

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 12558**

---

(54) Appareil pour l'entretien d'installations de réfrigération comprenant un circuit intermédiaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 25 B 41/00, 45/00 // B 64 D 47/00.

(22) Date de dépôt..... 25 juin 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 27 juin 1980, n° P 30 24 098.3.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 53 du 31-12-1981.

---

(71) Déposant : Société dite : MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM Gesellschaft mit beschränkter Haftung, résidant en RFA.

(72) Invention de : Horst Paulokat.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau D. A. Casalonga, Office Josse & Petit,  
8, av. Percier, 75008 Paris.

Appareil pour l'entretien d'installations de réfrigération comprenant un circuit intermédiaire.

Les installations de réfrigération fonctionnant suivant le cycle de Rankine présentent généralement un circuit fermé pour le fluide frigorigène, par exemple à base de dérivés fluorés d'hydrocarbures. Lorsque les éléments du cycle servant à absorber la chaleur (évaporateur) et les éléments servant à restituer la chaleur (compresseur, condenseur) sont séparés dans l'espace les uns des autres, le fluide frigorigène doit être acheminé par des canalisations appropriées. Une installation de réfrigération se trouvant à bord d'avions présente, en dehors du premier circuit défini ci-dessus (circuit primaire), encore un second circuit (circuit intermédiaire ou circuit secondaire) entre le groupe frigorifique et les dispositifs de réfrigération proprement dits. Ce circuit renferme un second fluide frigorigène, par exemple un mélange de propylène-glycol et d'eau. Dans de telles installations, seul le second fluide frigorigène qui pose beaucoup moins de problèmes que le premier circule par les canalisations posées à bord de l'avion entre le groupe frigorifique et les dispositifs de refroidissement situés dans la zone cuisine. Du fait de cette structure, les opérations nécessaires en règle générale pour l'entretien, à savoir :

- essais de pression des canalisations du circuit intermédiaire, à l'aide d'azote,
- remplissage des canalisations par du fluide frigorigène, et
- purge du système

sont limitées au circuit intermédiaire. Il est connu que ces travaux peuvent être exécutés en respectant des réglementations établies à ce sujet, mais la mise en oeuvre de ces travaux est relativement peu économique. Ainsi, par exemple, on utilise pour l'essai de pression un dispositif séparé prévu spécialement à cet effet. Le remplissage et la purge sont effectués à l'aide d'un appareil multi-usages qui permet entre autres également d'effectuer des travaux sur le circuit primaire. Cet appareil est relativement compliqué et encombrant et ne peut

pas être emporté à bord en vue de travaux d'entretien. En outre, deux personnes sont nécessaires pour effectuer les travaux, l'une établissant ou supprimant les jonctions nécessaires sur l'installation du réfrigération, à bord de l'avion, et l'autre manipulant l'appareil multi-usages installé au sol, ce qui exige, en outre, un moyen de communication, par exemple par voie radio. Par ailleurs, cet appareil comporte une pompe électrique incorporée et est, de ce fait, assujéti à une alimentation externe en courant.

10 La présente invention a pour objet un appareil léger, simple, et indépendant d'une alimentation en courant externe, permettant d'exécuter d'une manière simple l'essai de pression, le remplissage et la purge des circuits secondaires d'installations de réfrigération.

15 L'appareil conforme à l'invention comprend une partie pour l'essai de pression des canalisations du circuit intermédiaire à l'aide d'azote (partie azote) et une partie pour le remplissage à l'aide d'un fluide frigorigène ainsi que pour la purge du circuit intermédiaire et/ou des dispositifs de réfrigération (partie fluide frigorigène).

20 L'appareil conforme à l'invention permet un déroulement simple des travaux d'entretien sur les circuits secondaires d'installations de réfrigération, ainsi que les dispositifs de réfrigération de ces installations. L'appareil est utilisé par exemple à bord d'avions directement à l'emplacement de jonction entre le groupe frigorifique et le circuit intermédiaire, ce qui n'exige qu'une seule personne.

La partie azote comprend avantageusement une conduite renfermant une vanne d'arrêt et un manomètre et comportant deux accouplements, l'un pour le raccordement à l'alimentation en azote et l'autre pour le raccordement aux canalisations du circuit intermédiaire.

