

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 135 902

21 N° d'enregistrement national : 23 00081

51 Int Cl⁸ : A 61 M 16/00 (2023.01)

12

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

22 Date de dépôt : 04.01.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.12.23 Bulletin 23/48.

56 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : AIR LIQUIDE MEDICAL SYSTEMS
SOCIETE ANONYME — FR.

72 Inventeur(s) : ANDRE DIAS Sofia, POMIER Romain
et PETIT Christophe.

73 Titulaire(s) : AIR LIQUIDE MEDICAL SYSTEMS
SOCIETE ANONYME.

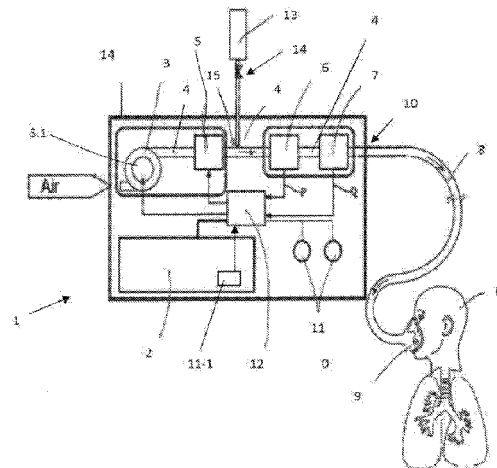
74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE.

54 Ventilateur médical affichant une estimation de la quantité d'oxygène nécessaire.

57 Titre de l'invention
Ventilateur médical affichant une estimation de la quan-
tité d'oxygène nécessaire

L'invention concerne un ventilateur médical comprenant une source de gaz respiratoire (3) pour fournir un flux gazeux, un circuit de gaz (4) pour acheminer le flux gazeux provenant de la source de gaz respiratoire (3), une entrée d'oxygène (16) pour introduire de l'oxygène gazeux dans le circuit de gaz (4), au moins un capteur de débit (5, 6) pour mesurer au moins un débit gazeux dans le circuit de gaz (4), des moyens d'affichage (2), des moyens de pilotage (12), et des moyens d'entrée de données (11) pour permettre à un utilisateur de fournir une durée de ventilation. Les moyens de pilotage (12) sont configurés pour calculer un débit moyen et en déduire un volume d'oxygène estimé pour opérer une ventilation du patient pendant la durée de ventilation désirée. Ce volume d'oxygène estimé est affiché.

Figure de l'abrégé : Fig. 1



FR 3 135 902 - A3



Description

Titre de l'invention : Ventilateur médical affichant une estimation de la quantité d'oxygène nécessaire

- [0001] L'invention concerne un ventilateur médical affichant une estimation de la quantité d'oxygène nécessaire pour réaliser une ventilation complète d'un patient donné de manière à aider le personnel soignant à déterminer quel volume d'oxygène ou combien de bouteilles d'oxygène seront nécessaires pour assurer la ventilation considérée, en particulier pendant le transport d'un patient ventilé d'un site à un autre, et un ensemble de ventilation de patient comprenant un tel ventilateur médical associé à une bouteille d'oxygène sous pression.
- [0002] Certaines personnes, i.e. patients, nécessitent d'être mises sous ventilation assistée pour les aider à respirer ou pallier un fonctionnement déficient ou altéré de leurs poumons.
- [0003] Pour ce faire, on leur administre un gaz respiratoire riche en oxygène, typiquement de l'oxygène pur (i.e. 100% vol.) ou de l'air enrichi en oxygène, c'est-à-dire de l'air auquel on additionne une quantité variable d'oxygène choisie en fonction de l'état du patient considéré, notamment de sa saturation sanguine en oxygène.
- [0004] L'administration du gaz respiratoire se fait classiquement au moyen d'un appareil d'assistance respiratoire ou ventilateur, couramment appelé ventilateur médical alimenté en oxygène provenant d'une source d'oxygène, telle une bouteille de gaz ou une prise murale alimentée par de l'oxygène provenant d'un réseau hospitalier.
- [0005] Lorsque le ventilateur médical est utilisé hors de l'hôpital, typiquement dans une unité d'urgence, tel un véhicule d'urgence de type ambulance, SAMU, hélicoptère ou analogue, il est indispensable de le transporter sur site d'intervention où se trouve le patient à assister et de prévoir la quantité d'oxygène qui sera nécessaire à l'intervention, en particulier des bouteilles d'oxygène
- [0006] Connaître précisément la quantité d'oxygène nécessaire et/ou le nombre de bouteilles d'oxygène à transporter pour réaliser une ventilation suffisante du patient, notamment pendant son transport du site d'un accident à un hôpital ou lors d'un transfert d'un hôpital à un autre, est donc une information critique pour le personnel soignant, typiquement pour un médecin-urgentiste.
- [0007] En effet, s'il est important de prévoir assez d'oxygène pour assurer une ventilation suffisante du patient, le personnel soignant doit, à l'inverse, prendre en compte la contrainte de place et de poids que représentent les bouteilles d'oxygène à amener et le ventilateur médical lui-même, en particulier dans les environnements d'urgence qui offrent souvent une place disponible restreinte ou limitée, comme par exemple la

cabine d'un hélicoptère ou le coffre d'une ambulance.

