

(19)



(11)

EP 4 078 016 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

31.01.2024 Bulletin 2024/05

(21) Numéro de dépôt: **20833883.0**

(22) Date de dépôt: **21.12.2020**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F17D 1/04 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F17D 1/04; F17C 2265/068

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2020/087412

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2021/123418 (24.06.2021 Gazette 2021/25)

(54) **POSTE DE RÉGULATION DE LA CIRCULATION D'UN GAZ ENTRE DEUX RÉSEAUX DE GAZ**

STATION ZUR REGELUNG DER ZIRKULATION EINES GASES ZWISCHEN ZWEI
GASNETZWERKEN

STATION FOR REGULATING THE CIRCULATION OF A GAS BETWEEN TWO GAS NETWORKS

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **20.12.2019 FR 1915368**

(43) Date de publication de la demande:
26.10.2022 Bulletin 2022/43

(73) Titulaire: **GRTgaz**
92270 Bois-Colombes (FR)

(72) Inventeurs:
• **SESMAT, Alban**
92270 BOIS COLOMBES (FR)

• **BAINIER, Francis**
92270 BOIS COLOMBES (FR)
• **ASSEMAT, Mathieu**
92270 BOIS COLOMBES (FR)

(74) Mandataire: **Cornuejols, Georges**
Cassiopi
230 Avenue de l'Aube Rouge
34170 Castelnau-le-Lez (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-2010/142698 WO-A1-2019/239083
DE-A1- 4 416 359 US-A- 4 350 019
US-A- 5 628 191 US-A1- 2008 016 879

EP 4 078 016 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention vise un poste de régulation de la circulation d'un gaz entre deux réseaux de gaz. Plus particulièrement, la présente invention vise un poste de régulation d'un gaz depuis un réseau dit « amont » transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz dit « aval » transportant le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b .

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Le débit de circulation d'un gaz depuis un réseau amont de transport de gaz vers un réseau aval transportant le gaz à une pression plus basse que la pression de gaz du réseau amont est régulé par une vanne. Dans le cas d'une régulation par une vanne pneumatique, l'actionnement de la vanne nécessite une pression de motorisation apportée par un gaz moteur fourni à une pression suffisante.

[0003] Ce gaz moteur peut être de l'air comprimé nécessitant la présence d'un circuit d'air comprimé. Dans ce cas, l'alimentation en air comprimé provient d'un compresseur consommant de l'énergie.

[0004] Ce gaz moteur peut également être du gaz prélevé sur le réseau amont. Dans ce cas, la détente du gaz moteur lors de l'actionnement de la vanne pneumatique abaisse sa pression à une pression insuffisante pour permettre sa réinjection dans le réseau aval. Ainsi, ce gaz moteur est habituellement rejeté dans l'atmosphère.

[0005] Le rejet de gaz dans l'atmosphère pose un problème environnemental. Le rejet de méthane dans l'atmosphère en particulier est problématique, car le méthane est un puissant gaz à effet de serre, qui contribue au réchauffement climatique. En outre, le gaz véhiculé par le réseau rejeté après son utilisation comme gaz moteur n'est pas valorisé, ce qui représente une perte économique.

[0006] On connaît la demande de brevet internationale WO 2019/239 083 qui divulgue un poste de régulation de la circulation d'un gaz depuis un réseau de gaz amont et un réseau de gaz aval comportant un dispositif de compression qui nécessite un apport en énergie pour réguler le débit de gaz.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0007] La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients.

[0008] À cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise un poste de régulation de la circulation d'un gaz depuis un réseau dit « amont » transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz dit « aval » transportant le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b , qui comporte :

- un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont et configuré pour comprimer un gaz dit « gaz moteur »,
- une évacuation vers le réseau aval du gaz du réseau amont détendu dans le dispositif de compression et
- une vanne pneumatique, configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval, actionnée par le gaz moteur.

[0009] Grâce à ces dispositions, l'énergie de détente du gaz provenant du réseau amont est exploitée pour comprimer un gaz moteur actionnant la vanne pneumatique. Le poste de régulation de l'invention permet d'éviter l'utilisation d'un compresseur et donc d'économiser l'énergie de son fonctionnement, tout en évitant le rejet de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

[0010] Dans des modes de réalisation, le gaz moteur est de l'air atmosphérique fourni au dispositif de compression par un moyen d'aspiration.

[0011] Grâce à ces dispositions, l'énergie de détente du gaz provenant du réseau amont est exploitée pour comprimer de l'air atmosphérique. Ce mode de réalisation se substitue avantageusement aux dispositifs connus utilisant comme gaz moteur de l'air comprimé fourni par un compresseur d'air électrique. La consommation électrique du compresseur d'air est ainsi économisée.

[0012] Dans des modes de réalisation, le gaz moteur est du gaz du réseau amont actionnant la vanne pneumatique puis comprimé par le dispositif de compression avant d'être évacué vers le réseau aval.

[0013] Ce mode de réalisation se substitue avantageusement aux dispositifs connus qui mettent en oeuvre un actionnement d'une vanne pneumatique de régulation par du gaz sous pression provenant du réseau amont. Le poste de régulation de l'invention permet de comprimer à nouveau le gaz du réseau amont puis de l'injecter dans le réseau aval. Cela permet d'éviter le rejet de gaz nocifs dans l'atmosphère.

[0014] Dans des modes de réalisation, le dispositif de compression est un surpresseur pneumatique, le piston est un piston libre entre une chambre de détente et une chambre de compression et le poste de régulation comporte :

- une première conduite de gaz entre le réseau amont et une entrée de la chambre de détente,
- une deuxième conduite d'évacuation de gaz entre une sortie de la chambre de détente et le réseau aval,
- une troisième conduite d'alimentation en gaz moteur à comprimer débouchant sur une entrée de la chambre de compression et
- une quatrième conduite d'évacuation du gaz moteur comprimé reliée à une sortie de la chambre de compression.

[0015] Grâce à ces dispositions, le poste de régulation

objet de l'invention met en oeuvre, pour utiliser l'énergie de détente d'un gaz pour comprimer un gaz moteur, un surpresseur à piston libre. Le dispositif de compression permet, en récupérant l'énergie de détente d'un gaz provenant d'un réseau de gaz à la pression P_a et allant dans un réseau de gaz à la pression P_b , où P_a est supérieure à P_b , donc sans dépense d'énergie, de comprimer le gaz moteur.

[0016] Dans des modes de réalisation :

- le piston libre comporte une tête de détente et une tête de compression reliées par un arbre, une ouverture traversante débouchant d'une part, dans la tête de détente du côté opposé à la tête de compression et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre,
- la première conduite de gaz débouche dans la chambre de détente en regard de l'arbre et
- la sortie de la chambre de détente à laquelle est reliée la deuxième conduite se trouve sur une face latérale de la chambre de détente et n'est pas obstruée par la tête de détente que lorsque l'ouverture traversante ne débouche pas dans la chambre de détente.

[0017] Grâce à ces dispositions, le surpresseur à piston libre fonctionne sans partie mobile externe tant qu'il y a une différence de pression entre la première conduite et la deuxième conduite.

[0018] Dans des modes de réalisation, le poste de régulation comporte un échangeur de chaleur configuré pour transférer de la chaleur depuis le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression vers le gaz du réseau amont destiné à actionner le dispositif de compression.

[0019] Grâce à ces dispositions, la chute de température du gaz du réseau amont actionnant le dispositif de compression peut être au moins en partie compensée par la chaleur apportée par le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression. Dans des modes de réalisation, le poste de régulation comporte un réservoir de gaz moteur positionné entre la vanne pneumatique et le dispositif de compression et l'alimentation du dispositif de compression en gaz du réseau amont est commandée en fonction de la pression du gaz moteur dans le réservoir.

[0020] Grâce à ces dispositions, le débit du gaz moteur au niveau du dispositif de compression peut être découplé du débit de gaz moteur au niveau de la vanne de régulation pneumatique. En d'autres termes, le réservoir tient le rôle de capacité tampon en régulant la pression maximum au niveau du pilotage de la vanne.

[0021] Dans des modes de réalisation, le poste de régulation comporte un filtre sécheur positionné entre le moyen d'aspiration et le dispositif de compression.

[0022] Selon un deuxième aspect, l'invention vise un procédé de régulation de la circulation d'un gaz depuis un réseau dit « amont » transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz dit « aval » transportant

le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b , qui comporte les étapes suivantes :

- l'actionnement par un gaz dit « gaz moteur » d'une vanne de régulation pneumatique configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval,
- la compression du gaz moteur au moyen d'un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont et
- l'évacuation vers le réseau aval du gaz détendu lors de l'étape de compression. Dans des modes de réalisation, le gaz moteur est de l'air atmosphérique comprimé par le dispositif de compression.

[0023] Dans des modes de réalisation, le gaz moteur est le gaz transporté par le réseau amont et le gaz moteur détendu lors de l'actionnement de la vanne de régulation pneumatique est comprimé avant d'être évacué vers le réseau aval.