La partie fluide frigorigène comprend avantageusement un réservoir pour le fluide frigorigène, avec une conduite d'entrée et une conduite de sortie, la conduite d'entrée renfermant un manomètre et une vanne, la conduite de sortie une autre vanne et une pompe à main et les deux conduites étant pourvues chacune d'au moins un accouplement à leur extrémité.

De préférence, le réservoir de fluide frigorigène comporte un regard avec un tube d'entrée raccordé à la conduite d'entrée, un indicateur de niveau de liquide, un orifice de remplissage avec bouchon et un thermomètre.

5 Dans la conduite de sortie sont avantageusement montés une vanne supplémentaire, un accouplement supplémentaire et une pompe à main supplémentaire, plus forte, la conduite de sortie étant munie de deux accouplements à son extrémité.

10 Pour permettre une observation du regard depuis le haut, un miroir oblique peut être rapporté sur le réservoir, devant une vitre du regard, et une ampoule est montée dans le réservoir, derrière le regard.

15 L'indicateur de niveau de liquide peut être constitué par un flotteur relié à une bande sans fin passant sur deux rouleaux.

20 L'indicateur de niveau de liquide peut également être constitué par un flotteur coopérant à la manière d'un écrou avec une vis à pas large mobile en rotation, le flotteur étant mobile suivant l'axe de la vis et immobilisé en rotation par rapport au boîtier de l'indicateur et la vis portant une aiguille indicatrice.

25 Toutes les parties de l'appareil sont avantageusement montées dans un boîtier muni d'un couvercle, une plaque de commande portant tous les organes de manœuvre, de commande, et de raccordement étant disposée à la partie supérieure du corps du boîtier.

En se référant au dessin annexé, on va décrire ci-après plus en détail l'objet de l'invention; sur le dessin :

30 la figure 1 représente le schéma de principe d'un appareil conforme à l'invention;

la figure 2 représente le schéma de la figure 1, mais avec une pompe double et une entrée pour un liquide de rinçage;

les figures 3a à 3c représentent trois modes de réalisation différents d'un regard;

35 les figures 4a et 4b représentent deux modes de réalisation différents d'un indicateur de niveau de liquide;

la figure 5 est une vue en plan d'une plaque de commande de l'appareil;

4.

la figure 6 est une vue d'ensemble de l'appareil.

La figure 1 représente le schéma de principe d'un appareil 1 pour l'essai de pression, le remplissage et la purge du circuit intermédiaire d'installations de réfrigération et des dispositifs de réfrigération de telles installations, comprenant une partie azote 1a et une partie fluide frigorigène 1b. La partie azote 1a comprend principalement une vanne d'arrêt 2, un manomètre 3 et deux accouplements 4a et 4b reliés entre eux par une conduite 5. La partie fluide frigorigène 1b comprend principalement un réservoir 6 avec un regard 7, un tube d'entrée 8 visible à travers le regard 7, un indicateur de niveau de liquide 9 et un orifice de remplissage 10 avec bouchon et canal d'aération, le réservoir étant muni d'une conduite d'entrée 11 et d'une conduite de sortie 12. La conduite d'entrée 11 comporte à son extrémité un accouplement 13a et renferme un manomètre 14 ainsi qu'une vanne 15. La conduite de sortie 12 comporte à son extrémité deux accouplements 13b, 13c et renferme une pompe à main 17 fournissant une pression d'au moins 45 bars et une vanne 18. Pour la mise en service, on ferme toutes les vannes de l'appareil 1, l'accouplement 4a étant relié à une alimentation en azote non représentée (bouteille sous pression) et le réservoir 6 étant rempli de fluide frigorigène 20 jusqu'à un repère 19 porté sur le regard 7 et indiquant le niveau maximal de remplissage. La quantité de liquide correspondant à ce niveau est choisie de manière à suffire pour le remplissage des installations de réfrigération usuelles. La température du fluide frigorigène 20 est contrôlée à l'aide d'un thermomètre 21. Les accouplements 4 et 13 reliant les conduites 5, 11 et 12 à des canalisations non représentées de l'installation, sont réalisés sous la forme d'accouplements rapides. Ces accouplements permettent le branchement et le débranchement des conduites remplies, sans échappement de liquide. Des tuyaux souples de raccordement équipés d'accouplements rapides sont adjoints à l'appareil. Dans la description des opérations de travail, on suppose que le circuit intermédiaire de bord est complètement installé, mais n'est pas encore rempli de fluide frigorigène.