- [0008] Le personnel soignant doit donc pouvoir avoir une idée assez précise, y compris avant l'intervention, du nombre de bouteilles d'oxygène à transporter pour éviter d'en transporter un nombre trop important ou, à l'inverse, une quantité insuffisante qui pourrait être au détriment du patient à ventiler, sachant qu'une hypoxie que peut provoquer un arrêt cardiaque et le décès d'un patient.
- [0009] Pour ce faire, certains personnels soignants urgentistes estiment le volume d'oxygène nécessaire à partir d'une formule de calcul qui peut être indiquée dans le manuel d'utilisation du ventilateur utilisé.
- [0010] Toutefois, ce calcul est complexe, source d'erreurs et requiert de disposer du manuel d'utilisation à tout moment, ce qui est peu compatible avec un environnement d'urgence qui oblige à des prises de décision rapides et impose à l'urgentiste d'être concentré sur son patient et non sur le ventilateur.
- [0011] De plus, le calcul aboutit en général à un résultant exprimé en volume (e.g. en Litres) alors que les bouteilles d'oxygène sous pression disposent de manomètres donnant des valeurs de pression, ce qui oblige alors à opérer une transformation des unités de volume en unités pression, et donc engendre, là encore, une complexité, un risque d'erreur, une perte de temps non compatible avec l'urgence...
- [0012] L'invention vise à résoudre ce problème en fournissant au personnel soignant une estimation de la quantité d'oxygène qui sera nécessaire durant une ventilation en urgence avec transport du patient, pour permettre au personnel soignant, tel un urgentiste, de déterminer facilement et rapidement le nombre de bouteilles d'oxygène qui seront nécessaires lors de l'intervention et le transport du patient, de manière à éviter de transporter du poids inutile tout en sécurisant la ventilation, c'est-à-dire en évitant toute mise en danger du patient du fait d'une quantité insuffisante d'oxygène disponible.
- [0013] La solution de l'invention concerne alors un ventilateur médical comprenant :
- une source de gaz respiratoire pour fournir un flux gazeux,
 - un circuit de gaz pour acheminer le flux gazeux provenant de la source de gaz respiratoire,
 - une entrée d'oxygène en communication fluidique avec au moins une bouteille d'oxygène pour introduire de l'oxygène gazeux dans le circuit de gaz,
 - au moins un capteur de débit pour mesurer au moins un débit gazeux dans le circuit de gaz,
 - des moyens d'affichage configurés pour opérer un affichage d'informations,
 - des moyens de pilotage à microprocesseur coopérant avec ledit au moins un capteur de débit et lesdits moyens d'affichage, et
 - des moyens d'entrée de données,

[0014] caractérisé en ce que :

- les moyens d'entrée de données sont configurés pour permettre à un utilisateur de fournir au moins une durée de ventilation aux moyens de pilotage, et
- les moyens de pilotage sont configurés pour :
 - i. calculer un débit moyen à partir des mesures de débit mesurées par ledit au moins un capteur de débit sur plusieurs cycles ventilatoires successifs,
 - ii. calculer le volume d'oxygène estimé pour opérer une ventilation du patient pendant la durée de ventilation désirée à partir du débit moyen calculé et de la durée de ventilation fournie par l'utilisateur,
 - iii. et commander les moyens d'affichage pour opérer un affichage de la durée de ventilation désirée et du volume d'oxygène estimé calculé.

[0015] Selon le mode de réalisation considéré, le ventilateur de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens d'affichage sont configurés pour afficher la durée de ventilation désirée et le volume d'oxygène estimé ayant été calculé par lesdits moyens de pilotage.
- les moyens de pilotage sont configurés pour calculer le volume d'oxygène estimé en utilisant les équations données ci-après.
- les moyens de pilotage sont configurés pour calculer le débit moyen à partir de mesures de débit mesurées par ledit au moins un capteur de débit sur au moins 10 cycles ventilatoires successifs, de préférence de l'ordre de 15 cycles ventilatoires successifs.
- le ventilateur est configuré pour fonctionner selon des cycles ventilatoires successifs, chaque cycle comprenant au moins une phase inspiratoire avec envoi de gaz au patient et une phase expiratoire pendant laquelle le patient expire du gaz enrichi en CO₂.
- les moyens de pilotage pilotent la turbine motorisée pour fonctionner selon les cycles ventilatoires successifs.
- les moyens de pilotage comprennent une carte électronique.
- les moyens de pilotage à microprocesseur comprennent un ou plusieurs microprocesseurs mettant en œuvre un ou plusieurs algorithmes, tels des algorithmes de calcul, de pilotage de la turbine, de contrôle de l'affichage, de traitement des mesures de pression ou de débit...
- il comprend en outre des moyens de mémorisation, telle une mémoire informatique.
- les moyens de mémorisation sont portés par la carte électronique.
- les moyens d'affichage comprennent un écran d'affichage à dalle tactile, de

