(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 0 895 020 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
18.02.2009 Bulletin 2009/08

(51) Int Cl.:
F17D 1/20 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **98401961.2**

(22) Date de dépôt: **31.07.1998**

(54) **Dispositif d'introduction d'air pour un réservoir hydropneumatique**

Vorrichtung zur Einführung von Luft in einem hydropneumatischen Vorratsbehälter

Device for introducing air into a hydropneumatic reservoir

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorité: **01.08.1997 FR 9709902**

(43) Date de publication de la demande:
03.02.1999 Bulletin 1999/05

(73) Titulaire: **Roche, Emile**
01000 Saint-Denis-les-Bourg (FR)

(72) Inventeur: **Roche, Emile**
01000 Saint-Denis-les-Bourg (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel**
Bureau Casalonga & Josse
Bayerstrasse 71/73
80335 München (DE)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 617 227
FR-A- 2 416 417
US-A- 3 347 256
US-A- 4 182 358

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).

EP 0 895 020 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'introduction d'air dans un réservoir hydropneumatique équipant une canalisation hydraulique qui peut être, notamment, un réseau de distribution d'eau potable ou d'irrigation, ou un réseau d'évacuation d'eaux usées ou de liquides chimiques.

[0002] Un réservoir hyropneumatique peut fonctionner en réservoir de régulation (ou hydrophore) pour réguler la pression de pompage et assurer la continuité du service dans la canalisation, dans une plage de pression entre un niveau haut et un niveau bas. Au dépassement du niveau haut de pression, la pompe (ou une des pompes) d'alimentation de la canalisation est arrêtée. Le réservoir de régulation fait alors un apport d'eau dans la canalisation. Lorsque le niveau bas est atteint, la pompe est redémarrée pour assurer une pression et un débit suffisants dans la canalisation.

[0003] Un réservoir hydropneumatique peut également être utilisé comme réservoir anti-bélier d'une canalisation hydraulique afin de compenser les effets de dépression et de surpression provoqués, par exemple, par l'arrêt d'une pompe ou la fermeture d'une vanne. Le fonctionnement d'un tel réservoir est connu notamment par le brevet français n° 2 416 417 (ROCHE).

[0004] EP 0 617 227 décrit par ailleurs un système de régulation d'air pour un réservoir hydropneumatique.

[0005] Le bon fonctionnement d'un réservoir hydropneumatique nécessite le maintien d'une quantité d'air la plus constante possible à l'intérieur de celui-ci. Le réservoir hydropneumatique contient en effet, en fonctionnement, de l'eau ou un liquide quelconque en écoulement dans la canalisation, et de l'air enfermé dans le réservoir juste au-dessus de la surface d'eau ou de liquide. Une dissolution de l'air dans le liquide peut se produire et créer ainsi une variation de la quantité d'air enfermée dans le réservoir. Il est donc nécessaire d'introduire de l'air dans le réservoir en cas d'insuffisance.

[0006] Pour éviter le contact entre l'air et le liquide et éviter ainsi une dissolution d'air, on utilise parfois des vessies qui présentent des inconvénients de coût, voire de fragilité, notamment pour les installations de grande taille et les fortes pressions, de perte de charge à la vidange en raison de la mise en place d'une grille destinée à prévenir l'extrusion de la vessie, et de nécessité du contrôle du gonflage d'air de l'appareil. On peut également citer l'utilisation de compresseurs d'air. Toutefois, ceux-ci ne sont pas préconisés pour les réseaux d'eau potable en raison du risque de présence d'huile dans l'air injecté, et sont relativement onéreux.

[0007] L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients des systèmes précités en proposant un dispositif d'introduction d'air simple, peu coûteux, à faible consommation d'énergie et ne modifiant pas le fonctionnement hydraulique de l'installation.