[0024] Les buts, avantages et caractéristiques particulières du procédé objet de la présente invention étant similaires à ceux du poste de régulation objet de la présente invention, ils ne sont pas rappelés ici.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0025] D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier du poste de régulation et du procédé objets de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier du poste de régulation objet de la présente invention,
- la figure 2 représente, schématiquement, le premier mode de réalisation particulier du poste de régulation objet de la présente invention,
- la figure 3 représente, schématiquement, un deuxième mode de réalisation particulier du poste de régulation objet de la présente invention,
- la figure 4 représente, schématiquement, le deuxième mode de réalisation particulier du poste de régulation objet de la présente invention,
- la figure 5 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression comportant un piston libre mis en oeuvre dans différents modes de réalisation du dispositif objet de l'invention,
- la figure 6 représente, schématiquement, une première phase de fonctionnement d'un deuxième mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression comportant un piston libre à ouverture traversante,
- la figure 7 représente, schématiquement, une deuxième phase de fonctionnement d'un deuxième

- mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression comportant un piston libre à ouverture traversante,
- la figure 8 représente, schématiquement, une troisième phase de fonctionnement d'un deuxième mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression comportant un piston libre à ouverture traversante,
 - la figure 9 représente, schématiquement, une quatrième phase de fonctionnement d'un deuxième mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression comportant un piston libre à ouverture traversante,
 - la figure 10 représente, schématiquement et sous forme d'un logigramme, une succession d'étapes particulières d'un mode de réalisation particulier du procédé de régulation objet de la présente invention et
 - la figure 11 représente, schématiquement et sous forme d'un logigramme, une succession d'étapes particulières d'un mode de réalisation particulier du procédé de régulation objet de la présente invention.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION

[0026] La présente description est donnée à titre non limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse.

[0027] On note dès à présent que les figures ne sont pas à l'échelle.

[0028] On note que le terme « gaz » fait référence, par exemple, à du méthane.

[0029] On observe, sur les figures 1 et 2, qui ne sont pas à l'échelle, des vues schématiques d'un premier mode de réalisation d'un poste de régulation 100 objet de la présente invention. La figure 1 est un schéma simplifié du poste de régulation 100 et la figure 2 est un schéma plus complet du poste de régulation 100.

[0030] En référence à la figure 1, le poste de régulation 100 se positionne à l'interface d'un réseau de transport de gaz dit « réseau amont » et d'un réseau de transport de gaz dit « réseau aval ». Le réseau amont 101 transporte le gaz à une pression P_a vers le réseau aval 102 qui transporte le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b . Une vanne pneumatique 110 régule le débit de gaz circulant depuis le réseau amont 101 vers le réseau aval 102. Le débit de gaz depuis le réseau amont 101 vers le réseau aval 102 est commandé pour correspondre à une valeur de débit déterminée ou pour maintenir une pression prédéterminée dans le réseau amont 101 ou dans le réseau aval 102.

[0031] La vanne pneumatique 110 nécessite pour son fonctionnement d'être alimentée par un gaz sous pression dit « gaz moteur ». Par exemple, le gaz moteur est fourni à la vanne pneumatique à une pression comprise entre 1 et 10 bar. Par exemple, le gaz moteur est fourni à la vanne pneumatique à une pression de 2 bar.

[0032] Dans les modes de réalisation illustrés aux figures 1 et 2, le gaz moteur est de l'air atmosphérique 190 collecté par un moyen d'aspiration (non représenté). Dans des modes de réalisation, un piston 11 crée l'aspiration.

[0033] Le poste de régulation 100 comporte un dispositif de compression 70 configuré pour comprimer le gaz moteur.

[0034] Le poste de régulation objet de l'invention met en oeuvre, pour utiliser l'énergie de détente d'un fluide pour en comprimer un second, un dispositif de compression 70. Par exemple le dispositif de compression 70 est un surpresseur comportant un piston libre. C'est le dispositif de compression 70 comportant un piston libre qui est représentée dans les figures 1 à 4. On rappelle que, dans un surpresseur à piston libre, le mouvement du piston répond uniquement à la pression du gaz, sans qu'une bielle ne l'actionne ou le retienne. L'homme du métier sait aisément remplacer ce piston libre par un surpresseur pneumatique à membranes, par exemple. Les modes de réalisation particuliers du dispositif de compression 70 seront mieux compris à la lecture de la description des figures 5 à 9.

[0035] Le dispositif de compression 70 comporte un piston 11 actionné par la détente de gaz dans une chambre de détente 17. Du gaz est fourni à la chambre de détente 17 par une conduite 31 alimentée par le réseau amont 101. Le gaz du réseau amont 101, une fois détendu dans la chambre de détente 17, est évacué vers le réseau aval 102 par une conduite 32.

[0036] Le dispositif de compression 70 comporte une chambre de compression 23. La chambre de compression 23 est alimentée par le gaz moteur, c'est-à-dire par de l'air atmosphérique. Le gaz moteur est acheminé à la chambre de compression 23 par la conduite de gaz 33. La pression appliquée par le piston 11 dans la chambre de compression 23 permet de comprimer le gaz moteur.

[0037] Le gaz moteur est fourni à la vanne de régulation 110 pour son actionnement, par l'intermédiaire du moyen de pilotage 112. Une conduite de gaz 34 achemine le gaz moteur du dispositif de compression 70 au moyen de pilotage 112. Les vannes de régulation pneumatiques et leurs moyens de pilotage sont bien connus de l'art antérieur et ne sont pas décrits en détail ici. Le gaz moteur est ensuite rejeté dans l'atmosphère par une conduite de refoulement 166.

[0038] Dans des modes de réalisation, le dispositif de compression 70 est celui illustré par l'une des figures 6 à 9. Dans des modes de réalisation, le dispositif de compression 70 est le surpresseur pneumatique illustré en figure 5.

[0039] En référence à la figure 2, dans des modes de réalisation, le poste de régulation 100 comporte un réservoir 180 de gaz moteur positionné entre la vanne pneumatique 110 et le dispositif de compression 70. Le réservoir 180 est aussi appelé « capacité ». Le réservoir 180 est, par exemple, une bombonne configurée pour stocker le gaz moteur selon une pression déterminée.

Dans des variantes, le réservoir 180 est formé de plusieurs bombonnes.

[0040] Dans des modes de réalisation, l'alimentation du dispositif de compression 70 en gaz du réseau amont est commandée en fonction de la pression du gaz moteur dans le réservoir 180. Par exemple, un pressostat 174 mesure la pression du gaz moteur dans le réservoir 180 et actionne l'ouverture d'une vanne 176 positionnée entre le réseau amont 101 et le dispositif de compression 70 lorsque la pression mesurée est inférieure à un seuil déterminé. Au contraire, la vanne 176 est fermée lorsque la pression mesurée dans le réservoir 180 est supérieure à un seuil prédéterminé. Dans des modes de réalisation, un régulateur de pression 173 est positionné sur la conduite reliant le dispositif de compression 70 au réservoir 180.

[0041] Dans des modes de réalisation, un régulateur de pression 171 est positionné sur la conduite reliant le réservoir 180 au pilotage 112 de la vanne pneumatique 110.

[0042] Dans des modes de réalisation, une conduite comportant un clapet antiretour 170 et un régulateur de pression 172 relie le réseau amont au réservoir 180. Dans ces modes de réalisation le gaz moteur peut être constitué d'air comprimé par le dispositif de compression 70, par du gaz provenant du réseau amont 101 ou par un mélange d'air comprimé et de gaz provenant du réseau amont 101.

[0043] Avantagusement, l'air comprimé est utilisé comme gaz moteur lors du fonctionnement habituel du poste de régulation 100. En cas de défaillance de l'alimentation en air comprimé par le dispositif de compression 70, le clapet antiretour 170 s'ouvre permettant l'alimentation du réservoir 180 par du gaz du réseau amont 101. Ainsi, le gaz provenant du réseau amont 101 n'est utilisé comme gaz moteur que dans le cas d'une défaillance de l'alimentation en air comprimé.

[0044] Dans une variante (non représentée), l'ensemble formé par le clapet antiretour et par le régulateur de pression est remplacé par une soupape dont la ligne d'impulsion est placée sur le réservoir 180.

[0045] Dans des modes de réalisation, le poste de régulation 100 comporte un échangeur de chaleur 150 configuré pour transférer de la chaleur depuis le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression 70 vers le gaz du réseau amont actionnant le dispositif de compression. L'échangeur de chaleur 150 est positionné chevauchant entre la conduite de gaz acheminant l'air comprimé par le dispositif de compression vers le réservoir 180 et la conduite acheminant le gaz du réseau amont 101 destiné à actionner le dispositif de compression 70.

[0046] Dans des modes de réalisation, le poste de régulation 100 comporte un filtre sécheur 195 positionné entre le moyen d'aspiration d'air atmosphérique et le dispositif de compression 70.

[0047] On observe, sur les figures 3 et 4, qui ne sont pas à l'échelle, des vues schématiques d'un deuxième mode de réalisation d'un poste de régulation 200 objet

de la présente invention. La figure 3 présente un schéma simplifié du poste de régulation 200 et la figure 4 présente un schéma plus complet du poste de régulation 200.

