



(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38842 A1** (51) Cl. internationale : **G09B 23/28**

(43) Date de publication :
29.09.2017

(21) N° Dépôt :
38842

(22) Date de Dépôt :
12.02.2016

(71) Demandeur(s) :
UNIVERSITE HASSAN 1ER SETTAT, COMPLEXE UNIVERSITAIRE, Km 3 ROUTE DE CASABLANCA BP.539 26000 SETTAT (MA)

(72) Inventeur(s) :
ESSOUKAKI ELMAATI ; BENTALEB LHOUCINE ; MOUHSEN AZEDDINE ; HARMOUCHI MOHAMMED ; RATTAL MOURAD ; LYAZIDI AISSAM ; MOUHSEN AHMED

(74) Mandataire :
ESSOUKAKI ELMAATI

(54) Titre : **CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN NOUVEAU MODÈLE DU POU MON ARTIFICIEL ACTIF**

(57) Abrégé : L'invention concerne la conception et la réalisation d'un nouveau modèle du poumon artificiel actif, permettant une simulation plus réaliste et proche de la physiologie respiratoire humaine (inspiration active et expiration passive). Egalement, il permet de simuler des situations respiratoires pathologiques. Il concerne le domaine de l'instrumentation biomédical, comme étant un outil de contrôle de la qualité et de calibration pour les respirateurs. Ce poumon test pourra être exploité dans l'enseignement pour mieux comprendre l'opération de la respiration et le fonctionnement des respirateurs; dans la recherche pour évaluer les performances des respirateurs, et dans le développement pour la conception des nouveaux respirateurs par les fabricants.

Abrégé

L'invention concerne la conception et la réalisation d'un nouveau modèle du poumon artificiel actif, permettant une simulation plus réaliste et proche de la physiologie respiratoire humaine (inspiration active et expiration passive). Egalement, il permet de simuler des situations respiratoires pathologiques. Il concerne le domaine de l'instrumentation biomédical, comme étant un outil de contrôle de la qualité et de calibration pour les respirateurs. Ce poumon test pourra être exploité dans l'enseignement pour mieux comprendre l'opération de la respiration et le fonctionnement des respirateurs; dans la recherche pour évaluer les performances des respirateurs, et dans le développement pour la conception des nouveaux respirateurs par les fabricants.

Conception et réalisation d'un nouveau modèle de poumon artificiel Actif

DESCRIPTION

L'invention concerne la conception et la réalisation d'un poumon artificiel actif (figure (b)), permettant la simulation de l'activité respiratoire humaine. Il concerne le domaine de l'instrumentation biomédical, en particulier la respiration artificielle. Ce poumon test pourra être exploité dans l'enseignement pour étudier l'interaction patient respirateur ; dans la recherche pour évaluer les performances des respirateurs, et dans le développement pour la conception de nouveaux respirateurs par les fabricants.

La respiration spontanée est composée d'une phase inspiratoire active suivie d'une phase expiratoire passive. Les poumons artificiels actifs disponibles actuellement en commerce ont été conçus d'une manière à simuler une phase inspiratoire active. Cependant, la phase expiratoire qui se fait passivement en physiologie respiratoire, est simulée activement.

Grace à une conception originale, ce nouveau poumon artificiel permet une simulation plus réaliste et proche de la physiologie respiratoire humaine (inspiration active et expiration passive). Egalement, il permet de simuler des situations respiratoires pathologiques.

Le système est caractérisé par un espace d'air, situé entre la chambre thoracique (1) et le poumon (2), où règne une dépression (pression inférieure à la pression atmosphérique). Cette conception est essentielle pour parvenir à une simulation de la respiration réaliste. La dépression générée reflète, en physiologie respiratoire, l'adhérence du poumon humain avec la plèvre de la cage thoracique. Ainsi, le système passe par les deux phases inspiratoire et expiratoire suite aux effets des forces actives du piston (5) à travers l'espace de dépression sur les forces élastiques passives du poumon.

Le piston, représente la principale force inspiratoire. Le déplacement de ce dernier entraîne une augmentation du volume de la chambre thoracique. Cette augmentation provoque la dilatation du poumon. Ainsi l'air entre à l'intérieur du poumon déclenchant la phase inspiratoire.

Le mouvement expiratoire se produit d'une manière passive suite à l'association des forces de rappelles induites par le l'espace de dépression, les structures élastiques assimilées par le poumon, et du ressort (3). En effet, à la fin de l'inspiration, ces différentes structures, étirées pendant la phase inspiratoire, tendent à reprendre leurs positions initiales d'équilibres, ce qui provoque un abaissement du volume de la chambre thoracique ainsi entraîne une expiration passive.