[0008] Le dispositif d'introduction d'air, selon l'invention, est destiné à un système hydraulique comprenant un réservoir hydropneumatique monté sur une canalisation. Le dispositif d'introduction d'air est monté de façon à introduire de l'air dans une zone en eau du système où la pression est voisine de la pression atmosphérique, c'est-à-dire inférieure ou légèrement supérieure. Le dispositif est actif uniquement lorsqu'un manque d'air est constaté dans le réservoir hydro-pneumatique. Ainsi, l'énergie nécessitée par l'introduction d'air est faible, voire presque nulle dans certains cas.

[0009] Le dispositif comprend, en général, un tube d'amenée d'air équipé de moyens de contrôle de l'introduction d'air.

[0010] Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif d'introduction d'air est monté sur la canalisation entre une prise d'eau et une pompe.

[0011] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la canalisation est pourvue d'un moyen déprimogène en amont du réservoir hydro-pneumatique, le tube d'amenée d'air étant relié audit moyen déprimogène.

[0012] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le dispositif d'introduction d'air comprend un tube de dérivation relié à une partie en eau du réservoir hydropneumatique, une pompe auxiliaire montée sur le tube de dérivation, et un moyen déprimogène monté en aval de la pompe auxiliaire, le tube d'amenée d'air étant relié audit moyen déprimogène.

[0013] Avantageusement, le moyen déprimogène comprend un tube de venturi. Le tube de venturi permet d'obtenir une pression de liquide localement inférieure à la pression atmosphérique. D'autres moyens déprimogènes sont envisageables : diaphragme, etc.

[0014] Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif d'introduction d'air comprend une vanne électrique et un robinet de réglage ou un limiteur de débit d'introduction d'air disposés sur le tube d'amenée d'air.

[0015] Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif d'introduction d'air est monté en amont d'une pompe, le tube d'amenée d'air débouchant dans la zone de faible pression de la pompe. La zone de faible pression désigne l'endroit de la pompe où, lors de son fonctionnement, de l'air peut être injecté et où la pression des filets liquides est minimale ou proche du minimum.

[0016] En variante, le tube d'amenée d'air peut déboucher dans la crépine d'entrée de la pompe.

[0017] Le dispositif d'introduction d'air comprend un petit surpresseur d'air monté sur le tube d'amenée d'air, lorsque la pression P_S est supérieure à la pression atmosphérique. P_S est la pression absolue dans la zone d'introduction d'air , crépine de pompe, zone de faible pression de la pompe, canalisation d'aspiration à l'amont de la pompe, etc.

[0018] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la pression P_S est inférieure à la pression atmosphérique et le surpresseur est inutile.

[0019] L'invention a également pour objet une pompe équipée d'un dispositif d'introduction d'air et un réservoir hydropneumatique équipé d'un dispositif d'introduction d'air.

[0020] Grâce à l'invention, on peut introduire de l'air dans un réservoir hydropneumatique avec une faible ou très faible consommation d'énergie et en utilisant un dispositif d'une grande simplicité et de faible coût.

[0021] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 montre schématiquement un système hydraulique pourvu d'un dispositif d'introduction d'air selon l'invention;
la figure 2 montre schématiquement un autre système hydraulique avec un dispositif d'introduction d'air disposé à l'entrée d'une pompe;
la figure 3 montre schématiquement un système hydraulique pourvu d'une pompe immergée, le dispositif d'introduction d'air étant monté sur la pompe;
la figure 4 est une variante de la figure 3;
la figure 5 est une autre variante de la figure 3;
la figure 6 montre une variante de la figure 2;
la figure 7 montre schématiquement un dispositif d'introduction d'air à surpresseur immergé;
la figure 8 est une vue de côté en élévation d'un réservoir hydro-pneumatique;
la figure 9 montre schématiquement une canalisation équipée d'un dispositif d'introduction d'air conforme à l'invention;
les figures 10 et 11 montrent schématiquement un réservoir hydropneumatique équipé d'un dispositif d'introduction d'air conforme à l'invention; et
la figure 12 montre schématiquement une variante dans laquelle le dispositif d'introduction d'air est disposé entre la canalisation et le réservoir hydropneumatique.