[0048] En référence à la figure 3, le poste de régulation 200 se positionne à l'interface d'un réseau de transport de gaz amont 201 et d'un réseau de transport de gaz aval 202. Une vanne pneumatique 210 commande le débit de gaz circulant depuis le réseau amont 201 vers le réseau aval 202. La circulation de gaz depuis le réseau amont 201 vers le réseau aval 202 est commandée pour être maintenue à une valeur de débit déterminée ou en fonction d'une pression dans le réseau amont 201 ou dans le réseau aval 202.

[0049] Le deuxième mode de réalisation du poste de régulation 200 se distingue du premier illustré en figures 1 et 2 en ce que le gaz moteur est du gaz du réseau amont. Le gaz du réseau amont est fourni à la vanne pneumatique pour son actionnement, sans compression préalable. Ensuite, ce gaz moteur est collecté puis comprimé par le dispositif de compression avant d'être évacué vers le réseau aval.

[0050] Le gaz moteur est fourni par le réseau amont 201 à la vanne de régulation 210 par l'intermédiaire du moyen de pilotage 212. Les vannes de régulation et leurs moyens de pilotage sont bien connus de l'art antérieur et ne sont pas décrits en détail ici.

[0051] Le poste de régulation 200 comporte un dispositif de compression 70 configuré pour comprimer le gaz moteur. Le dispositif de compression 70 comporte un piston 11 actionné par la détente de gaz provenant du réseau amont 201. Ce gaz, distinct du gaz moteur, est fourni par une conduite 31 raccordée au réseau amont 201. Le gaz du réseau amont 201 détendu dans le dispositif de compression est évacué vers le réseau aval 202 par une conduite de gaz 32.

[0052] Le dispositif de compression 70 comporte une chambre de compression 23. La chambre de compression 23 est alimentée par le gaz moteur, c'est-à-dire par du gaz du réseau amont 201, préalablement détendu lors de son utilisation pour l'actionnement de la vanne pneumatique 210. Le gaz moteur est acheminé à la chambre de compression 23 par la conduite de gaz 33. La pression appliquée par le piston 11 dans la chambre de compression 23 permet de comprimer le gaz moteur. Le gaz moteur est ainsi comprimé à une pression suffisante pour être réinjecté dans le réseau aval 202. Une conduite de gaz 34 achemine le gaz moteur du dispositif de compression vers le réseau aval.

[0053] Dans des modes de réalisation, le dispositif de compression 70 est celui illustré par l'une des figures 6 à 9. Dans des modes de réalisation, le dispositif de compression 70 est le surpresseur pneumatique 60 illustré en figure 5.

[0054] En référence à la figure 4, dans des modes de réalisation, le poste de régulation 200 comporte un réservoir 280 de gaz moteur positionné entre la vanne pneumatique 210 et le dispositif de compression 70.

[0055] Dans des modes de réalisation, l'alimentation

du dispositif de compression 70 en gaz du réseau amont est commandée en fonction de la pression du gaz moteur dans le réservoir 280. Par exemple, un pressostat 274 mesure la pression du gaz moteur dans le réservoir 280 et actionne l'ouverture d'une vanne 276 positionnée entre le réseau amont 201 et le dispositif de compression 70 lorsque la pression mesurée est supérieure à un seuil déterminé. Au contraire, la vanne 276 est fermée lorsque la pression mesurée dans le réservoir 280 est inférieure à un seuil prédéterminé. Dans des modes de réalisation, une soupape 281 est positionnée sur le réservoir 280. En cas de défaillance du dispositif de compression 70, la pression de gaz dans le réservoir 280 va monter jusqu'à provoquer l'ouverture de la soupape 281 permettant de faire retomber la pression dans le réservoir 280 et d'assurer le bon fonctionnement du moyen de pilotage 212.

[0056] Dans des modes de réalisation, un régulateur de pression 278 est positionné sur la conduite reliant le réseau amont 201 et le moyen de pilotage 212 de la vanne pneumatique 210.

[0057] Dans des modes de réalisation, un régulateur de pression 277 est positionné sur la conduite acheminant le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression 70 au réseau aval 202.

[0058] Dans des modes de réalisation, le poste de régulation 200 comporte un échangeur de chaleur 250 configuré pour transférer de la chaleur depuis le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression 70 vers le gaz du réseau amont actionnant le dispositif de compression. L'échangeur de chaleur 250 est positionné chevauchant entre la conduite acheminant le gaz du réseau amont comprimé par le dispositif de compression vers le réseau aval 202 et la conduite acheminant le gaz du réseau amont 201 destiné à actionner le dispositif de compression 70.

[0059] La figure 5 représente un mode de réalisation particulier du dispositif de compression 60 mis en oeuvre par le poste de régulation objet de l'invention. Le dispositif de compression 60 est un surpresseur, c'est-à-dire un couple détenteur 71, à gauche, et compresseur 72, à droite, à piston libre. Le détenteur 71 comporte une chambre 75 munie d'une entrée de gaz à haute pression provenant de la première conduite 31 et une sortie de gaz à basse pression dans la deuxième conduite 32. Dans la chambre 75, un piston de détente 74 est mis en mouvement par la pression du gaz et transmet cette pression, par l'intermédiaire d'un arbre 76 à un piston de compression 77 qui comprime du gaz moteur dans une chambre 78. L'ensemble des pistons 74 et 77 et de l'arbre 76 constitue un piston libre.

[0060] Des clapets 15 et 16 assurent l'étanchéité et le sens de déplacement du fluide depuis la troisième conduite 33 d'entrée de gaz moteur à basse pression jusqu'à la quatrième conduite 34 de sortie de gaz moteur à haute pression. Le système de commande de l'entrée de gaz dans la chambre 75 et de sortie de gaz de la chambre 75, n'est pas décrit ici, étant bien connu de l'homme du

métier.

[0061] On rappelle que le gaz moteur est le gaz désigné comme tel car il est destiné à fournir la pression de motorisation nécessaire au pilotage de la vanne pneumatique du poste de régulation objet de l'invention.

[0062] Ainsi, un piston libre est mis en déplacement dans une première chambre 75 par le gaz et comprime le gaz moteur dans une deuxième chambre 78. On note que la pression du fluide en sortie du compresseur peut être plus élevée que la pression du gaz en entrée, en fonction du ratio des surfaces des pistons 74 et 77.

[0063] En variante, le piston libre est remplacé par des membranes, comme dans les surpresseurs à membranes de type connu.

[0064] Dans le mode de réalisation illustré en figures 6 à 10, le dispositif de compression 70 est un surpresseur à piston libre 11. Les flèches en traits discontinus représentent les mouvements de gaz. La flèche en traits continus représente les mouvements du piston libre.

[0065] Le piston libre 11 comporte une tête de détente 20 et une tête de compression 22 reliées par un arbre. Une ouverture traversante 24 débouche d'une part, dans la tête de détente 20 du côté opposé à la tête de compression 22 et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre. La première conduite de gaz 31 débouche dans la partie 21 de la chambre de détente 17 en regard de l'arbre. En conséquence, l'embouchure de l'ouverture traversante 24 ne se trouve dans la partie 21 que lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est maximum. La sortie de la chambre de détente 17 à laquelle est reliée la deuxième conduite 32 se trouve sur une face latérale de la chambre de détente 17 et n'est pas obstruée par la tête de détente 20 que lorsque l'ouverture traversante 24 ne débouche pas dans la partie 21 de la chambre de détente 17. Plus particulièrement, la sortie de la chambre de détente est obstruée par la tête de détente sauf dans la position du piston libre où le volume libre de la chambre de compression est minimal.

[0066] Au début du cycle de fonctionnement du surpresseur, comme illustré en figure 6, le volume libre de la chambre de compression est intermédiaire entre ses valeurs extrêmes. La pression dans la partie 17 de la chambre de détente opposée à la chambre de compression 23 est à la valeur P_b du réseau aval 13. Le gaz provenant de la première conduite 31 pénètre dans la partie intermédiaire 21 de la chambre de détente, à une pression P_a . Le ratio des pressions P_a/P_b est supérieur au ratio des surfaces de la tête de détente 20 dans la partie 17 et dans la partie 21. Le piston libre 11 se déplace donc vers la gauche, comme illustré en figure 7. Ce mouvement du piston libre 11 entraîne l'aspiration de fluide gazeux provenant de la troisième conduite 33 à travers le clapet d'entrée 15. Lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est maximal, l'ouverture traversante 24 débouche sur la partie 21 de la chambre de détente et le gaz provenant de la première conduite 31 traverse la tête de détente. La pression dans la partie 17

de la chambre de détente atteint alors P_a , ce qui provoque le mouvement du piston libre 11 vers la chambre de compression 23, comme illustré en figure 8. Ce mouvement obstrue l'ouverture traversante 24 et comprime le fluide gazeux présent dans la chambre de compression 23. Le fluide gazeux comprimé traverse le clapet de sortie 16 puis la quatrième conduite 34. Lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est minimal, la partie 17 de la chambre de détente est pneumatiquement reliée à la deuxième conduite 32, comme illustré en figure 9. Suite à l'augmentation du volume de la partie 17, la pression dans la partie 17 de la chambre de détente chute pour atteindre la valeur P_b . Le cycle recommence alors.