- préférence à affichage en couleurs.
- la source de gaz respiratoire comprend une turbine motorisée.
 - les moyens d'entrée de données comprennent au moyen une touche tactile.
 - l'entrée d'oxygène est située en amont ou en aval de la turbine motorisée.
 - la turbine motorisée fournit de l'air ou de l'air enrichi en oxygène.
 - le circuit patient véhicule un flux gazeux riche en oxygène, en particulier de l'air enrichi en oxygène.
 - le circuit de gaz achemine le flux gazeux, typiquement de l'air enrichi en oxygène, jusqu'à une sortie de gaz du ventilateur.
 - la sortie de gaz du ventilateur est raccordée fluidiquement à un circuit patient comprenant au moins un tuyau flexible alimentant une interface respiratoire, tel un masque respiratoire, délivrant le flux gazeux au patient.
 - il comprend une carcasse externe.
 - les moyens de pilotage sont en outre configurés pour calculer, i.e. estimer, une pression d'oxygène nécessaire pour opérer la ventilation du patient pendant la durée de ventilation désirée, et pour commander les moyens d'affichage pour opérer un affichage de la pression d'oxygène calculée.
 - les moyens de pilotage sont configurés pour calculer la pression d'oxygène en utilisant les équations données ci-après.
 - il comprend des moyens d'alimentation en courant électrique alimentant au moins les moyens de pilotage et les moyens d'affichage en courant électrique.
 - les moyens d'alimentation en courant électrique comprennent au moins une batterie rechargeable et/ou des moyens de raccordement au secteur.
- [0016] L'invention concerne aussi un ensemble de ventilation de patient comprenant un ventilateur médical selon l'invention, et une bouteille d'oxygène reliée fluidiquement à l'entrée d'oxygène du ventilateur médical.
- [0017] L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description détaillée suivante, faite à titre illustratif mais non limitatif, en référence à la figure annexée où :
- [0018] [Fig.1] schématise l'architecture interne et le fonctionnement d'un ventilateur médical selon l'invention, et
- [0019] [Fig.2] schématise un mode de réalisation de l'afficheur du ventilateur médical selon l'invention de [Fig.1].
- [0020] [Fig.1] est un schéma de principe de l'architecture interne d'un ventilateur médical 1 selon un mode de réalisation de l'invention comprenant une source de gaz 3 servant à fournir de l'air atmosphérique, c'est-à-dire de l'air aspiré dans l'atmosphère ambiante, lequel air peut être additionné d'oxygène fourni par une source d'oxygène 13, en particulier une bouteille d'oxygène sous pression, afin de fournir de l'air enrichi en oxygène au patient.