[0022] Comme on peut le voir sur la figure 1, le système hydraulique comprend une canalisation 1 pourvue d'une pompe 2 et d'un réservoir hydropneumatique 3 disposé en aval de la pompe 2 sur la canalisation 1 et servant de réservoir de régulation ou de réservoir anti-bélier. L'extrémité amont la de la canalisation 1 est équipée d'une crépine 4 et d'un clapet de pied, non représenté, pour prélever de l'eau ou un liquide quelconque dans une bâche 5.

[0023] Dans le cas d'un usage en réservoir de régulation et en ne considérant qu'un des cas pouvant se présenter, le réservoir hydropneumatique 3 permet d'adapter le débit de liquide dans la canalisation 1 aux besoins des utilisateurs. Ainsi, lorsque le liquide dans le réservoir hydropneumatique 3 atteint un niveau supérieur 6a, la pompe 2 est arrêtée et le réservoir hydropneumatique 3 se vide progressivement en fournissant du liquide dans la canalisation 1. Lorsque le liquide dans le réservoir hydropneumatique 3 atteint le niveau inférieur 6b, la pompe 2 est redémarrée pour assurer, d'une part, le débit dans la canalisation 1 et, d'autre part, le remplissage du réservoir hydropneumatique 3. Un autre usage du réservoir hydropneumatique est l'emploi comme réservoir anti-bélier comme déjà indiqué.

[0024] Le bon fonctionnement du réservoir hydropneumatique 3 exige qu'une quantité d'air relativement constante soit présente à l'intérieur. Or, l'air présent dans le réservoir hydro-pneumatique 3 a tendance à se dissoudre dans le liquide.

[0025] On prévoit donc sur la canalisation 1 entre la crépine 4 et la pompe 2, un dispositif d'introduction d'air 7 comprenant un tube 8 dont une extrémité débouche à l'air libre et dont l'autre extrémité débouche dans la canalisation 1, une vanne électrique 9 et un organe limiteur de débit d'air 10, par exemple un robinet de réglage d'introduction d'air, tous deux disposés sur le tube d'amenée d'air 8. La vanne électrique 9 est reliée à un détecteur de manque d'air 11 disposé sur le réservoir hydropneumatique 3. Le détecteur de manque d'air peut être, par exemple, un capteur de niveau mais d'autres systèmes sont possibles.

[0026] Uniquement lorsqu'un manque d'air est à combler dans le réservoir hydropneumatique 3 et que la pompe 2 est en fonctionnement, la vanne électrique 9 est ouverte, ce qui provoque l'introduction d'air par le tube 8 dans la canalisation 1 en amont de la pompe 2. En effet, la pression P_S régnant dans la portion de canalisation 1 limitée par la pompe 2 et la crépine 4, est inférieure à la pression atmosphérique en raison de l'aspiration de la pompe 2 et du fait que celle-ci est disposée au-dessus du niveau du plan d'eau. L'air ainsi introduit passe ensuite dans la pompe 2 puis dans le réservoir hydropneumatique 3.

[0027] Pour ne pas dégrader les caractéristiques de fonctionnement de la pompe 2, on limite la quantité d'air introduite à une faible fraction, par exemple quelques pour cent, du débit de liquide dans la canalisation 1. Ce réglage est effectué grâce au robinet de réglage 10. Pour garantir que tout l'air introduit dans la canalisation 1 passe dans le réservoir hydropneumatique 3, on peut prévoir un piège à air 12 disposé à la base du réservoir hydropneumatique 3. Le piège à air 12 peut consister en une portion de canalisation en pente dirigée vers le bas dans le sens aval.

[0028] Ainsi, l'introduction d'air est effectuée au moyen d'un dispositif simple, bon marché et dont la seule consommation d'énergie est nécessitée par l'actionnement de la vanne électrique 9.

[0029] Sur la figure 2, la bâche 5 est disposée à une altitude supérieure à celle de la pompe 2. Le dispositif d'introduction d'air 7 est alors disposé à proximité immédiate de la pompe 2, le tube d'amenée d'air 8 débouchant dans la zone de faible pression de la pompe 2 pour profiter du fait que la pression P_S y est inférieure à la pression atmosphérique.