[0067] Comme on le comprend à la lecture de ce qui précède, ce surpresseur à piston libre 11 fonctionne sans partie mobile externe et tant qu'il y a une différence de pression suffisante entre la première conduite et la deuxième conduite.

[0068] On observe, sur les figures 10 et 11, schématiquement et sous forme d'un logigramme, ensemble d'étapes particulières du procédé de régulation 500 et du procédé de régulation 600.

[0069] Les procédés de régulation selon l'invention permettent la commande du débit de circulation d'un gaz depuis un réseau amont transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz aval transportant le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b .

[0070] Les procédés de régulation selon l'invention comportent une étape d'actionnement par un gaz dit « gaz moteur » d'une vanne de régulation pneumatique configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval.

[0071] Les procédés de régulation selon l'invention comportent une étape de compression du gaz moteur au moyen d'un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont.

[0072] Les procédés de régulation selon l'invention comportent une étape d'évacuation vers le réseau aval du gaz détendu lors de l'étape de compression.

[0073] Dans un mode de réalisation particulier du procédé de régulation 500, le gaz moteur est de l'air atmosphérique comprimé par le dispositif de compression.

[0074] Le procédé de régulation 500 comporte :

- une étape de compression 505 d'air atmosphérique au moyen d'un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont,
- une étape d'évacuation 510 vers le réseau aval du gaz détendu lors de l'étape de compression,
- une étape 515 d'actionnement par l'air atmosphérique compressé d'une vanne de régulation pneumatique configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval et
- une étape 520 de refoulement dans l'atmosphère de l'air utilisé lors de l'étape d'actionnement de la vanne

de régulation pneumatique.

[0075] Dans un mode de réalisation particulier du procédé de régulation 600, le gaz moteur est le gaz transporté par le réseau amont et le gaz moteur détendu lors de l'actionnement de la vanne de régulation pneumatique est comprimé avant d'être évacué vers le réseau aval.

[0076] Le procédé de régulation 600 comporte :

- une étape 610 d'actionnement par du gaz du réseau amont d'une vanne de régulation pneumatique configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval,
- une étape 615 de compression du gaz du réseau amont utilisé lors de l'étape d'actionnement de la vanne de régulation pneumatique au moyen d'un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont,
- une étape 620 d'évacuation vers le réseau aval du gaz du réseau amont détendu lors de l'étape de compression,
- une étape 625 de refoulement vers le réseau aval du gaz du réseau amont comprimé lors de l'étape de compression.

[0077] Les procédés de régulation objets de l'invention sont mis en oeuvre par un poste de régulation selon l'invention. Les fonctions des différents modes de réalisation du poste de régulation décrits précédemment peuvent être retranscrites sous forme d'étapes du procédé.

Revendications

1. Poste de régulation (100, 200) de la circulation d'un gaz depuis un réseau de gaz dit « amont » (101, 201) transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz dit « aval » (102, 202) transportant le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b , **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- sur un premier ensemble de conduites (31, 32) d'acheminement du gaz entre le réseau amont et le réseau aval :

- un dispositif de compression (60, 70) comportant un piston (11) actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont et configuré pour comprimer un gaz dit « gaz moteur »,
- une évacuation vers le réseau aval du gaz du réseau amont détendu dans le dispositif de compression et

- sur un deuxième ensemble de conduites (33, 34) d'acheminement du gaz moteur : une vanne pneumatique (110, 210), configurée pour com-

mander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval, actionnée par le gaz moteur.

2. Poste de régulation selon la revendication 1, dans lequel le gaz moteur est de l'air atmosphérique fourni au dispositif de compression par un moyen d'aspiration. 5
3. Poste de régulation selon la revendication 1, dans lequel le gaz moteur est du gaz du réseau amont actionnant la vanne pneumatique puis comprimé par le dispositif de compression avant d'être évacué vers le réseau aval. 10
4. Poste de régulation selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le dispositif de compression (60, 70) est un surpresseur pneumatique et le piston (11, 20, 22, 74, 76, 77) est un piston libre entre une chambre de détente (17, 75) et une chambre de compression (23, 78) et qui comporte : 15
 - une première conduite (31) de gaz entre le réseau amont et une entrée de la chambre de détente, 25
 - une deuxième conduite (32) d'évacuation de gaz entre une sortie de la chambre de détente et le réseau aval,
 - une troisième conduite (33) d'alimentation en gaz moteur à comprimer débouchant sur une entrée de la chambre de compression et 30
 - une quatrième conduite (34) d'évacuation du gaz moteur comprimé reliée à une sortie de la chambre de compression.
5. Poste de régulation selon la revendication 4, dans lequel : 35
 - le piston libre comporte une tête de détente (20) et une tête de compression (22) reliées par un arbre, une ouverture traversante (24) débouchant d'une part, dans la tête de détente du côté opposé à la tête de compression et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre, 40
 - la première conduite de gaz débouche dans la chambre de détente en regard de l'arbre et
 - la sortie de la chambre de détente à laquelle est reliée la deuxième conduite se trouve sur une face latérale de la chambre de détente et n'est pas obstruée par la tête de détente que lorsque l'ouverture traversante ne débouche pas dans la chambre de détente. 50
6. Poste de régulation selon l'une des revendications 1 à 5, qui comporte un échangeur de chaleur (150, 250) configuré pour transférer de la chaleur depuis le gaz moteur comprimé par le dispositif de compression vers le gaz du réseau amont actionnant le dis-

positif de compression.

7. Poste de régulation selon l'une des revendications 1 à 6, qui comporte un réservoir (180, 280) de gaz moteur positionné entre la vanne pneumatique et le dispositif de compression et dans lequel l'alimentation du dispositif de compression en gaz du réseau amont est commandée en fonction de la pression du gaz moteur dans le réservoir.
8. Procédé (500, 600) de régulation de la circulation d'un gaz depuis un réseau dit « amont » transportant le gaz à une pression P_a vers un réseau de gaz dit « aval » transportant le gaz à une pression P_b telle que P_a est strictement supérieure à P_b , **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :
 - l'actionnement (515, 610) par un gaz dit « gaz moteur » d'une vanne de régulation pneumatique configurée pour commander le débit de gaz du réseau amont circulant vers le réseau aval,
 - la compression (505, 615) du gaz moteur au moyen d'un dispositif de compression comportant un piston actionné par la détente de gaz fourni par le réseau amont et
 - l'évacuation (510, 620) vers le réseau aval du gaz détendu lors de l'étape de compression.
9. Procédé de régulation de la circulation d'un gaz selon la revendication 8, dans lequel le gaz moteur est de l'air atmosphérique comprimé par le dispositif de compression.
10. Procédé de régulation de la circulation d'un gaz selon la revendication 8, dans lequel le gaz moteur est le gaz transporté par le réseau amont et dans lequel le gaz moteur détendu lors de l'actionnement de la vanne de régulation pneumatique est comprimé avant d'être évacué vers le réseau aval. 35

Patentansprüche

1. Regelstation (100, 200) für den Fluss eines Gases aus einem sogenannten "vorgelagerten" Gasnetz (101, 201), das das Gas mit einem Druck P_a zu einem sogenannten "nachgelagerten" Gasnetz (102, 202) transportiert, das das Gas mit einem Druck P_b transportiert, wobei P_a strikt über P_b liegt, **gekennzeichnet dadurch, dass** sie Folgendes umfasst:
 - an einer ersten Leitungsanordnung (31, 32) zur Zuführung des Gases zwischen dem vorgelagerten und dem nachgelagerten Netz:
 - eine Kompressionsvorrichtung (60, 70) mit einem Kolben (11), der durch die vom vorgelagerten Netz bereitgestellte Gasexpansion betätigt

- wird und konfiguriert ist zur Kompression eines sogenannten "Motorgases",
- eine Ableitung des in der Kompressionsvorrichtung expandierten Gases des vorgelagerten Gasnetzes in das nachgelagerte Gasnetz und
 - an einer zweiten Leitungsanordnung (33, 34) zur Zuführung des Motorgases: ein Pneumatikventil (110, 210), das so eingerichtet ist, dass es den Gasdurchsatz vom vorgelagerten zum nachgelagerten Netz steuert und vom Motorgas betätigt wird.
2. Regelstation nach Anspruch 1, wobei das Motorgas atmosphärische Luft ist, die der Kompressionsvorrichtung durch eine Saugvorrichtung zugeführt wird.
 3. Regelstation nach Anspruch 1, wobei das Motorgas Gas des vorgelagerten Netzes ist, das das Pneumatikventil betätigt und dann von der Kompressionsvorrichtung komprimiert wird, bevor es in das nachgelagerte Netz geleitet wird.
 4. Regelstation nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kompressionsvorrichtung (60, 70) ein pneumatischer Kompressor ist und der Kolben (11, 20, 22, 74, 76, 77) ein freier Kolben zwischen einer Expansionskammer (17, 75) und einer Kompressionskammer (23, 78) ist und Folgendes umfasst:
 - eine erste Gasleitung (31) zwischen dem vorgelagerten Netz und einem Eingang der Expansionskammer,
 - eine zweite Leitung (32) zur Ableitung des Gases zwischen einem Ausgang der Expansionskammer und dem nachgelagerten Netz,
 - eine dritte Leitung (33) zur Zuführung von zu komprimierendem Motorgas, die zu einem Eingang der Kompressionskammer führt, und
 - eine vierte Leitung (34) zur Ableitung des komprimierten Motorgases, die mit einem Ausgang der Kompressionskammer verbunden ist.
 5. Regelstation nach Anspruch 4, wobei:
 - der freie Kolben einen Expansionskopf (20) und einen Kompressionskopf (22) umfasst, die durch eine Welle verbunden sind, wobei eine Durchgangsöffnung (24) einerseits auf der dem Verdichtungskopf gegenüberliegenden Seite in den Expansionskopf und andererseits in eine Wellenseitenwand mündet,
 - wobei die erste Gasleitung in die Expansionskammer gegenüber der Welle mündet und
 - wobei sich der Ausgang der Expansionskammer, mit dem die zweite Leitung verbunden ist, an einer Seite der Expansionskammer befindet und nur dann durch den Expansionskopf verschlossen wird, wenn die Durchgangsöffnung

nicht in die Expansionskammer mündet.