- [0021] Le ventilateur médical 1 comprend une carcasse ou coque externe 14 dans laquelle est agencée la source de gaz 3, à savoir ici une turbine motorisée 3.1, aussi appelée (micro-)soufflante ou compresseur, laquelle est équipée d'un moteur électrique animant une roue à ailettes (non visible), délivrant ici un flux d'air (i.e. teneur en oxygène égale à 21% en vol.), dans un chemin de gaz ou circuit de gaz 4 interne, en communication fluïdique avec la sortie de gaz de la turbine 3.1. L'air est prélevé dans l'atmosphère et aspiré par l'entrée d'air de la turbine 3.1.
- [0022] Le circuit de gaz interne 14 comprend un ou des conduits ou passages de gaz, ou analogue, configuré pour convoier le gaz au sein de la carcasse 14 du ventilateur 1 jusqu'à une sortie de gaz 10, aussi appelée orifice ou port de sortie ou plus simplement sortie ventilateur.
- [0023] Selon un autre mode de réalisation (non montré), la source de gaz 3 peut être une source externe du ventilateur 1, telle une alimentation en air comprimé, par exemple un conduit souple relié à un récipient d'air sous pression, telle une bouteille d'air sous pression. Dans ce cas, le ventilateur 1 ne comprend pas de turbine motorisée 3.1 mais des composants différents, tels que vanne(s), détendeur de gaz...
- [0024] Quel que soit le mode de réalisation, l'air provenant de la source de gaz 3 est acheminé par le circuit de gaz interne 4 jusqu'à un patient P par l'intermédiaire d'un circuit patient 8, tel un conduit de gaz flexible, par exemple un (ou des) tuyaux souples en polymère, auquel il est administré au moyen d'une interface respiratoire 9, tel un masque nasal ou facial par exemple. Le circuit patient 8 vient se raccorder fluïdiquement à la sortie de gaz 10 du ventilateur 1.
- [0025] L'air fourni par la source d'air 3, telle la turbine 3.1, est additionné d'oxygène pour obtenir un mélange air/O₂ qui est ensuite fourni au patient P, lorsque celui-ci a besoin d'une teneur en oxygène supérieure à 21% en vol, par exemple de l'air enrichi en oxygène contenant 30%, 40% ou 50%, ou plus d'oxygène (vol.%).
- [0026] Pour ce faire, on prévoit des moyens d'adjonction d'oxygène, à savoir une bouteille d'oxygène 13 pur (i.e. teneur de 100% vol. d'O₂) venant se raccorder à une entrée d'oxygène 16 reliée fluïdiquement au circuit de gaz 4 du ventilateur 1, via un conduit de gaz, de manière à introduire de l'oxygène dans le flux d'air provenant de la turbine 3.1 et circulant dans le circuit de gaz 4. L'introduction d'oxygène se fait en un site d'adjonction 15 situé ici entre un capteur de pression 6 et un premier capteur de débit 7. Toutefois, l'introduction de l'oxygène peut se faire en un autre site d'adjonction, par exemple en amont de la turbine 3.1, ou au niveau de la sortie d'air de la turbine 3.1 (non montré).
- [0027] De façon générale, le circuit patient 8 peut être à simple branche, comme illustré sur [Fig.1], ou à double branche (non montré), c'est-à-dire comprendre une branche inspiratoire pour amener le gaz respiratoire au patient P et une branche expiratoire servant

à récupérer le gaz expiré par le patient qui est enrichi en CO₂ provenant des échanges gazeux pulmonaires, puis l'acheminer jusqu'à une valve d'échappement ou analogue servant à le rejeter à l'atmosphère ambiante.

[0028] Un premier capteur de débit 6, un capteur de pression 7 et un second capteur de débit 5 sont agencés ou raccordés, en série, sur le circuit interne de gaz 4, en aval de la turbine, pour y opérer des mesures de pression P et de débit Q du gaz qui y circule. Ici, le capteur de pression 6 est agencé ou raccordé entre le premier capteur de débit 5 et le second capteur de débit 7.

[0029] En général, un tel ventilateur 1 est piloté par des moyens de pilotage 12 aussi appelée unité de pilotage, moyens de traitement de données ou analogue, qui sont configurés pour réaliser un traitement des mesures et de toutes les autres données nécessaires au fonctionnement du ventilateur médical 1, et ce, pour commander ou piloter le bon fonctionnement du ventilateur 1, comme les cycles de fonctionnement de la turbine 3.1 motorisée, typiquement les accélérations et décélérations de son moteur électrique, les affichages sur l'écran d'affichage 2 comme expliqué ci-après ou d'autres composants du ventilateur 1.

[0030] Autrement dit, les moyens de pilotage 12 du ventilateur 1 commandent ici la turbine motorisée 3.1 délivrant le flux d'air dans le circuit de gaz 4, et l'ajout d'oxygène provenant de la bouteille d'oxygène sous pression 13, de manière à délivrer un débit et/ou une pression de gaz (i.e. mélange air/O₂) selon les modalités du (ou des) mode de ventilation sélectionné par le médecin ou analogue et qui sont adaptés au patient P à traiter.

[0031] Les modes de ventilation et les modalités associées, tels les pressions, volumes et débits de gaz à fournir, sont par exemple renseignés au moyen de boutons ou touches de réglages 11 et/ou d'un écran d'affichage 2, de préférence à dalle tactile et/ou en couleurs, formant une interface homme-machine ou IHM. Avantageusement, l'écran d'affichage 2 peut comprendre une ou des touches tactiles 11-1 servant aux sélections ou aux réglages.

[0032] En fait, l'IHM qui comprend un ou des boutons rotatifs 11 ou curseurs translatifs ou analogues, et/ou une ou des touches tactiles 11-1, permet à l'utilisateur, à savoir un personnel soignant, tel un médecin, d'entrer une ou des informations ou des consignes dans le ventilateur 1, et/ou d'opérer un ou des choix, validations ou sélections dans des menus préenregistrés par exemple et s'affichant sur l'écran d'affichage 2, par exemple en appuyant avec un doigt sur la (ou les) touches tactiles 11-1.