[0030] Sur la figure 3, la pompe 2 est du type immergé. Le dispositif d'introduction d'air 7 est là encore prévu avec le tube 8 débouchant dans la zone de faible pression de la pompe 2 pour profiter du fait que la pression P_S y est

inférieure à la pression atmosphérique.

[0031] Bien entendu, le dispositif d'introduction d'air fonctionne de la même façon pour une pompe ou pour une pluralité de pompes disposées en parallèle. Un seul dispositif peut être prévu pour plusieurs pompes, le tube 8 comportant alors des ramifications vers chaque pompe après la vanne électrique 9 et le robinet de réglage 10 (figures 1, 2, 3), ou équipées chacune d'une vanne électrique pour éviter que de l'air surpressé n'aboutisse aux crépines des pompes à l'arrêt (figures 4 et 5 et éventuellement 6).

[0032] Sur la figure 4, la pompe 2 est immergée. Le tube d'amenée d'air 8 du dispositif d'introduction d'air 7 débouche dans la crépine 4 de la pompe 2. La pression P_S régnant dans la crépine 4 est légèrement supérieure à la pression atmosphérique. Le dispositif d'introduction d'air 7 est donc pourvu d'un surpresseur d'air 13 disposé en amont du robinet de réglage 10 et capable de fournir une légère surpression par rapport à la pression P_S régnant dans la crépine 4 moins la pression atmosphérique et plus les pertes de charge dans le dispositif. Par exemple, une surpression de l'ordre de quelques dixièmes de bars peut être nécessaire.

[0033] La figure 5 montre une variante proche de la figure 4, dans laquelle la pompe 2 est remplacée par un groupe électropompe immergé pourvu d'une pompe 14 et d'un moteur d'entraînement 15. Dans le cas des figures 4 et 5, la vanne électrique n'est pas nécessaire, car l'introduction d'air est maîtrisée par le fonctionnement et l'arrêt du surpresseur 13. En effet, le surpresseur 13 fonctionne uniquement lorsqu'il faut compenser un déficit d'air dans le réservoir hydro-pneumatique et lorsque la pompe fonctionne. On peut équiper le tube d'amenée d'air 8 d'un clapet 16.

[0034] La figure 6 montre un système hydraulique identique à celui de la figure 2, mais dans lequel le dispositif d'introduction d'air est similaire à celui de la figure 4 car P_S est supérieure à la pression atmosphérique. Le dispositif d'introduction d'air est pourvu d'un surpresseur 13 et son tube 8 débouche immédiatement à l'entrée de la pompe 2 ou, ce qui est mieux, dans la zone de faible pression de la pompe 2, ce qui réduit la valeur de P_S. Le surpresseur 13 peut être équipé d'une bouteille-tampon, non représentée, au cas où son débit serait trop important. Le clapet 16 ou une vanne électrique 9, est ici indispensable pour empêcher un retour de liquide vers le surpresseur 6, lorsque la pompe 2 est à l'arrêt ainsi que le surpresseur.

[0035] Sur la figure 7, le dispositif d'introduction d'air 7 est pourvu d'un surpresseur 13 immergé, le robinet de réglage 10 étant disposé à l'air libre, en amont du surpresseur 13 sur le tube d'amenée d'air 8. Le tube d'amenée d'air 8 se raccorde à une crépine ou à la zone de faible pression d'une pompe immergée, non représentée.

[0036] Sur la figure 8, le réservoir hydropneumatique 3 est disposé en position allongée et est relié à une portion de canalisation amont 1b et à une portion de canalisation aval 1c. Comme les deux portions de canalisation 1b et 1c débouchent directement dans le réservoir hydropneumatique 3 sans être reliées mutuellement, on garantit que de l'air arrivant par la portion de canalisation amont 1b reste dans le réservoir hydropneumatique 3 et n'est pas envoyé dans la portion de canalisation aval 1c. Un système équivalent peut équiper un réservoir hydropneumatique en position verticale, les portions de canalisation 1b et 1c arrivant alors dans le fond bombé de ce réservoir.