6. Regelstation nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die einen Wärmetauscher (150, 250) umfasst, der so konfiguriert ist, dass er Wärme vom durch die Kompressionsvorrichtung komprimierten Motorgas zum Gas des vorgelagerten Netzes leitet, das die Kompressionsvorrichtung betätigt.
7. Regelstation nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die einen Motorgasbehälter (180, 280) umfasst, der zwischen dem Pneumatikventil und der Kompressionsvorrichtung positioniert ist und in dem die Versorgung der Kompressionsvorrichtung mit Gas des vorgelagerten Netzes in Abhängigkeit vom Druck des Motorgases im Behälter gesteuert wird.
8. Verfahren (500, 600) zur Regelung des Durchflusses eines Gases aus einem sogenannten "vorgelagerten" Netz, das das Gas mit einem Druck P_a zu einem sogenannten "nachgelagerten" Gasnetz transportiert, das das Gas mit einem Druck P_b transportiert, wobei P_a strikt über P_b liegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** es folgende Schritte umfasst:
 - das Betätigen (515, 610) eines pneumatischen Regelventils, das so konfiguriert ist, dass es den Gasdurchsatz vom vorgelagerten zum nachgelagerten Netz steuert, durch ein sogenanntes "Motorgas",
 - die Kompression (505, 615) des Motorgases mittels einer Kompressionsvorrichtung mit einem Kolben, der durch die Expansion des vom vorgelagerten Netz bereitgestellten Gases betätigt wird, und
 - die Ableitung (510, 620) des im Kompressionsschritt expandierten Gases in das nachgelagerte Netz.
9. Verfahren zur Regelung des Durchflusses eines Gases nach Anspruch 8, wobei das Motorgas atmosphärische Luft ist, die durch die Kompressionsvorrichtung komprimiert wird.
10. Verfahren zur Regelung des Durchflusses eines Gases nach Anspruch 8, wobei das Motorgas das durch das vorgelagerte Netz transportierte Gas ist und wobei das bei der Betätigung des pneumatischen Regelventils expandierte Motorgas komprimiert wird, bevor es in das nachgelagerte Netz abgeleitet wird.

Claims

1. Regulation station (100, 200) for regulating the circulation of a gas from a gas network referred to as "upstream" (101, 201), transporting the gas at a pressure P_a , to a gas network referred to as "down-

stream" (102, 202), transporting the gas at a pressure P_b , such that P_a is strictly greater than P_b , which station is **characterised in that** it comprises:

- on a first set of pipes (31, 32) transporting the gas between the upstream network and the downstream network:
 - a compression device (60, 70) comprising a piston (11) actuated by the expansion of gas supplied by the upstream network and configured to compress a gas referred to as "drive gas";
 - a discharge to the downstream network of the expanded gas of the upstream network in the compression device and
 - on a second set of pipes (33, 34) transporting the drive gas:
 - a pneumatic valve (110, 210), configured to control the flow rate of gas flowing from the upstream network to the downstream network, actuated by the drive gas.
- 2. Regulation station according to claim 1, wherein the drive gas is atmospheric air supplied to the compression device by a suction means.
- 3. Regulation station according to claim 1, wherein the drive gas is gas from the upstream network actuating the pneumatic valve and then compressed by the compression device before being discharged towards the downstream network.
- 4. Regulation station according to one of claims 1 to 3, wherein the compression device (60, 70) is a pneumatic booster, and the piston (11, 20, 22, 74, 76, 77) is a free piston between an expansion chamber (17, 75) and a compression chamber (23, 78), which regulation station comprises:
 - a first pipe (31) for gas between the upstream network and an inlet of the expansion chamber;
 - a second pipe (32) for discharging gas between an outlet of the expansion chamber and the downstream network;
 - a third pipe (33) for supplying drive gas to be compressed, opening to an inlet of the compression chamber; and
 - a fourth pipe (34) for discharging the compressed drive gas connected to an outlet of the compression chamber.
- 5. Regulation station according to claim 4, wherein:
 - the free piston comprises an expansion head (20) and a compression head (22) connected by a shaft, a through-opening (24) opening on one side in the expansion head on the opposite side from the compression head and, on the other

side, in a side wall of the shaft;

- the first gas pipe opens into the expansion chamber opposite the shaft; and
- the outlet of the expansion chamber to which the second pipe is connected is located on a side surface of the expansion chamber and is only closed by the expansion head when the through-opening does not open into the expansion chamber.
- 6. Regulation station according to one of claims 1 to 5, which comprises a heat exchanger (150, 250) configured to transfer heat from the drive gas compressed by the compression device to the gas of the upstream network actuating the compression device.
- 7. Regulation station according to one of claims 1 to 6, which comprises a tank (180, 280) of drive gas, positioned between the pneumatic valve and the compression device, and wherein supplying the compression device with the gas from the upstream network is controlled as a function of the pressure of the drive gas in the tank.
- 8. Method (500, 600) for regulating the circulation of a gas from a network referred to as "upstream" 30, transporting the gas at a pressure P_a to a gas network referred to as "downstream" transporting the gas at a pressure P_b , such that P_a is strictly greater than P_b , which method is **characterised in that** it comprises the following steps:
 - the actuation (515, 610), by a gas referred to as "drive gas", of a pneumatic regulator valve configured to control the flow rate of gas of the upstream network circulating to the downstream network;
 - the compression (505, 615) of the drive gas by means of a compression device comprising a piston actuated by the expansion of gas supplied by the upstream network; and
 - the discharge (510, 620) to the downstream network of the expanded gas during the compression step.
- 9. Method for regulating the circulation of a gas according to claim 8, wherein the drive gas is atmospheric air compressed by the compression device.
- 10. Method for regulating the circulation of a gas according to claim 8, wherein the drive gas is the gas transported by the upstream network, and wherein the drive gas expanded during the actuation of the pneumatic regulator valve is compressed before being discharged towards the downstream network.