[0033] L'écran d'affichage 2, tel un écran digital à dalle tactile et touches tactiles 11-1, est configuré pour permettre non seulement d'afficher différentes informations, données, pictogrammes, graphiques etc... mais aussi une saisie ou entrée de données en vue de leur utilisation, notamment par les moyens de pilotage 12, ou aussi d'opérer des choix,

- des sélections, des validations... de paramètres, modes de fonctionnement ou autres.
- [0034] Autrement dit, l'IHM coopère avec les moyens de pilotage 12 étant donné que les réglages ou autres sélections opérées par l'utilisateur sont fournis aux moyens de pilotage pour y être traités et que les moyens de pilotage commandent par ailleurs les affichages d'informations (e.g. valeurs sélectionnées, courbes, barographe etc....) devant être affichées sur l'écran d'affichage 22.
- [0035] Les modes de ventilation et/ou les modalités associées peuvent être mémorisés dans des moyens de mémorisation, telle une mémoire informatique, laquelle peut faire partie des moyens de pilotage 12.
- [0036] Avantagement, les moyens de pilotage 12 sont configurés pour commander la vanne de contrôle 14, par exemple une électrovanne pilotée, contrôlant l'arrivée de l'oxygène et sa fourniture au circuit de gaz 4 pour réaliser le mélange air/oxygène et obtenir le gaz enrichi en oxygène souhaité, notamment en fonction du débit de gaz délivré au patient.
- [0037] En général, de tels moyens de pilotage 12 comprennent une (ou des) carte électronique comprenant un (ou des) microprocesseur, tel un microcontrôleur, mettant en œuvre au moins un algorithme, qui est configuré pour recevoir et traiter les mesures ou données opérées par les capteurs de pression 6 et de débit 5, 7, c'est-à-dire les signaux provenant des capteurs 5, 6, 7. Les moyens de mémorisation peuvent être agencés sur cette carte électronique.
- [0038] Dans un tel ventilateur 1, les composants principaux du ventilateur 1, en particulier la turbine motorisée mais aussi les capteurs de pression et de débit 5, 6, 7, au moins une partie du circuit de gaz 4 et les moyens de pilotage 12 sont agencés dans la carcasse externe 11 du ventilateur 1, c'est-à-dire ils y sont fixés à demeure et n'en sont normalement pas extractibles, sauf lorsqu'ils sont détériorés et qu'il faut alors les remplacer et/ou en opérer une maintenance.
- [0039] Bien entendu, le ventilateur 1 comprend en outre des moyens d'alimentation en courant électrique (non montrés) comme un cordon et une prise de raccordement au secteur (110/220V), et/ou un transformateur de courant et/ou une batterie interne, alimentant les composants nécessitant du courant électrique pour fonctionner, notamment la turbine, en particulier son moteur électrique, les moyens de pilotage 12, les capteurs 5, 6, 7, l'écran 2 de l'IHM ou tout autre composant.
- [0040] Dans le cadre de la présente invention, on effectue une estimation de l'oxygène nécessaire basée sur la ventilation du patient.
- [0041] Plus précisément, cette estimation se base sur le débit moyen de plusieurs cycles de ventilation, en particulier les derniers cycles de ventilation, par environ 5 à 30 cycles, de préférence de 10 à 20 cycles, avantagement environ 15 cycles, ainsi que le temps de ventilation envisagé, par exemple le temps de transport d'un site à un autre du

patient.