Pour l'essai de pression des canalisations de bord,

s'étendant entre le groupe frigorifique et les dispositifs de réfrigération, on installe l'appareil 1 avantageusement au voisinage du groupe frigorifique. On ouvre les raccords des canalisations entre les dispositifs de réfrigération et le

5 groupe frigorifique. A l'aide d'un tuyau de shuntage présentant le nombre nécessaire de branchements, on relie entre eux, c'est-à-dire on court-circuite, les raccords de canalisations se trouvant sur les dispositifs de réfrigération. On relie à

10 l'accouplement 4b de l'appareil 1 le raccord de canalisation, côté groupe, menant vers les dispositifs de réfrigération. On ouvre ensuite lentement la vanne 2 jusqu'à ce que le manomètre 3 indique la pression d'essai désirée, par exemple 65 bars. On ferme ensuite de nouveau la vanne 2. La pression établie règne maintenant à l'intérieur de l'ensemble du système de canalisations.

15 Le système de canalisations est en état si la pression reste constante pendant une durée de 15 minutes. Pour arrêter l'essai, on sépare l'alimentation en azote de l'accouplement 4a, on ouvre la vanne 2 et on sépare le raccord de canalisation de l'installation de l'accouplement 4b.

20 Pour le remplissage des dispositifs de réfrigération à l'aide de fluide frigorigène 20, on enlève le tuyau de shuntage et on relie de nouveau les canalisations aux dispositifs de réfrigération. On relie ensuite les accouplements 13a et 13b de l'appareil à l'un des dispositifs de réfrigération,

25 et cela de telle manière que l'accouplement 13b communique avec l'entrée et l'accouplement 13a vers la sortie du dispositif de réfrigération. On ouvre ensuite les vannes 15 et 18 de l'appareil et on remplit le dispositif de réfrigération de fluide frigorigène 20 à l'aide de la pompe à main 17. Le gaz se trouvant dans le système de canalisations s'échappe ainsi par la

30 conduite 11 de sorte que des bulles de gaz montent à partir du tube d'entrée 8, ces bulles de gaz étant visibles à travers le regard 7. Lorsque du liquide exempt de bulles sort du tube 8, le système de canalisations est rempli et purgé. Les dispositifs de réfrigération à circuit plus compliqué présentent

35 par exemple deux raccords d'entrée et une sortie de retour commune. Dans ce cas, le remplissage des deux branches s'effectue simultanément par les accouplements 13b et 13c. Ce

système n'est complètement purgé que lorsque, lors du pompage du fluide frigorigène 20, les deux entrées du système ont été raccordées plusieurs fois en alternance et que le fluide frigorigène revenant du dispositif de réfrigération passe sans bulles dans le regard 7. A cet effet, on débranche à chaque fois l'accouplement 13b ou 13c non utilisé. En vue d'un fonctionnement sûr de l'installation de réfrigération, il est nécessaire qu'il règne à l'intérieur du système de canalisations, selon le fluide frigorigène 20 utilisé, une pression de repos déterminée qui est fonction de la température du fluide frigorigène. Pour créer cette pression, qui peut être relevée sur un tableau, on ferme la vanne 15 et on actionne la pompe à main 17 jusqu'à ce que le manomètre 14 indique la pression désirée. On ferme ensuite également la vanne 18 et on débranche les raccords au système de canalisations. Etant donné que le groupe frigorigène est normalement rempli et présente la pression de repos correcte, l'installation de réfrigération est prête à fonctionner dès que le système de canalisations a été raccordé au groupe frigorifique.

On va esquisser ci-après brièvement d'autres travaux pouvant être exécutés à l'aide de l'appareil 1. Le fluide frigorigène se trouvant à l'intérieur d'un système de réfrigération peut être enlevé. Cela s'effectue par insufflation d'azote, le retour débouchant dans un réservoir collecteur non représenté. En outre, un système de réfrigération peut être rincé à l'aide de l'appareil 1. A cet effet, on remplit le réservoir 6 de l'appareil à l'aide d'un liquide de rinçage (par exemple de l'eau distillée) que l'on envoie à l'aide de la pompe à main 17 à travers le système, le retour débouchant de nouveau dans un réservoir collecteur. L'appareil 1 peut en principe également être utilisé pour effectuer tous les travaux décrits sur le groupe frigorifique d'une installation de réfrigération. Lorsqu'un liquide doit être pompé dans le groupe frigorifique, la pression d'ouverture des vannes se trouvant dans le groupe est fournie par la pompe à main 17 de l'appareil.