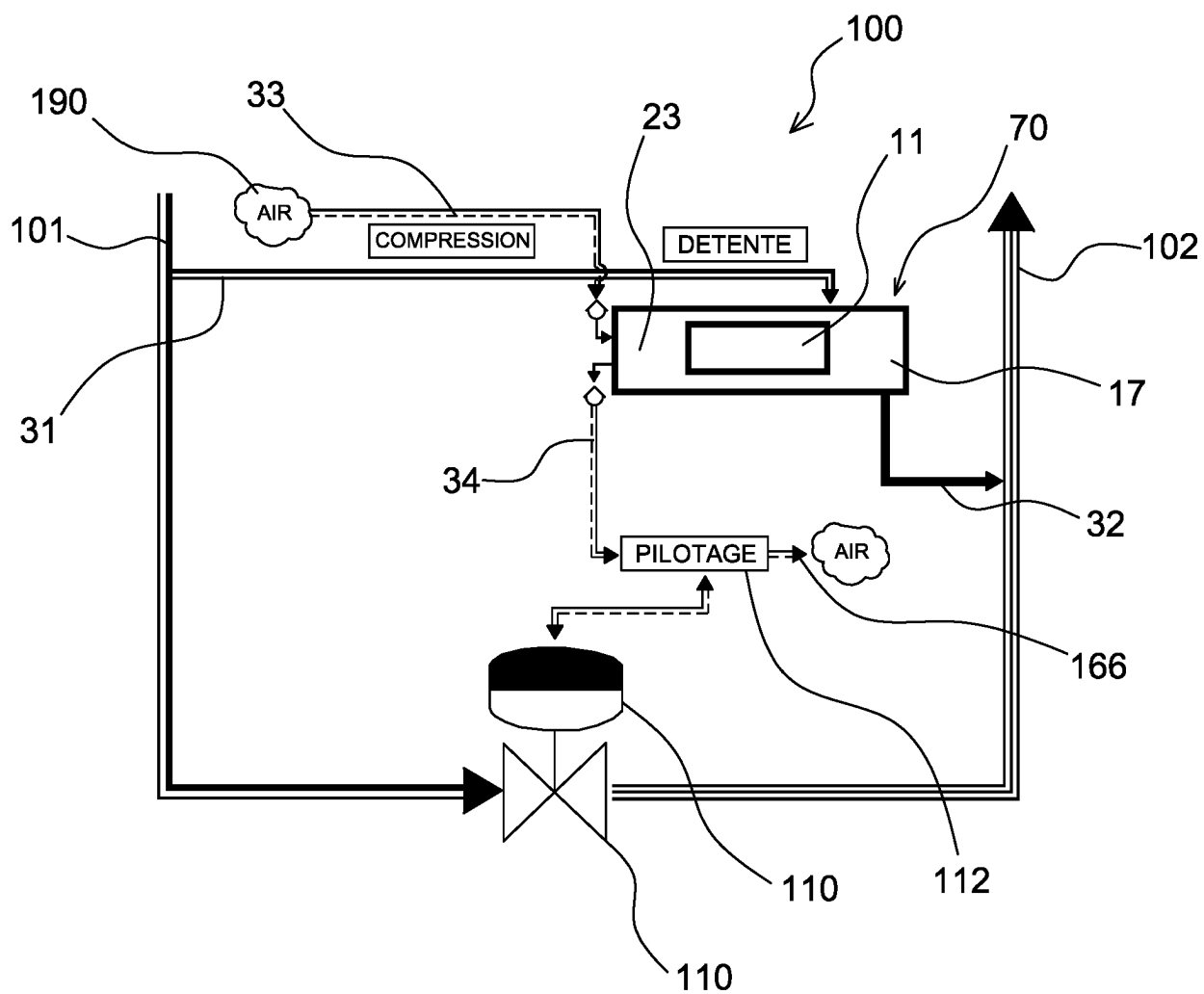


Figure 1

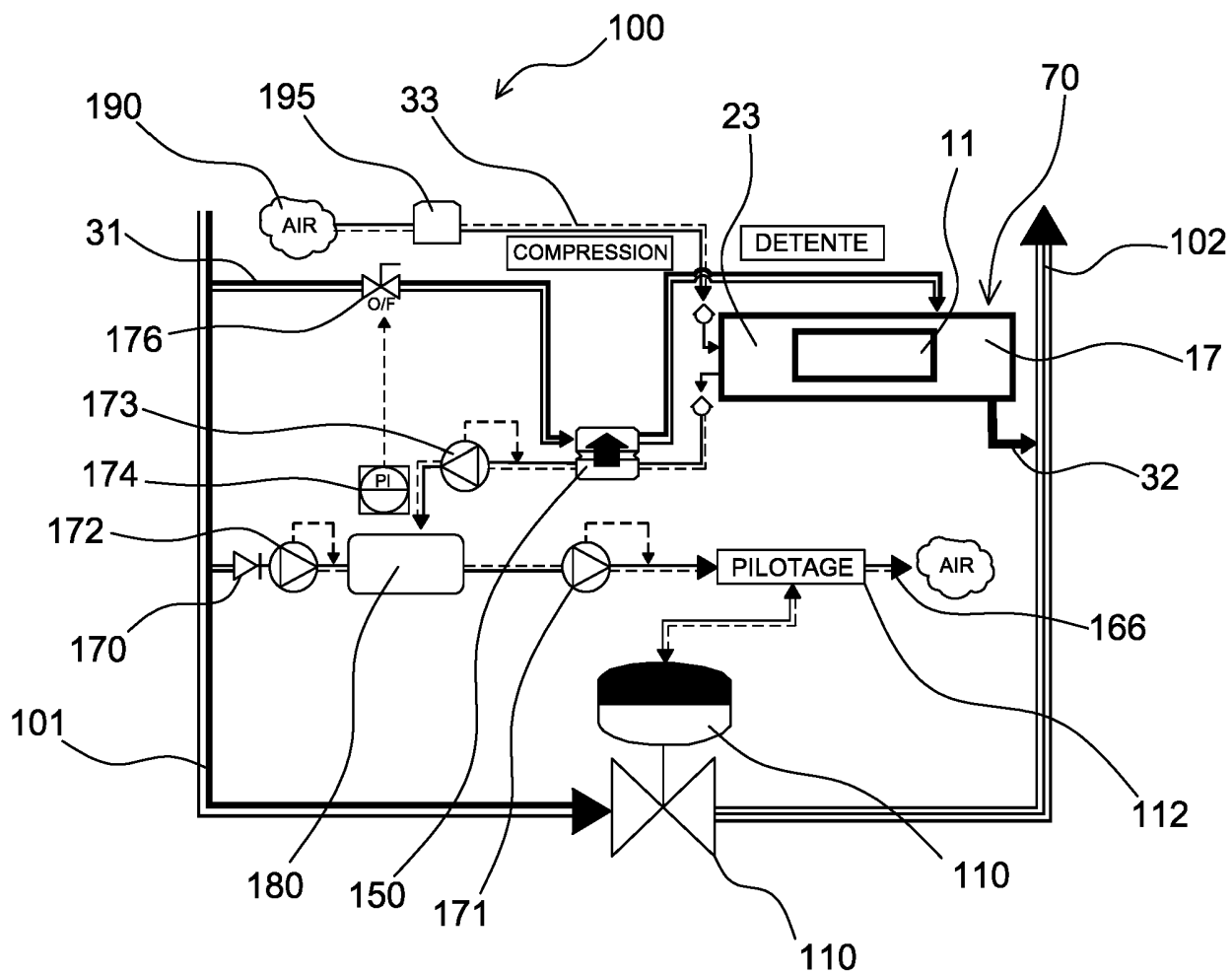


Figure 2

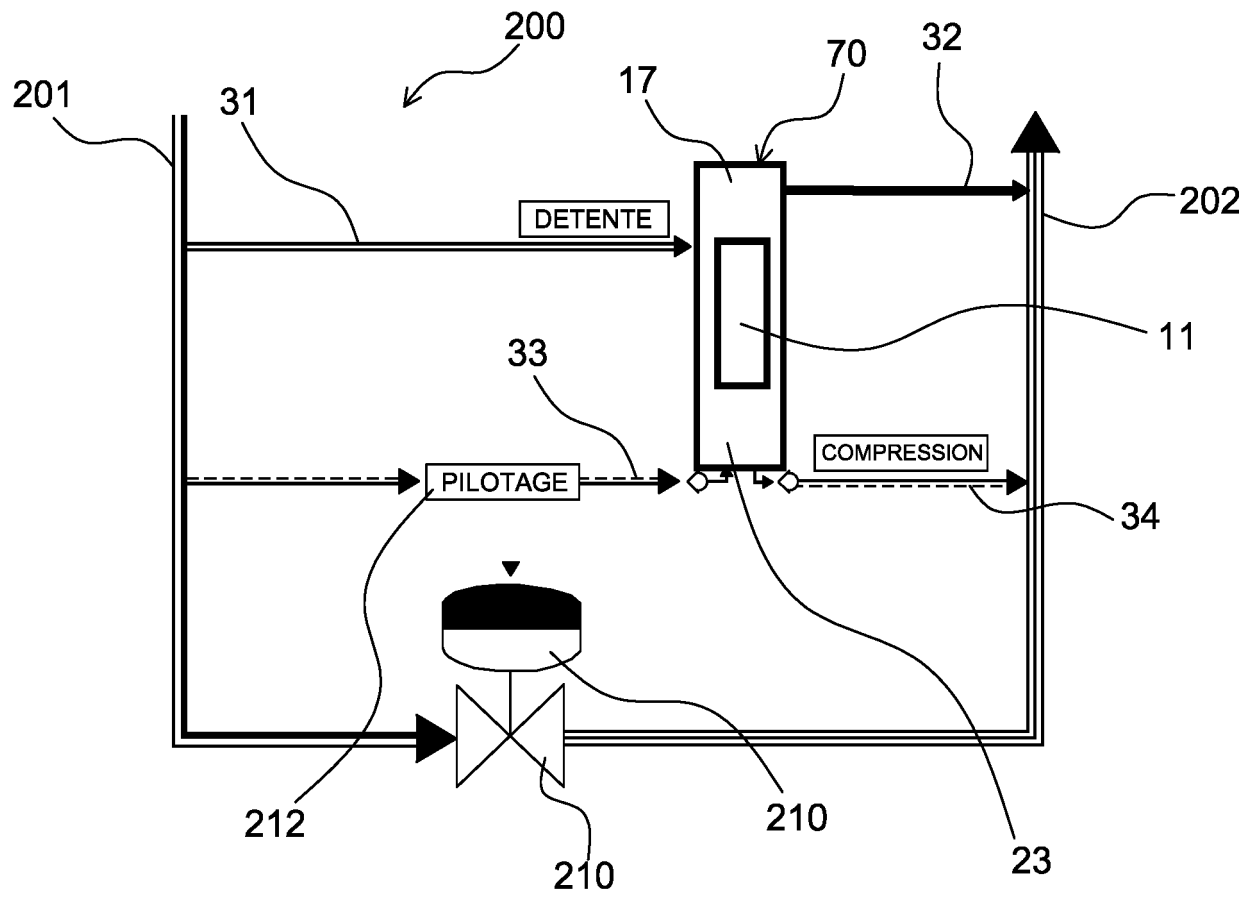


Figure 3

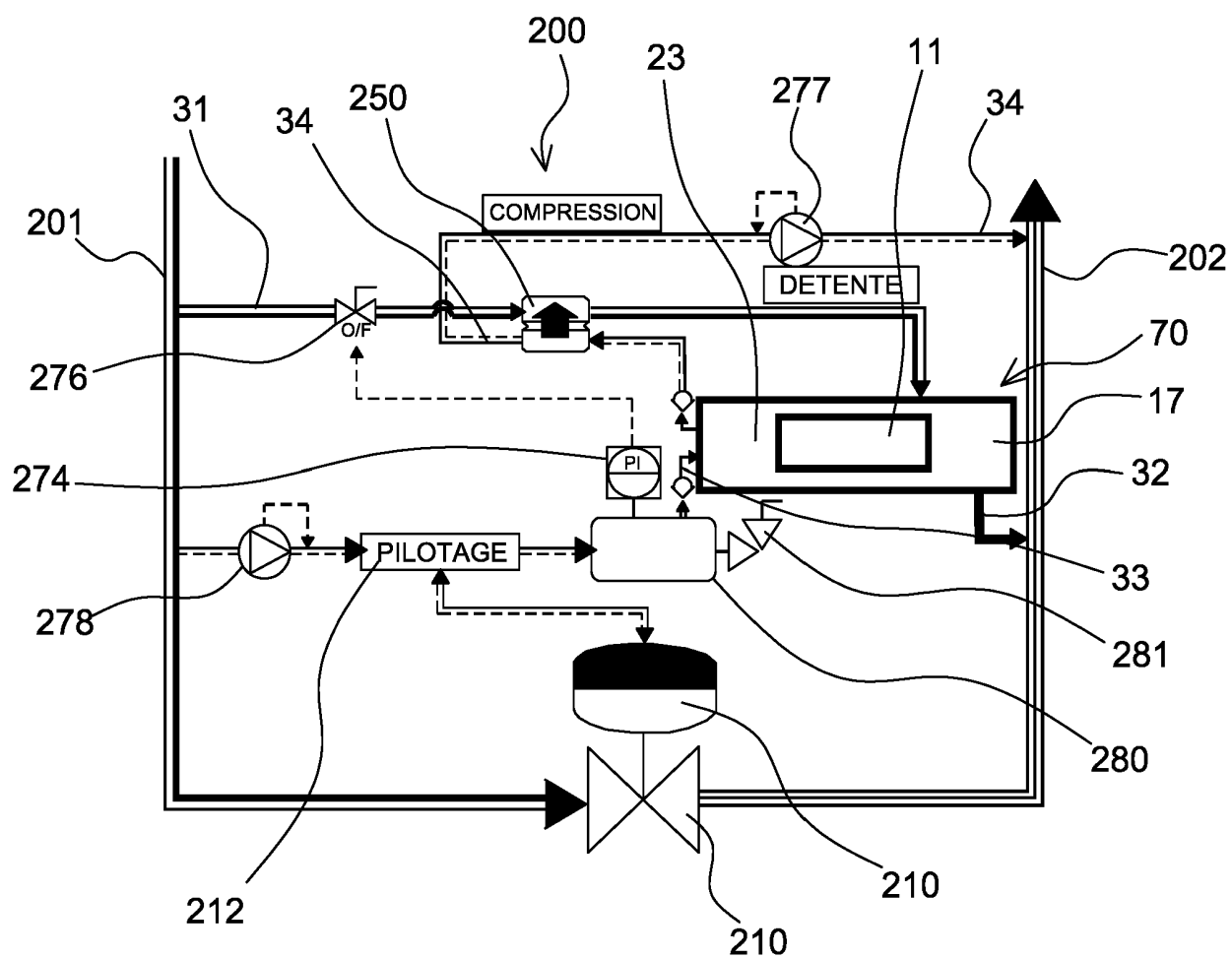


Figure 4