- [0042] Le débit moyen des derniers cycles de ventilation peut être déterminé par les moyens de pilotage 12 à microprocesseur(s) qui le calcul à partir des mesures de débit provenant du ou des premier capteur et second capteurs de débit 5, 6.
- [0043] Concernant le temps de ventilation envisagé, celui-ci peut être estimé par le personnel soignant puisqu'il connaît approximativement le temps qu'il lui a fallu pour se rendre par exemple de l'hôpital au site d'intervention ou qu'il peut le déterminer facilement avec un calculateur d'itinéraire disponible sur internet ou intégré à certaines applications (Apps) pour téléphone multifonction (i.e. smartphone), telle l'Apps Waze®. Une fois estimé, ce temps de ventilation peut être fourni aux moyens de pilotage 12 via l'IHM, et y être préférentiellement mémorisé.
- [0044] Comme illustré en [Fig.2], l'urgentiste peut renseigner la durée de ventilation estimée 2-1, tel ici un temps de transport, directement sur l'écran 2 de l'IHM du ventilateur, par exemple via une (ou des) touche tactile 11-1, à savoir ici une durée de 1 heure et 50 minutes. Cette durée peut être annulée ou actualisée via d'autres touches dédiées 11-1.
- [0045] Connaissant ces informations (i.e. durée estimée et débit moyen), voire d'autres informations comme la pression, la FiO_2 ..., les moyens de pilotage 12 peuvent calculer une estimation du volume d'oxygène prévu pour la durée de ventilation estimée, ici le temps de transport 2-1 du patient de 1 h 50 min.
- [0046] Selon le type de bouteille d'oxygène 17 utilisée, il peut aussi être nécessaire d'indiquer la taille/contenance de la bouteille utilisée, par exemple de 5L, de 10L, de 11L ou autre (contenance en équivalent eau), voire une autre information complémentaire, telle que le volume ou la pression d'oxygène dans la ou les bouteilles considérées. En effet, une telle information complémentaire peut être nécessaire, dans certains cas, par exemple quand les bouteilles sont équipées de manomètres à aiguille donnant une valeur de pression et non une quantité en volume, pour estimer la valeur de pression d'oxygène nécessaire, pour une certaine taille de bouteilles, pour obtenir le volume d'oxygène souhaité pour une ventilation d'urgence lors d'un transport par exemple. Dans tous les cas, une information complémentaire peut être entrée comme précédemment via les touches 11-1 ou d'autres touches.
- [0047] A tout le moment de la ventilation, l'utilisateur peut demander une actualisation de l'estimation de volume d'oxygène estimé, ce qui peut être utile si, par exemple, l'état du patient a évolué, c'est-à-dire que le débit d'oxygène a dû être changé, à savoir augmenté ou diminué.
- [0048] Avec ces informations, les moyens de pilotage 12 peuvent calculer l'estimation du volume d'oxygène comme expliqué ci-après.
- [0049] Pour calculer le volume d'oxygène (V) nécessaire par cycle respiratoire, les moyens de pilotage 12 vont se baser sur le débit moyen sur plusieurs cycles de ventilation, par

exemple ici 15 cycles :

$$[0050] \quad V(t) = \int \text{Débit machine}$$

[0051] Une fois que l'on connaît le volume moyen par cycle, les moyens de pilotage 12 peuvent calculer, i.e. estimer, le volume d'oxygène total nécessaire pendant la durée de ventilation souhaitée (exprimée en heures et minutes par exemple), tel un temps de transport, en utilisant la formule de calcul suivante :

$$[0052] \quad V_{O_2} = \left(\frac{FiO_2 - 21}{79} \right) \times V \left(\frac{\text{Durée de ventilation}}{T_{\text{cycle}}} \right)$$

[0053] Où :

- V_{O_2} est le volume d'oxygène total à calculer,
- FiO_2 est la fraction d'oxygène inspirée du patient,
- T_{cycle} est la durée moyenne d'un cycle respiratoire.

[0054] La FiO_2 est une donnée entrée par l'utilisateur dans le ventilateur 1 via l'IHM ou mesurée par un capteur dédié relié au ventilateur 1, alors que la durée d'un cycle (T_{cycle}) est déterminée par le ventilateur 1, c'est-à-dire les moyens de pilotage 12. Ici, comme visible sur [Fig.2], la FiO_2 est affichée (en 2-5) par l'afficheur graphique des moyens d'affichage 2, à savoir une FiO_2 de 60% dans ce cas.

[0055] La valeur de volume d'oxygène estimé V_{O_2} obtenue est exprimée par exemple en mL ou en L et est affichée (en 2-3) ensuite par l'afficheur graphique des moyens d'affichage 2.

[0056] On peut également, si souhaité, déterminer une pression d'oxygène nécessaire.

[0057] Dans ce cas, les moyens de pilotage 12 calculent la pression d'oxygène nécessaire pour une ventilation à partir de l'équation des gaz parfaits :

$$[0058] \quad P_{O_2}(\text{atm}) \times V_{O_2}(\text{atm}) = n.R.T(\text{patient})$$

[0059] Où :

[0060] - $P_{O_2}(\text{atm})$ est une mesure de pression atmosphérique opérée par un capteur de pression par exemple un capteur du ventilateur 1 (exprimée en Pa),

[0061] - $V_{O_2}(\text{atm})$ est le volume d'oxygène total calculé ci-dessus (exprimé en m^3),

[0062] - n exprime la quantité de matière (en mol),

[0063] - R est la constante universelle des gaz parfaits ($\approx 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$), et

[0064] - $T(\text{patient})$ est la température du gaz dans les poumons patient (exprimée en K), soit 37°C ou $310,15 \text{ K}$.