[0037] D'autres types de pièges à air sont possibles, notamment ceux qui figurent dans le brevet européen n° 93 400 771.7.

[0038] Dans certains cas, notamment pour les réservoirs hydropneumatiques installés à grande distance d'une pompe, et pour y introduire de l'air alors qu'ils se trouvent à une pression supérieure à la pression atmosphérique, on dispose un système déprimogène directement sur la canalisation 1 ou en dérivation de façon à créer une zone où la pression de service P_S est inférieure à la pression atmosphérique.

[0039] Sur la figure 9, un tube de venturi 17, qui a la forme d'un rétreint, est disposé sur la canalisation 1. Le tube de venturi 17 comprend un convergent 17a, une portion cylindrique 17b et un divergent 17c. La pression de service P_S dans la portion cylindrique 17b est largement inférieure à la pression règnant dans le reste de la canalisation 1. Le tube de venturi 17 est dimensionné pour que la pression P_S soit inférieure à la pression atmosphérique.

[0040] Le dispositif d'introduction d'air 7 comprend un tube d'amenée d'air 8 en communication avec la portion cylindrique 17b, une vanne électrique 9 et un robinet de réglage 10. On parvient ainsi à introduire de l'air dans une canalisation. sous forte pression lorsque la vanne électrique 9 est ouverte.

[0041] Grâce à l'invention, on dispose d'un dispositif d'introduction d'air dans un réservoir hydropneumatique adapté à des systèmes hydrauliques de types variés, ballons anti-bélier, réservoirs de régulation, de faible coût et de faible consommation d'énergie.

Revendications

1. Dispositif d'introduction d'air (7) dans un système hydraulique comprenant une canalisation (1), un réservoir hydropneumatique (3) monté sur la canalisation, une prise d'eau, une pompe, et un tube d'amenée d'air, **caractérisé par le fait que** le réservoir hydropneumatique est monté sur la canalisation entre une prise d'eau et une pompe (2) de façon à introduire de l'air lorsque la pompe est en fonctionnement dans une zone en eau du système où la pression absolue Ps est soit inférieure, soit légèrement supérieure à la pression atmosphérique, le dispositif étant actif uniquement lorsqu'un manque d'air est à combler dans le réservoir hydro-pneuma-

tique.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**il comprend un tube d'amenée d'air (8) équipé de moyens de contrôle de l'introduction d'air.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** la canalisation est pourvue d'un moyen déprimogène en amont du réservoir hydropneumatique, le tube d'amenée d'air étant relié audit moyen déprimogène.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** le moyen déprimogène comprend un tube de venturi (17).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé par le fait qu'**il comprend une vanne électrique (9) et un organe limiteur de débit (10) de l'introduction d'air disposés sur le tube d'amenée d'air.

6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**il est monté en amont d'une pompe, le tube d'amenée d'air débouchant dans une zone de faible pression de la pompe.

7. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**il est monté en amont d'une pompe immergée, le tube d'amenée d'air débouchant dans la crépine (4) d'entrée de la pompe.

8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé par le fait qu'**il comprend un surpresseur d'air (13) monté sur le tube d'amenée d'air lorsque la pression Ps est supérieure à la pression atmosphérique.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que** la pression Ps est inférieure à la pression atmosphérique.

Claims

1. Device (7) for letting air into a hydraulic system comprising a pipe (1), a hydropneumatic reservoir (3) mounted on the pipe, a water tapping, a pump and an air tube, **characterized in that** the hydropneumatic reservoir is mounted on the pipe between a water tapping and a pump (2) so as to introduce air when the pump is running into a water-filled region of the system in which the absolute pressure Ps is either lower or slightly higher than atmospheric pressure, the device being active only when a lack of air in the hydropneumatic reservoir needs to be made up.

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** it comprises an air tube (8) equipped with means of controlling the introduction of air.

3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the pipe is provided with a means of generating a reduced pressure upstream of the hydropneumatic reservoir, the air tube being connected to the said means of generating a reduced pressure.

4. Device according to Claim 3, **characterized in that** the means of generating a reduced pressure comprises a Venturi tube (17).