Le mouvement expiratoire peut être contrôlé pour simuler des situations pathologiques où l'expiration doit devenir active. L'action du piston entre alors en jeu.

La structure du poumon artificiel présentée sur la figure (a), montre les principaux composants du système :

- Une chambre thoracique (1) transparente simulant le thorax.
- Un poumon élastique (2), situé à l'intérieur de la chambre thoracique. Le changement de pression et du volume à l'intérieur de celle-ci, provoque le mouvement d'air qui entre et sort du poumon. Ce poumon est caractérisé par une compliance et une résistance réglable :
 - La compliance est réglée par un ressort (3), fixé sur la partie inférieure du poumon avec un système vis-écrou situé à la sortie.
 - La résistance est réglée par un orifice variable (4), situé à l'entrée du poumon.
- Un piston mobile dans un cylindre (5) commandé par un programme sur une interface graphique.
- Un système de mesure et de contrôle assurant la stabilité, la précision et la qualité de la commande des processus respiratoires, ce système est basé sur :
 - Des capteurs de pression (7) dotés d'une sensibilité élevée, pour des mesures en temps réel et simultané des différentes pressions du système.
 - Le capteur de pression des voies aériennes est connecté directement à l'entrée du poumon.
 - Le capteur de pression intra-pleurale est attaché à la partie interne de la chambre thoracique.
 - Un capteur de débit (8) constitué un pneumotachographe à grande précision et un capteur de pression différentiel de haute sensibilité, pour mesurer le débit et en déduire le volume respiratoire.
 - Une carte pour l'acquisition des différents paramètres respiratoires et pour le contrôle du système mécanique, à base d'un algorithme intelligent.
 - Une interface graphique de développement et de démonstration installée sur un ordinateur.

REVENDEICATIONS

- 1- Système du poumon artificiel actif pour simuler l'activité respiratoire, caractérisé principalement du modèle mécanique simulant les éléments du système respiratoire et d'un modèle (électronique) de contrôle et de mesure.
- 2- Le système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le modèle mécanique se compose d'une chambre thoracique (1) transparente, caractérisée par un volume et une dépression (pression inférieure à la pression atmosphérique), qui simule la partie correspondante du thorax du système respiratoire réelle.
- 3- Le système selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que La chambre thoracique est relié à un système de piston (5), ce dernier induit des différences de pression dans la chambre thoracique via le mouvement du piston.
- 4- Le système selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les mouvements du piston (5) sont liés à un système mécanique (6), permettant le déplacement du piston vers le bas et/ou vers le haut, commandé par un moteur à vitesse et amplitude variables.
- 5- Le système selon les revendications 1 et à 4, caractérisé en ce que le déplacement du piston change la pression dans la chambre thoracique (1), le changement provoque un gonflage et un dégonflage du poumon (2) utilisé.
- 6- Le système selon les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le poumon (2) utilisé est caractérisé par une compliance et une résistance variables.
- 7- Le système selon les revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la variation de la compliance se fait par un ressort (3), reliant la partie inférieure du poumon (2) avec un système vis-écrou à la sortie. La variation de la résistance s'effectue par un orifice (4) situé à l'entrée du système.
- 8- Le système selon les revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les différentes parties du système, chambre thoracique (1), poumon (2) et Piston (5), sont supervisés par un modèle de contrôle et de mesure.
- 9- Le système selon les revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le modèle de contrôle et de mesure, contenant une carte d'acquisition électronique à base d'un microcontrôleur et un outil de développement installer sur un ordinateur.
- 10- Le système selon les revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le modèle de mesure est constitué des capteurs de pression (7) et de débit (8), dotés d'une sensibilité élevée (1V/kPa) et à haute précision.