[0065] En utilisant la même formule que ci-dessus appliquée à la bouteille d'oxygène, on obtient : $P_{O_2}(\text{bouteille}) \times V_{O_2}(\text{bouteille}) = n.R.T(\text{bouteille})$

[0066] Où :

- $P_{O_2}(\text{bouteille})$ est la pression d'oxygène dans la bouteille.
- $V_{O_2}(\text{bouteille})$ est le volume de la bouteille (en m^3).

- T (bouteille) est la température du gaz dans la bouteille (en K). Elle correspond à la température ambiante.
- n et R sont définis ci-avant.

[0067] Sachant que : $V_{O_2}(\text{bouteille}) = \text{Taille}(\text{bouteille}) \cdot P(\text{remplissage})$

[0068] Où :

- Taille(bouteille) est la taille connue de la bouteille ; cette information peut être entrée via l'IHM. Par exemple, sur [Fig.2], la taille affichée (en 2-2) est B5, soit une bouteille de 5 litres de contenance (en équivalent eau).
- P (remplissage) est la pression de remplissage de la bouteille d'oxygène, par exemple 200 bar en Europe, exprimée en Pa (1 bar = $1e^+5$ Pa)

[0069] On obtient alors :

$$[0070] \frac{P_{O_2}(\text{bouteille}) \times V_{O_2}(\text{bouteille})}{P_{O_2}(\text{atm}) \times V_{O_2}(\text{atm})} = \frac{nRT(\text{bouteille})}{nRT(\text{patient})}$$

[0071] Soit :

$$[0072] P_{O_2}(\text{bouteille}) = \frac{T(\text{bouteille})}{T(\text{patient})} \times \frac{P_{O_2}(\text{atm}) \times V_{O_2}(\text{atm})}{V_{O_2}(\text{bouteille})}$$

[0073] Une fois calculée par les moyens de pilotage 12, la valeur de $P_{O_2}(\text{bouteille})$ peut être affichée (en 2-4) sur les moyens d'affichage 2 en étant exprimée en Pa ou en Bar, comme illustré sur [Fig.2].

[0074] Ainsi, sur [Fig.2], on voit que, dans l'exemple donné, pour une durée de transport estimé de 1h50min et une bouteille B5, il faut pouvoir disposer de 25 L d'oxygène environ ou d'une pression de 150 bar environ dans la bouteille.

[0075] Si la bouteille considérée contient moins de 25 L ou une pression inférieure à 150 bar (indiquée par le manomètre électronique ou à aiguille équipant la bouteille), alors le personnel soignant devra prévoir au moins une bouteille supplémentaire ou alors utiliser une autre bouteille pleine ou quasi-pleine, c'est-à-dire contenant au minimum les quantités d'oxygène estimées (i.e. au moins de 25 L ou au moins 150 bar) et de préférence davantage pour prévoir une marge de sécurité.

[0076] La présente invention est particulièrement adaptée à une utilisation par des équipes d'urgence en leur permettant de déterminer quel volume d'oxygène ou quelle pression d'oxygène sera nécessaire pour assurer une ventilation efficace et suffisante d'un patient ventilé, pendant son transport d'un site à un autre.

Revendications

[Revendication 1]

Ventilateur médical (1) comprenant :

- une source de gaz respiratoire (3) pour fournir un flux gazeux,
- un circuit de gaz (4) pour acheminer le flux gazeux provenant de la source de gaz respiratoire (3),
- une entrée d'oxygène (16) en communication fluidique avec au moins une bouteille d'oxygène (13) pour introduire de l'oxygène gazeux dans le circuit de gaz (4),
- au moins un capteur de débit (5, 6) pour mesurer au moins un débit gazeux dans le circuit de gaz (4),
- des moyens d'affichage (2) configurés pour opérer un affichage d'informations,
- des moyens de pilotage (12) à microprocesseur coopérant avec ledit au moins un capteur de débit (5, 6) et lesdits moyens d'affichage (2), et
- des moyens d'entrée de données (11),

caractérisé en ce que :

- les moyens d'entrée de données (11) sont configurés pour permettre à un utilisateur de fournir au moins une durée de ventilation aux moyens de pilotage (12), et
- les moyens de pilotage (12) sont configurés pour :
 - a. calculer un débit moyen à partir des mesures de débit mesurées par ledit au moins un capteur de débit (5, 6) sur plusieurs cycles ventilatoires successifs,
 - b. calculer le volume d'oxygène estimé pour opérer une ventilation du patient pendant la durée de ventilation désirée à partir du débit moyen calculé et de la durée de ventilation fournie par l'utilisateur,
 - c. et commander les moyens d'affichage (2) pour opérer un affichage de la durée de ventilation désirée (2-1) et du volume d'oxygène estimé calculé (2-3).