5. Device according to any one of Claims 2 to 4, **characterized in that** it comprises an electric valve (9) and a flow limiter (10) that limits the rate at which air is introduced, these both being positioned on the air tube.

6. Device according to Claim 1, **characterized in that** it is mounted upstream of a pump, the air tube opening into a low-pressure region of the pump.

7. Device according to Claim 1, **characterized in that** it is mounted upstream of an immersed pump, the air tube opening into the inlet suction strainer (4) of the pump.

8. Device according to Claim 6 or 7, **characterized in that** it comprises an air pressurizer (13) mounted on the air tube when the pressure Ps is higher than atmospheric pressure.

9. Device according to any one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the pressure Ps is lower than atmospheric pressure.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einführen von Luft (7) in ein Hydrauliksystem mit einer Leitung (1), einem hydropneumatischen Vorratsbehälter (3), der auf der Leitung montiert ist, einer Wasseraufnahme, einer Pumpe und mit einem Rohr für das Zuführen von Luft, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydropneumatische Vorratsbehälter auf der Leitung zwischen einer Wasseraufnahme und einer Pumpe (2) derart angeordnet ist, dass Luft in einem Bereich im Wasser des Systems, wo der absolute Druck Ps entweder kleiner oder leicht höher ist als der atmosphärische Druck, zugeführt wird, wenn die Pumpe arbeitet, wobei die Anordnung lediglich arbeitet, wenn ein Mangel an Luft in dem hydropneumatischen Vorratsbehälter auszugleichen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Rohr (8) für das Zuführen

von Luft aufweist, das mit Einrichtungen zum Regeln des Zuführens von Luft ausgestattet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitung vor dem hydropneumatischen Vorratsbehälter mit einer Unterdruck erzeugenden Einrichtung versehen ist, wobei die Luftzufuhr mit der Unterdruck erzeugenden Einrichtung verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterdruck erzeugende Einrichtung ein Venturirohr (17) aufweist.

5. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Elektroventil (9) und einen Mengenbegrenzer (10) für das Zuführen von Luft aufweist, die auf dem Rohr für das Zuführen von Luft angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie vor der Pumpe angeordnet ist, wobei das Rohr für das Zuführen von Luft in einem Bereich der Pumpe mit geringem Druck mündet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie vor einer Tauchpumpe angeordnet ist, wobei das Rohr für das Zuführen von Luft im Saugkopf (4) des Pumpeneinganges mündet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Luftvorverdichter (13) aufweist, der auf dem Rohr für das Zuführen von Luft angeordnet ist, wenn der Druck Ps höher ist als der Atmosphärendruck.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck Ps kleiner ist als der Atmosphärendruck.