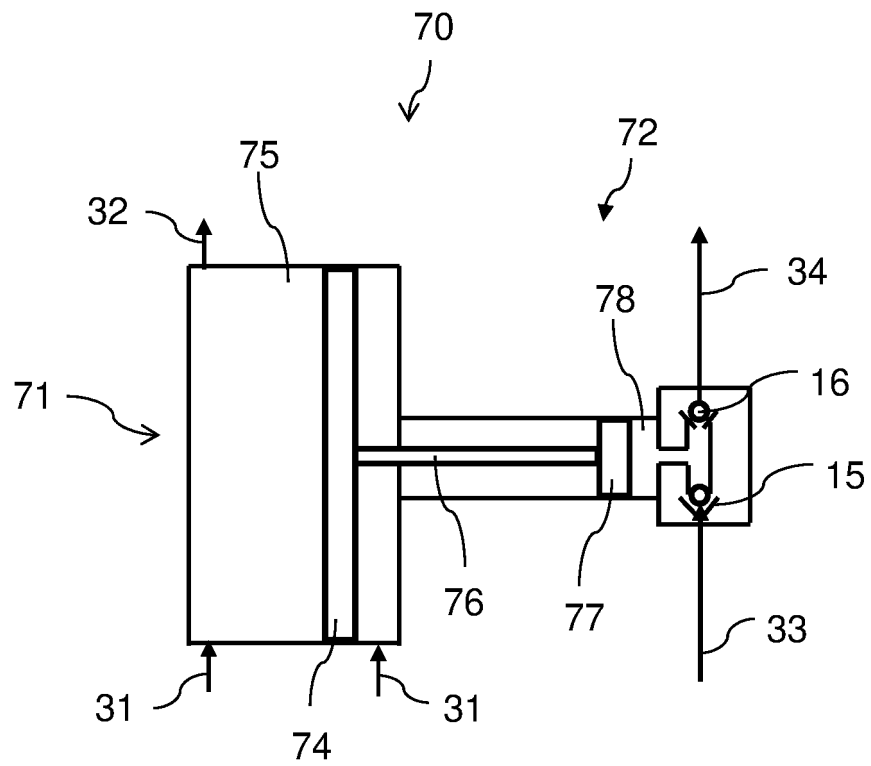


Figure 5

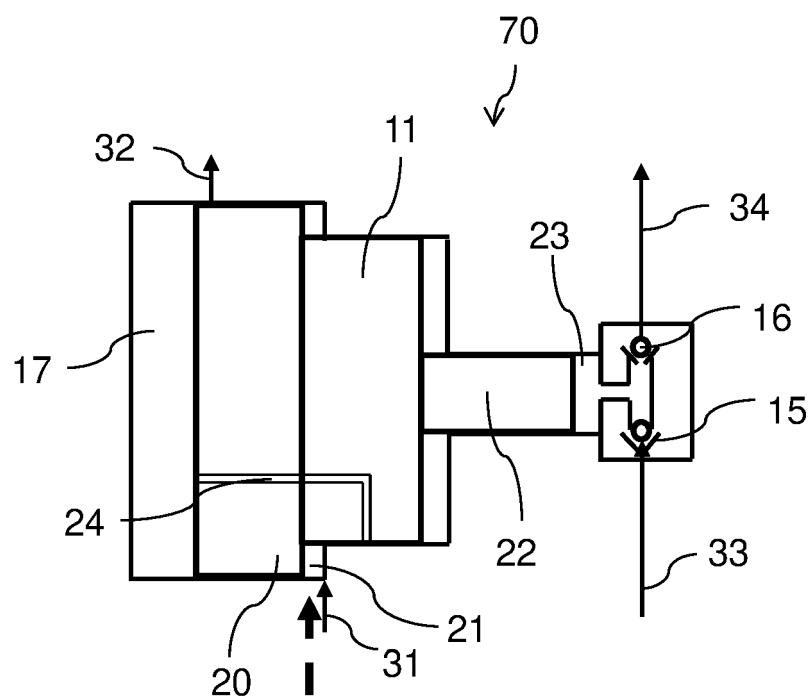


Figure 6

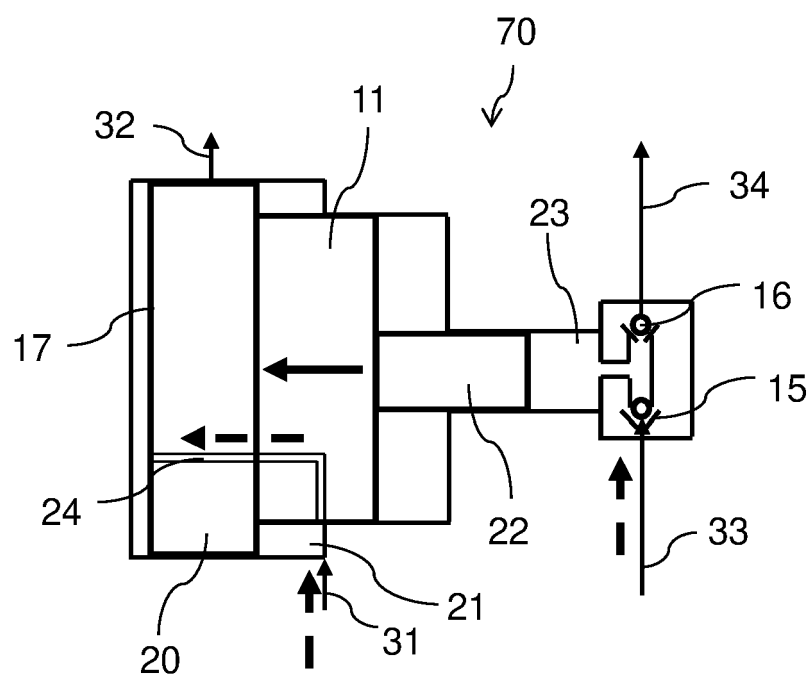


Figure 7

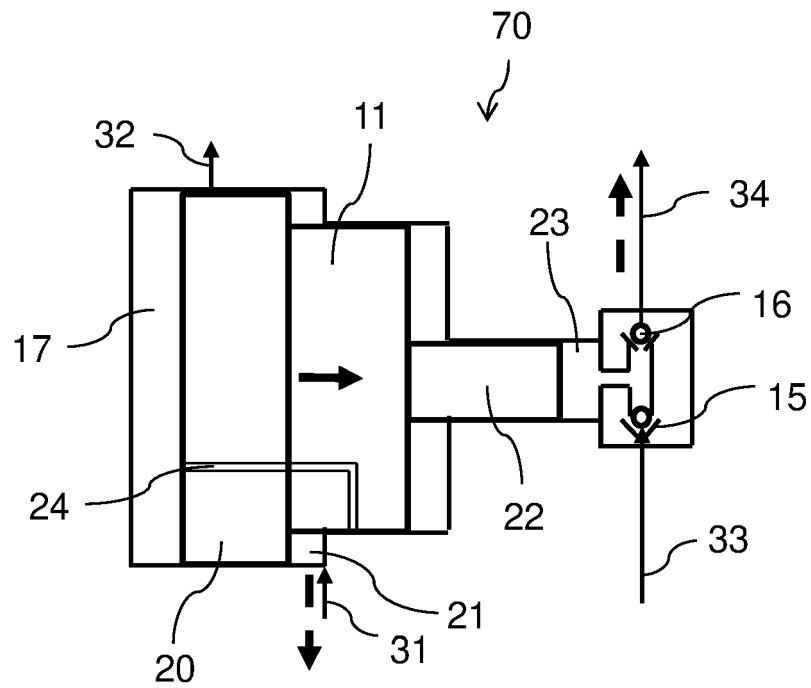


Figure 8