[Revendication 2]

Ventilateur médical (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

les moyens d'affichage (2) sont configurés pour afficher la durée de ventilation désirée et le volume d'oxygène estimé ayant été calculé par lesdits moyens de pilotage (12).

[Revendication 3]

Ventilateur médical (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de pilotage (12) sont configurés pour :

- calculer une pression d'oxygène nécessaire pour opérer la ventilation du patient pendant la durée de ventilation désirée, et
- commander les moyens d'affichage (2) pour opérer un affichage de la pression d'oxygène (2-4) calculée.

[Revendication 4]

Ventilateur médical (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'affichage (2) comprennent un écran d'affichage à dalle tactile.

[Revendication 5]

Ventilateur médical (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de gaz respiratoire (3) comprend une turbine motorisée (3.1).

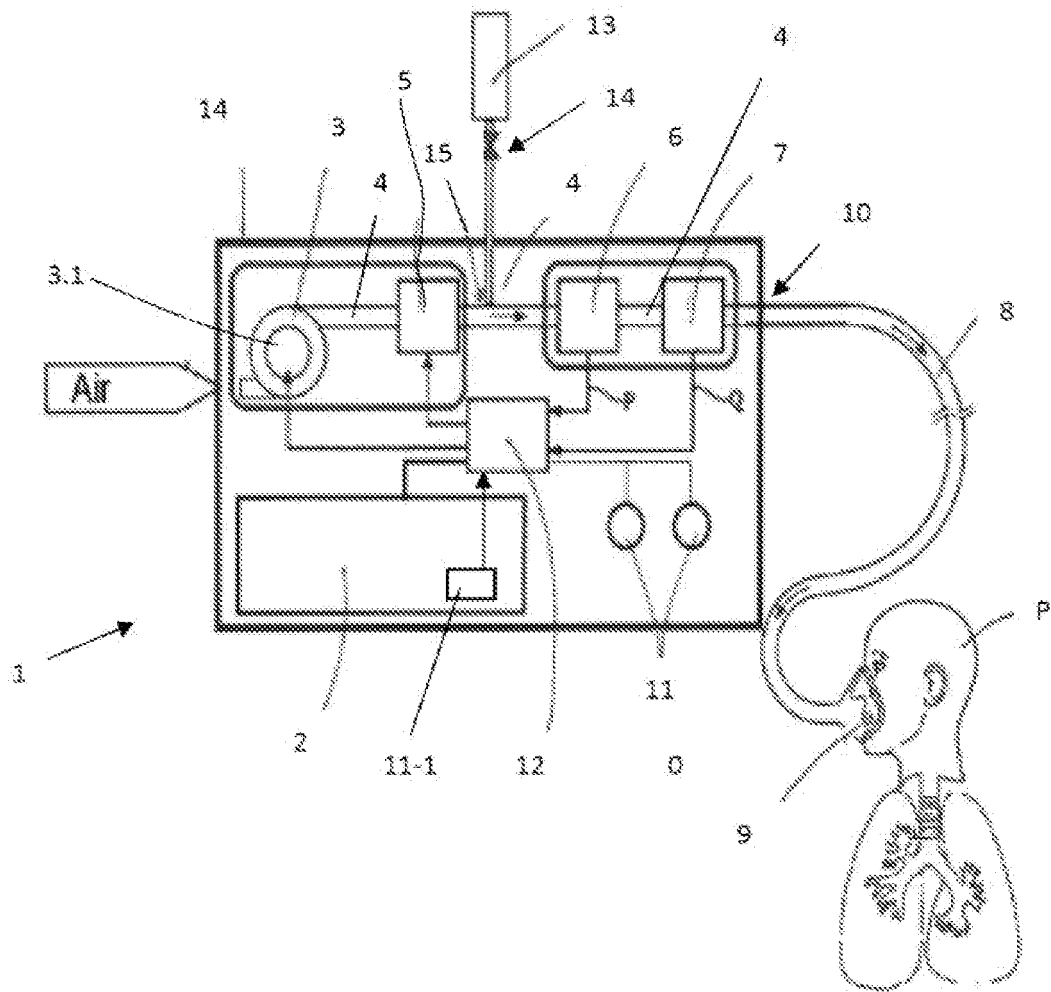
[Revendication 6]

Ventilateur médical (1) selon les revendications 1 et 4, caractérisé en ce que les moyens d'entrée de données (11) comprennent au moyen une touche tactile (11-1) affichée sur l'écran d'affichage à dalle tactile.

[Revendication 7]

Ensemble de ventilation de patient (1, 13) comprenant un ventilateur médical (1) selon l'une des revendications précédentes, et une bouteille d'oxygène (13) reliée fluidiquement à l'entrée d'oxygène (16) du ventilateur médical (1).

[Fig. 1]



[Fig. 2]