FIG.1

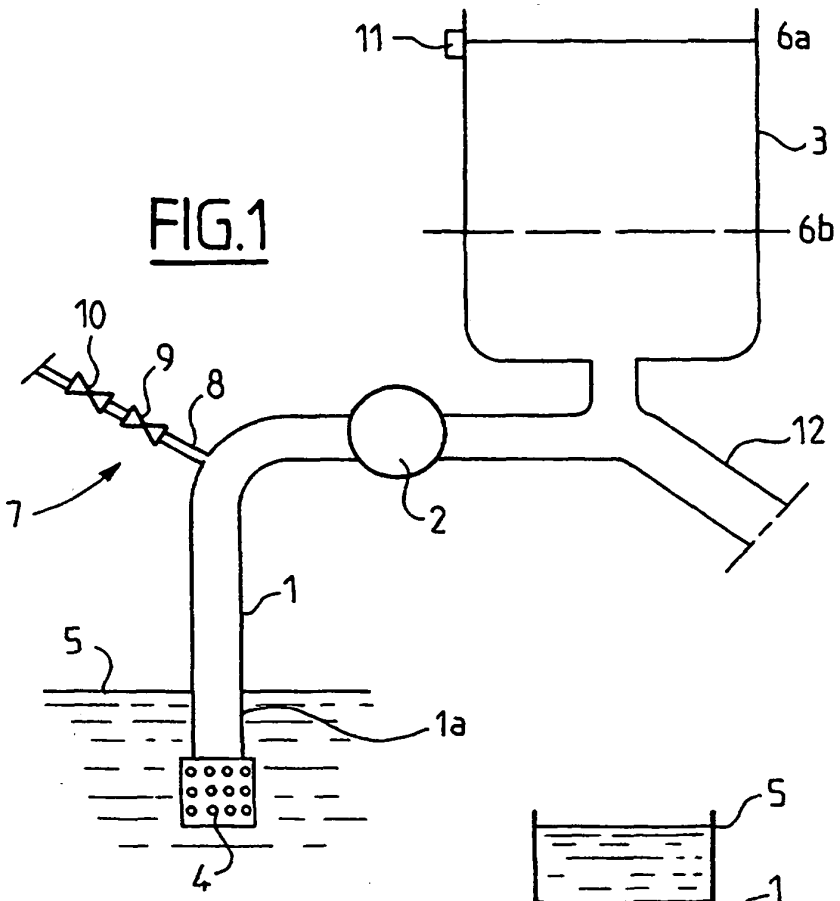
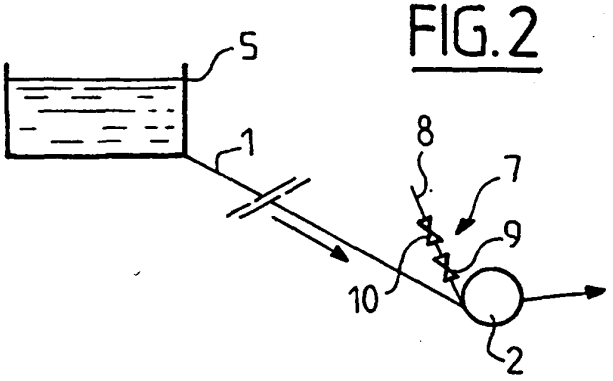