La figure 2 représente le schéma de principe selon la figure 1, mais dans lequel la pompe à main 17 est complétée par

une pompe à main supplémentaire 23 qui, comparativement à la pompe 17, présente un débit nettement plus important. L'actionnement de la pompe 23 permet de raccourcir sensiblement l'opération de remplissage. Dans cette variante, la pompe 17 n'a plus que pour but de fournir la pression nécessaire lorsque le système est déjà rempli. Une solution équivalente consiste à utiliser une pompe pouvant être commutée sur des pressions et des débits différents. Le schéma de la figure 2 comprend en outre un accouplement 24 et une vanne 25. Lors de l'utilisation du réservoir 6, la vanne 25 est toujours ouverte. Par ce mode de réalisation, le liquide à véhiculer peut être prélevé dans un réservoir supplémentaire non représenté. A cet effet, on ferme la vanne 25 et on relie le réservoir supplémentaire par l'accouplement 24 à l'appareil 1.

La figure 3 représente divers modes de réalisation du regard 7.

La figure 3a est une coupe verticale du réservoir 6 qui comprend une ouverture latérale 26, une vitre 27 transparente et un écran 28, de préférence blanc. La vitre 27 est reliée par des vis 22 à la paroi du réservoir 6, son étanchéité étant assurée par un joint non représenté. Quelques unes des vis 22 servent simultanément de support à l'écran 28 de telle manière qu'il subsiste entre la vitre 27 et l'écran blanc 28 un intervalle dans lequel débouche le tube d'entrée 8, comme représenté. Il est donc possible d'observer à travers la vitre 27 le niveau du liquide dans le réservoir 6 et la sortie du liquide de la conduite 11 par le tube 8.

La figure 3b représente un autre mode de réalisation du regard 7. En plus du tube d'entrée 8 et des parties 26 et 28, on trouve ici principalement un puits d'observation 29 avec un miroir oblique 30, une vitre transparente 31, une ampoule 32, un tube transparent 33 et un joint 34. Avec ce mode de réalisation, il est possible d'observer depuis le haut, du fait de la présence du miroir 30, les phénomènes se déroulant derrière la vitre 27. La pénétration de poussières et d'autres corps étrangers qui pourraient gêner la vue, est empêchée par la vitre transparente 31. L'écran 28 est réalisé ici sous la forme d'un écran transparent diffuseur dont le côté arrière est éclairé.



ré par l'ampoule 32. Le tube transparent 33 est maintenu, à son extrémité supérieure, par une traversée d'étanchéité 34. L'extrémité inférieure du tube 33 repose sur un support 35.

5 La figure 3c représente un autre mode de réalisation du regard 7. Le regard proprement dit présente ici la forme d'un tube transparent 36. L'espace intérieur du tube 36 communique par des coudes 37 et 38 avec l'espace intérieur du réservoir 6. Le tube d'entrée 8 débouche, comme représenté, dans le tube 36.

10 Les regards décrits ci-dessus portent des repères 19 indiquant le niveau de remplissage minimal et maximal du réservoir (voir figure 1), et peuvent, en outre, comporter une graduation en litres.

15 La figure 4 représente différents modes de réalisation de l'indicateur de niveau de liquide 9.

Selon la figure 4a, un boîtier 39 monté dans le réservoir 6 comporte deux axes fixes 40 et 41 parallèles, l'un à la partie supérieure et l'autre à la partie inférieure du réservoir 6. Des rouleaux 42 et 43 sont montés en rotation sur  
20 lesdits axes. Une bande sans fin 44 passe sur les deux rouleaux 42 et 43. La bande 44 est réalisée de manière à rouler facilement sur les rouleaux 42 et 44. Un flotteur 45 est fixé à la bande 44, à un endroit déterminé de cette dernière. Le flotteur 45 suit le niveau du liquide dans le réservoir et la bande 44  
25 porte une graduation étalonnée en litres, permettant de lire à travers une fenêtre 46 le volume de liquide contenu dans le réservoir.