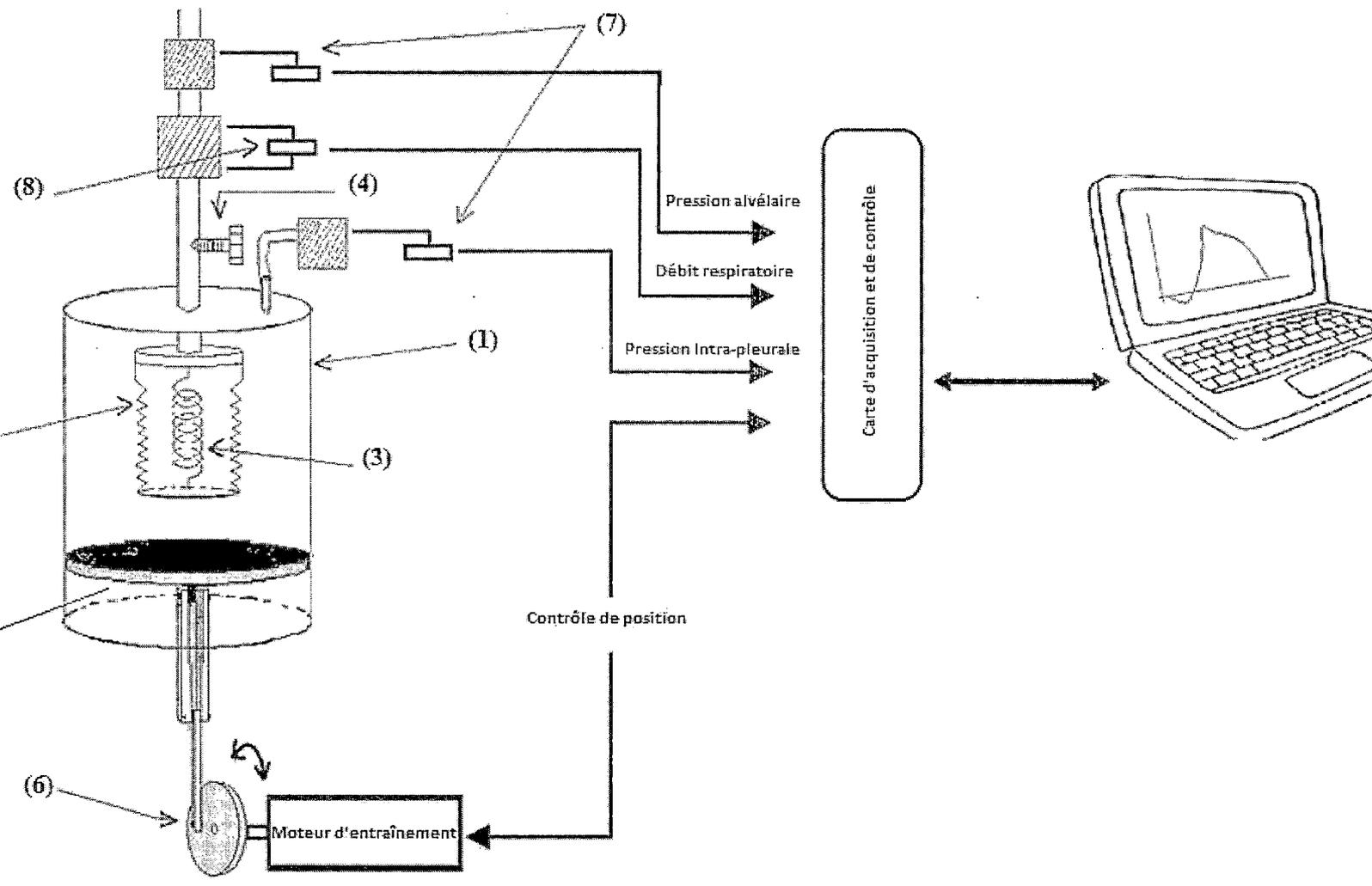


Figure (a)