FIG.2



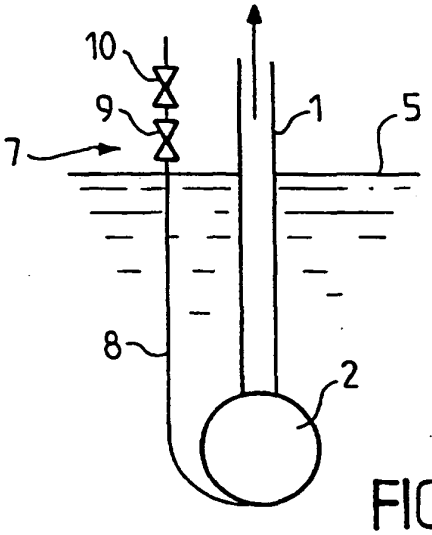


FIG.3

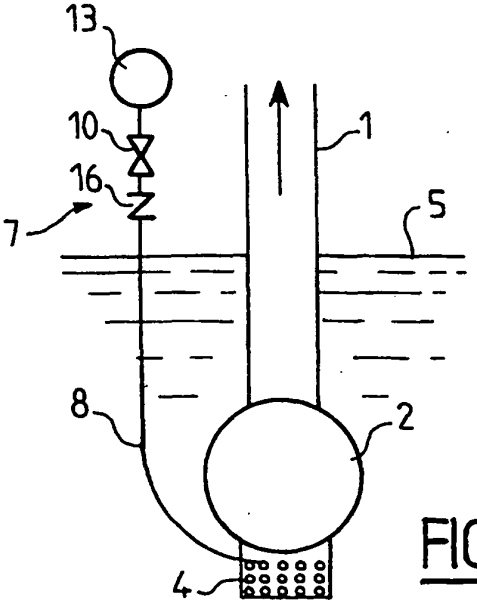


FIG.4

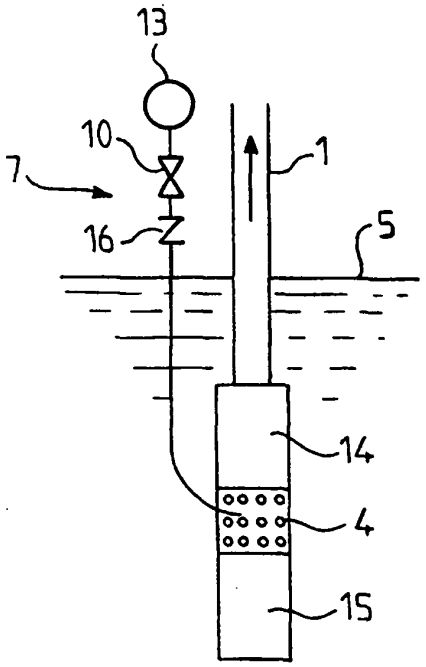


FIG.5

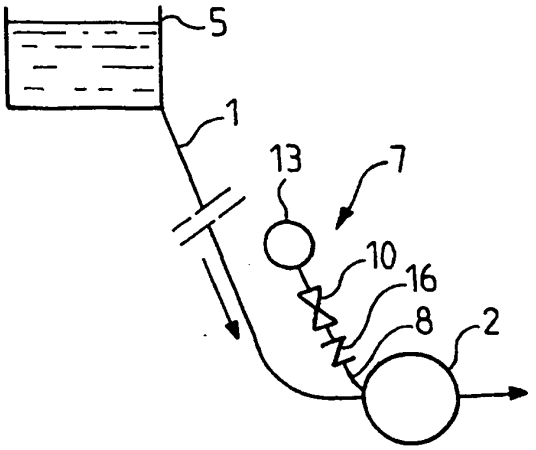


FIG.6

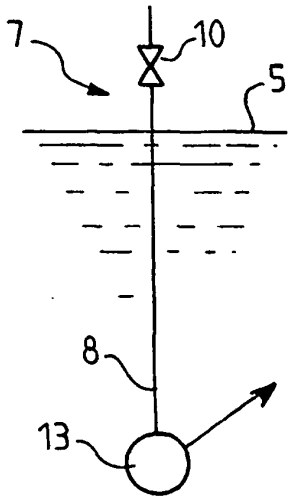


FIG.7

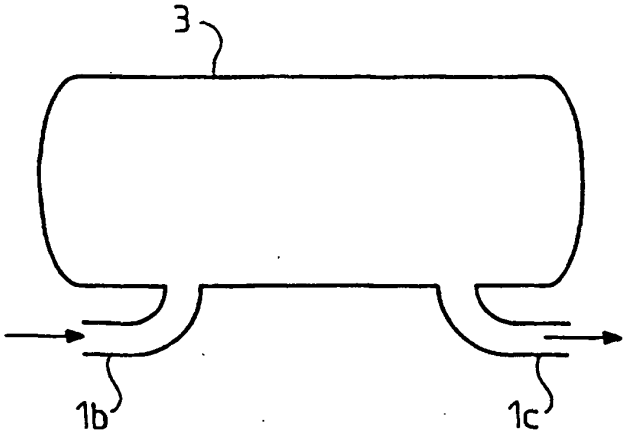


FIG.8

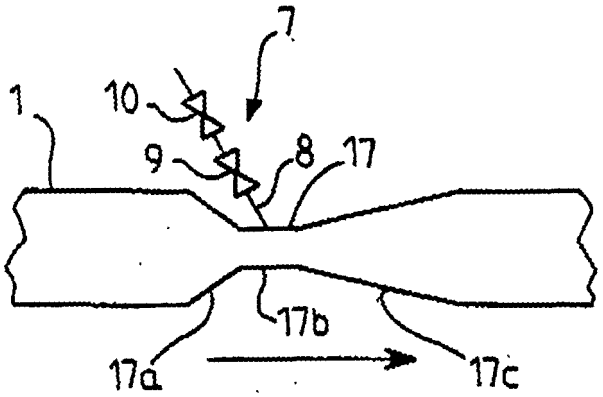


FIG.9

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

- FR 2416417 **[0003]**
- EP 0617227 A **[0004]**
- EP 93400771 A **[0037]**