Dans le mode de réalisation selon la figure 4b, une vis 48 est montée en rotation par deux paliers 49 et 50 dans un  
30 boîtier 47. Un flotteur 51 qui coopère à la manière d'un écrou avec la vis 48 est immobilisé en rotation par rapport au boîtier 47 par une rainure coopérant avec un guidage rectiligne 47a du boîtier. La position du flotteur 51 est déterminée par le niveau du liquide. En raison du filetage de la vis 48, chaque  
35 position angulaire de la vis 48 autour de l'axe 48a correspond à une position en hauteur déterminée du flotteur 51. Le niveau de liquide peut être lu à l'aide d'une aiguille 52 sur une échelle 53, à travers une fenêtre 54.

La figure 5 représente un exemple de réalisation d'une plaque de commande 55 de l'appareil 1. La plaque de commande comprend la vanne à azote 2, le manomètre à azote 3, les accouplements à azote 4a et 4b, le thermomètre 21, l'orifice de remplissage 10, l'indicateur de niveau de liquide 9, le regard 7 réalisé sous la forme d'un puits d'observation 29 et les éléments supplémentaires ci-après pour la manipulation d'un liquide, en particulier d'un fluide frigorigène : pompe à main 17, vannes 15, 18 et 25, manomètre 14 et accouplements 13a, 13b, 13c et 24. La plaque 55 comporte en outre un interrupteur de lumière 56 et une échancrure 57. L'échancrure 57 permet d'accéder un compartiment de rangement, par exemple pour des outils. A partir du compartiment de rangement, on peut également accéder à un couvercle 58 d'une boîte à batterie. Dans un mode de réalisation préféré de l'appareil, les vannes sont remplacées par des robinets à tournant. Cela permet une manoeuvre plus rapide. En outre, il est ainsi possible d'inclure les manettes des robinets dans un schéma fonctionnel représenté sur la plaque 55 de manière que la direction de passage des robinets soit indiquée par des repères portés sur les manettes. Le puits d'observation 29 est équipé, selon la figure 3b, d'une ampoule 32 alimentée par la batterie précitée, l'allumage et l'extinction de l'ampoule 32 étant commandés par l'interrupteur 56. Le thermomètre 21 peut également être réalisé sous la forme d'un thermomètre tubulaire, auquel cas il peut être avantageusement disposé à l'intérieur du réservoir 6, de manière à être lisible à travers le regard 7. La pompe à main 17 peut être actionnée par un levier à main 59 visible sur la figure 6, ce levier étant emmanché dans une monture 60. Les accouplements 4, 13, 24 sont fixés à la plaque 55 par des coudes 61. Ainsi, les tuyaux souples peuvent être raccordés et détachés depuis le côté frontal de l'appareil 1. Dans la description de l'équipement de la plaque de commande 55, on a utilisé, pour plus de simplicité, les références des vannes ou robinets pour désigner les manettes de ces vannes et robinets.

La figure 6 est une vue d'ensemble de l'appareil 1 avec un boîtier 62 et un couvercle 63. Le couvercle 63 est relié par une charnière non représentée au boîtier 62. A l'aide

d'un système de retenue 64 à compas, le couvercle 63 peut être fixé en position verticale. Sur le côté intérieur du couvercle 63 est disposé un élément de retenue ou récipient 65, par exemple pour des tuyaux de raccordement 66. On reconnaît la plaque de commande 55 avec les éléments de commande et d'indication décrits précédemment, le levier à main 59 étant emmanché dans la monture 60. Le boîtier 62 présente une poignée de transport 67 encastrée. Dans l'exemple représenté, le boîtier 62 comporte, à la plaque du puits d'observation 29, un volet 68 derrière lequel, après ouverture, est visible le regard 7 du réservoir 6. Sur le côté intérieur du couvercle 63 est en outre fixée une lampe 69 non éblouissante pouvant être allumée et éteinte à l'aide de l'interrupteur 56. Le couvercle 63 peut également être réalisé de manière à pouvoir être retiré. Dans ce cas, la charnière et le système de retenue 64 doivent être réalisés de façon correspondante et la ligne d'alimentation de la lampe 69 doit passer par un connecteur. Le verrouillage du couvercle 63 en position fermée s'effectue par des dispositifs usuels, non représentés.

Lorsque la plaque de commande 55 est composée de plusieurs plaques partielles, par exemple pour des raisons de fabrication, ces plaques partielles forment ensemble une surface de commande d'appareil 1. L'ensemble de la surface de commande de l'appareil comprend donc la somme de toutes les surfaces portant des éléments indicateurs ou de commande.