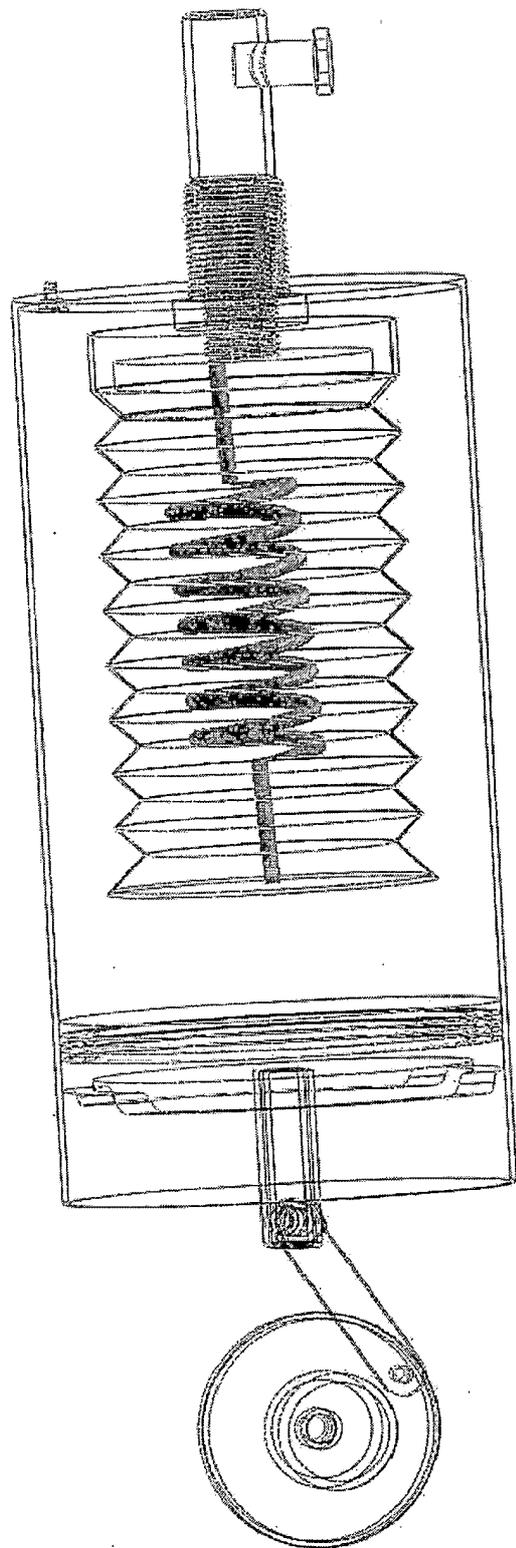


Figure (b)

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية
المكتب المغربي
الملكية الصناعية والتجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38842	Date de dépôt : 12/02/2016
Déposant : UNIVERSITE HASSAN 1ER SETTAT	
Intitulé de l'invention : CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN NOUVEAU MODÈLE DU POUMON ARTIFICIEL ACTIF	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 02/03/2016
Téléphone : +212 5 22 58 64 14/00	
Email : bami@ompic.ma	



Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
2 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : G09B23/28

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	US5975748 A ; Thomas D. East, IV, Jeffrey D. Anderson, Ernest B. Page ; 02/11/1999	1-10
A	CN101911151 B ; LAERDAL MEDICAL AS ; 28 nov. 2012	1-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 -« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 4 : Remarques de clarté*

Il ressort clairement de la description que les caractéristiques : chambre thoracique, système de piston, carte d'acquisition électronique sont essentielles à la définition de l'invention. La revendication indépendante 1 ne comporte pas ces caractéristiques et ne satisfait donc pas à l'exigence qui découle de l'art. 34 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13, à savoir qu'une revendication indépendante doit contenir toutes les caractéristiques techniques essentielles à la définition de l'invention.

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 7,10	Oui
	Revendications 1-6,8-9	Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune	Oui
	Revendications 1-10	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US5975748 A

1. Nouveauté (N) & Activité inventive :

Le document D1 divulgue un système de poumon actif pour simuler l'activité respiratoire caractérisé par :

Un modèle mécanique et un modèle électronique de contrôle et de mesure (voir D1, abrégé) ;

Le modèle mécanique se compose d'une chambre thoracique transparente (voir D1, figure 3, revendication 1), caractérisée par un volume et une pression inférieure à la pression atmosphérique, qui simule la partie correspondante du thorax du système respiratoire réel ;

La chambre thoracique est relié à un système de piston, ce dernier induit des différences de pression dans la chambre thoracique via le mouvement du piston (voir D1, revendication 14) ;

Le mouvement du piston change la pression dans la chambre thoracique, le changement provoque un gonflage et dégonflage du poumon utilisé (Implicite de D1) ;

Le poumon utilisé est caractérisé par une compliance et une résistance variables ;

La variation de la résistance par un orifice situé à l'entrée du système ; (voir D1, partie Lung Models) ;

Les différentes partie du système sont supervisées par un modèle de contrôle et de mesure (Voir D1, figure 1) ;

Le modèle de contrôle et de mesure contenant une carte d'acquisition électronique à base d'un microcontrôleur et une application installée sur ordinateur ; (voir D1, figure 1) ;

Par conséquent l'objet des revendications 1-6,8-9 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

La revendication 7 précise que la variation de la compliance se fait par un ressort, reliant la partie inférieure du poumon avec un système vis écrou à la sortie. Cette différence, n'est qu'un choix

parmi d'autre que l'homme du métier utiliserait selon le cas, pour faire varier la compliance du poumon sans faire preuve d'esprit inventif. Par conséquent, l'objet de la revendication 7 n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

La revendication 10, précise que le modèle de mesure est constitué de capteurs de pression et de débit dotés d'une sensibilité élevée (1V/kPa) et à haute précision.

L'effet technique de cette différence réside en ce que, les mesures relevées par le système ont plus de précision.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Comment améliorer la précision du système de simulation du poumon.

L'homme du métier aurait évidemment utilisé des capteurs à haute précision pour résoudre le problème posé sans faire preuve d'esprit inventif.

Par conséquent, l'objet de la revendication 10 n'implique pas une activité inventive au sens de l'art. 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

2. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.