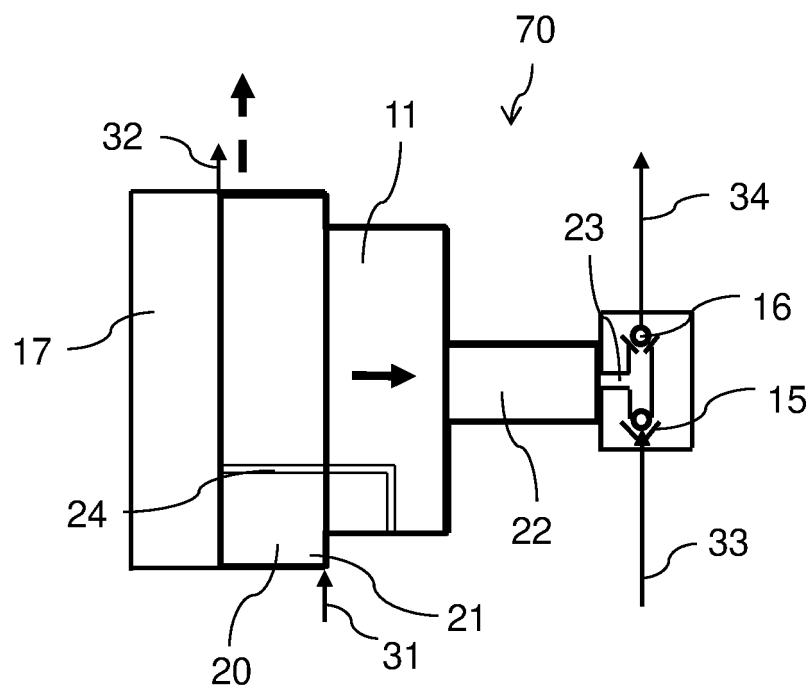


Figure 9

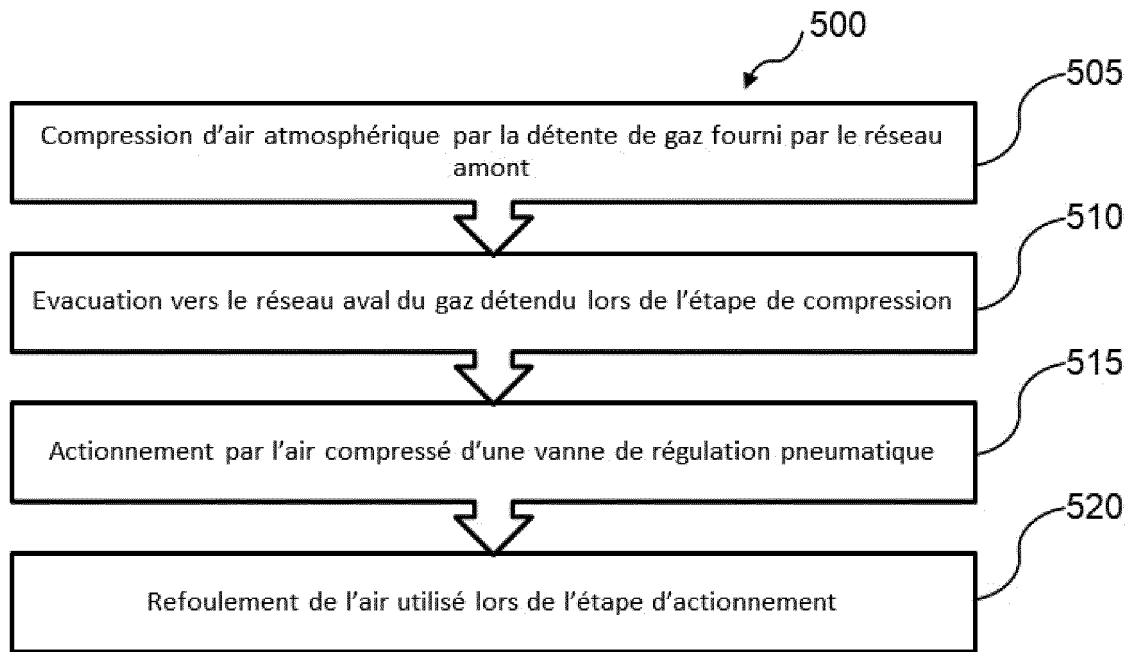


Figure 10

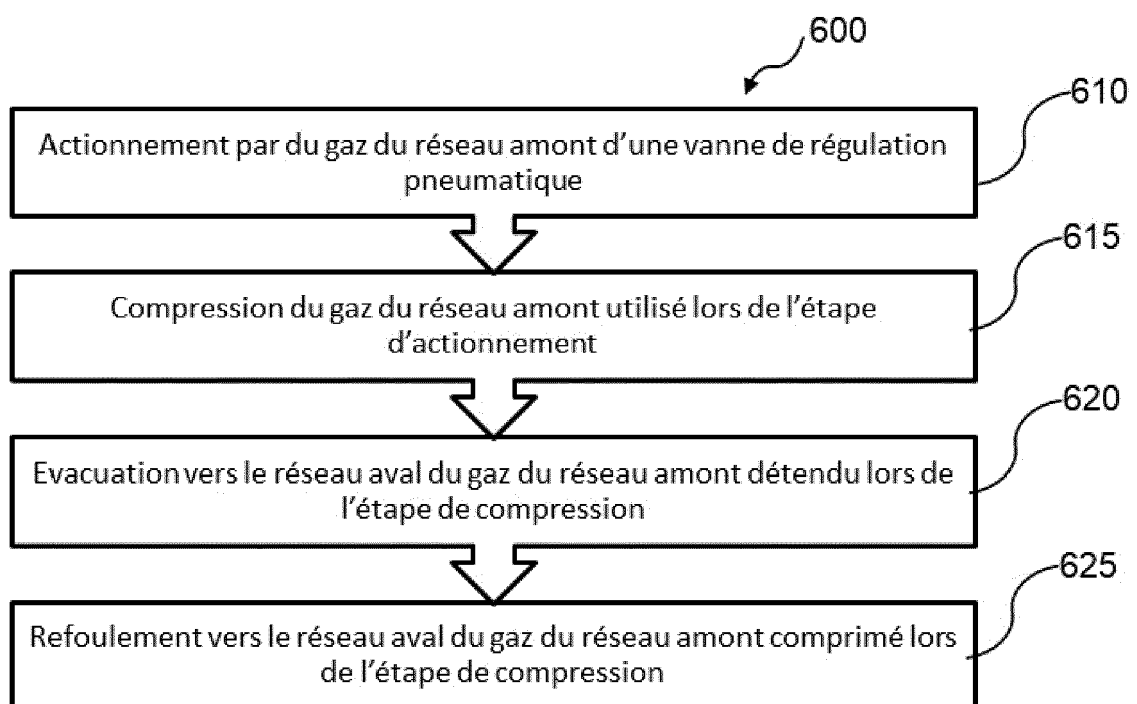


Figure 11

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2019239083 A [0006]