REVENDICATIONS

1. Appareil pour l'entretien de dispositifs de réfrigération reliés à un groupe frigorifique et de circuits intermédiaires entre le groupe frigorifique et les dispositifs de réfrigération, caractérisé par le fait que l'appareil (1) comprend une partie pour l'essai de pression des canalisations du circuit intermédiaire à l'aide d'azote (partie azote 1a) et une partie pour le remplissage à l'aide d'un fluide frigorigène (20) ainsi que pour la purge du circuit intermédiaire et/ou des dispositifs de réfrigération (partie fluide frigorigène 1b).

2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la partie azote (1a) comprend une conduite (5) renfermant une vanne d'arrêt (2) et un manomètre (3) et comportant deux accouplements (4a, 4b) pour le raccordement, l'un à l'alimentation en azote et l'autre aux canalisations du circuit intermédiaire.

3. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la partie fluide frigorigène (1b) comprend un réservoir (6) pour le fluide frigorigène (20), avec une conduite d'entrée (11) et une conduite de sortie (12), la conduite d'entrée renfermant un manomètre (14) et une vanne (15) et la conduite de sortie renfermant une autre vanne (18) et une pompe à main (17) et les deux conduites (11 et 12) présentant à leur extrémité chacune au moins un accouplement (13a, 13b, 13c).

4. Appareil suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que le réservoir (6) présente un regard (7) avec un tube d'entrée (8) raccordé à la conduite d'entrée (11), un indicateur de niveau de liquide (9), un orifice de remplissage (10) avec bouchon et un thermomètre (21).

5. Appareil suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la conduite de sortie (12) renferme une vanne supplémentaire (25), un accouplement supplémentaire (24) et une pompe à main (23) supplémentaire, plus puissante, la conduite de sortie étant munie à son extrémité de deux accouplements (13b, 13c).

6. Appareil suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'un miroir oblique (30) est rapporté sur le réservoir (6) devant une vitre (27) du regard (7) et qu'une ampoule (32) est montée dans le réservoir derrière le regard.

7. Appareil suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que l'indicateur de niveau de liquide (9) comprend un flotteur (45) relié à une bande sans fin (44) passant sur deux rouleaux (42, 43).

5 8. Appareil suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que l'indicateur de niveau de liquide (9) comprend un flotteur coopérant à la manière d'un écrou avec une vis (48) à pas large montée en rotation dans le boîtier (47) de l'indicateur, et immobilisé en rotation par rapport audit boîtier par un guidage rectiligne dudit boîtier de manière que  
10 le flotteur fasse tourner ladite vis lors de son mouvement de montée et de descente en réponse aux variations de niveau de liquide, et que l'axe (48a) de la vis est relié une aiguille indicatrice (52).

15 9. Appareil suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que toutes les parties sont montées dans un boîtier (62) muni d'un couvercle (63) et qu'une plaque de commande (55) portant tous les organes de manoeuvre, de commande et de raccordement est disposée dans  
20 la partie supérieure du boîtier.

1/3

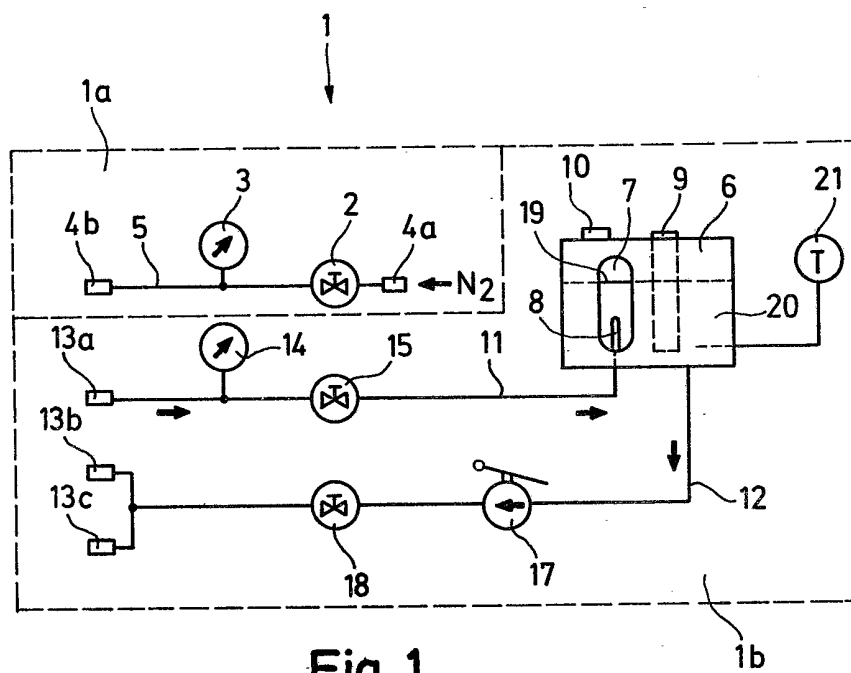


Fig. 1

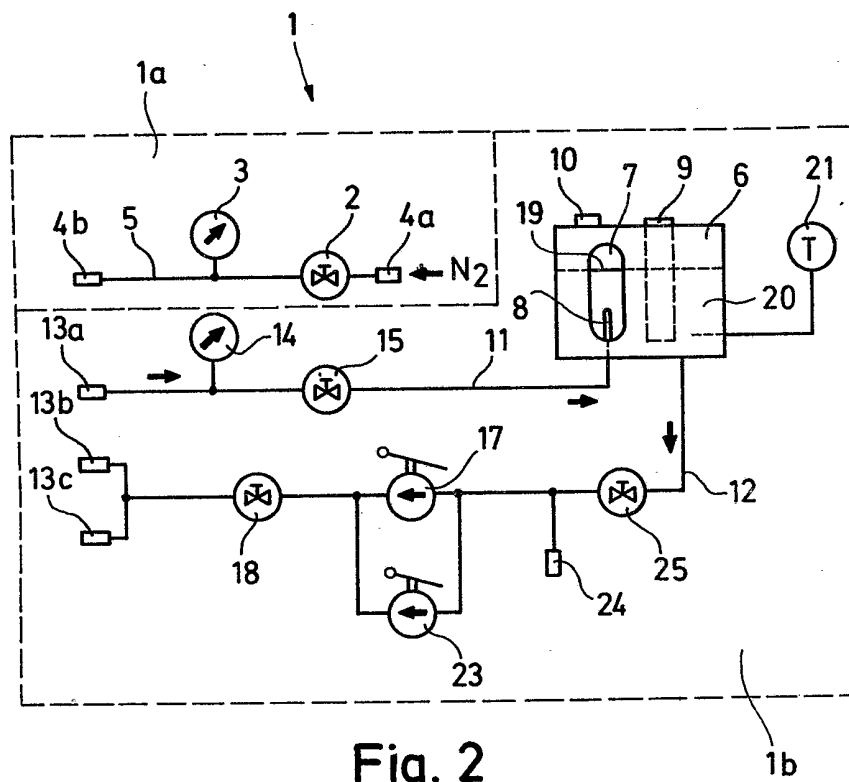


Fig. 2

2/3

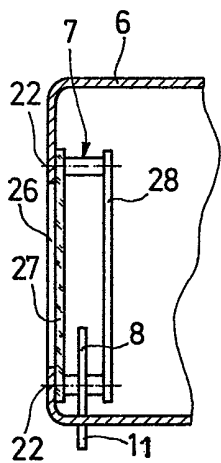


Fig. 3a

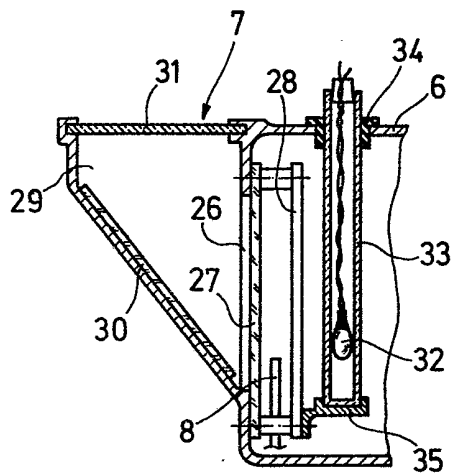


Fig. 3b

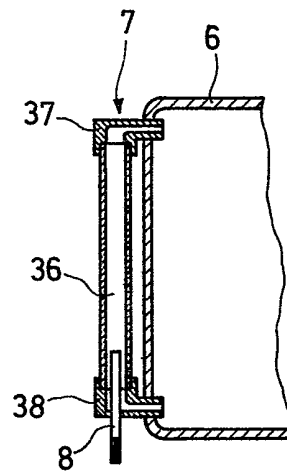


Fig. 3c

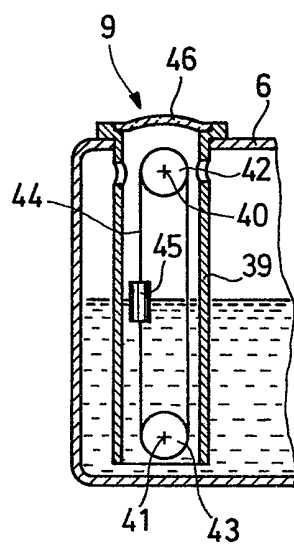


Fig. 4a

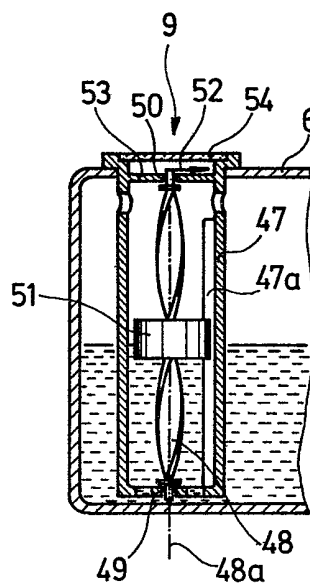


Fig. 4b

3/3

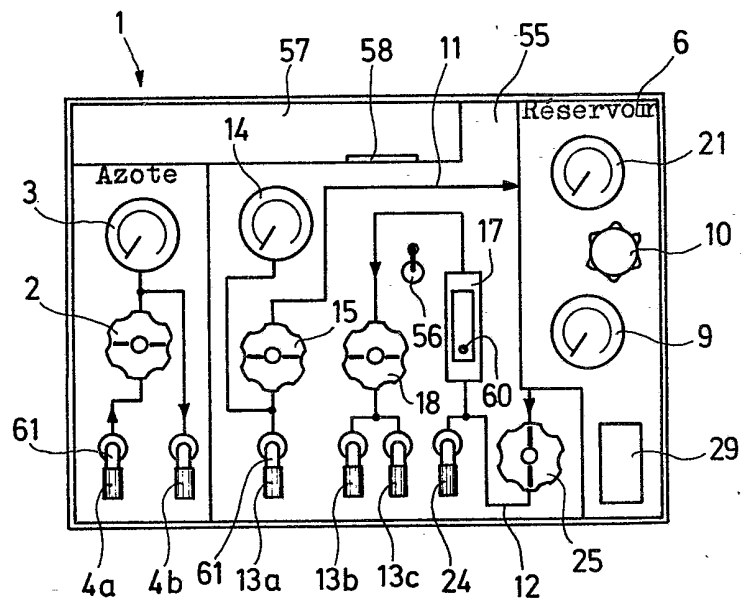


Fig. 5

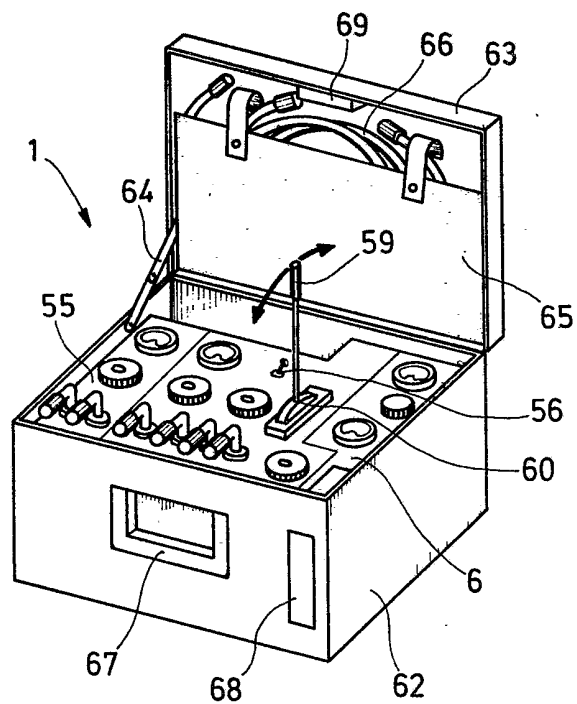


Fig. 6