

(19)



(11)

**EP 2 050 425 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**24.12.2014 Bulletin 2014/52**

(51) Int Cl.:  
**A61G 7/057 (2006.01) A47C 27/10 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **08166638.0**

(22) Date de dépôt: **15.10.2008**

(54) **Procédé de gonflage alterné d'un dispositif de support à cellules gonflables et dispositif pour sa mise en oeuvre**

Verfahren zum abwechselnden Aufblasen einer Halterungsvorrichtung, bestehend aus aufblasbaren Zellen, und Vorrichtung zu dessen Umsetzung

Alternative inflation method of a support device with inflatable cells and device for implementing the method

(84) Etats contractants désignés:  
**DE FR GB**

(30) Priorité: **18.10.2007 FR 0758412**

(43) Date de publication de la demande:  
**22.04.2009 Bulletin 2009/17**

(73) Titulaire: **Hill-Rom Industries SA**  
**34100 Montpellier (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Caminade, Jean-Luc**  
**34430, SAINT JEAN DE VEDAS (FR)**  
• **Basilio, Jean-Marie**  
**34140, MEZE (FR)**

• **Coupard, Olivier**  
**34090, MONTPELLIER (FR)**  
• **Flocard, Thierry**  
**Les Jardins d'Oc**  
**34000, MONTPELLIER (FR)**

(74) Mandataire: **Domange, Maxime et al**  
**Cabinet Beau de Lomenie**  
**232, avenue du Prado**  
**13295 Marseille Cedex 08 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 168 213 EP-A- 1 695 681**  
**WO-A-02/15835 US-B1- 6 928 681**

**EP 2 050 425 B1**

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

## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine de la régulation de pression pour des dispositifs de support à cellules ou compartiments gonflables comme par exemple les matelas thérapeutiques. De tels matelas sont notamment employés pour aliter des patients souffrant ou présentant des risques de développements de pathologies cutanées de type escarres de décubitus liées à un maintien prolongé sans mouvement en station assise ou allongée.

**[0002]** L'invention a plus particulièrement pour objet un procédé de gonflage alterné de cellules gonflables d'un tel dispositif de support ainsi qu'un dispositif particulier pour la mise en oeuvre de ce procédé.

**[0003]** Dans un dispositif de support à cellules gonflables tel qu'un matelas thérapeutique, chaque cellule gonflable communique de façon étanche avec au moins un moyen d'alimentation en un fluide de gonflage des cellules, traditionnellement de l'air, par l'intermédiaire d'au moins une électrovane, qui est elle-même reliée à un dispositif de commande contrôlant le gonflage et la régulation de la pression de fluide à l'intérieur des cellules gonflables du matelas.

**[0004]** En pratique, pour remplir/gonfler les cellules gonflables du dispositif de support, on envoie de l'air dans les cellules jusqu'à ce que la pression nécessaire soit atteinte. Inversement, pour vider ou dégonfler les cellules gonflables ou pour en ajuster la pression de gonflage, on évacue de l'air par un orifice d'évacuation prévu à cet effet, et de préférence également muni d'une électrovane commandée elle aussi par le dispositif de commande contrôlant le gonflage.

**[0005]** Des dispositifs de support de ce type sont utilisés comme matelas pour les soins des patients car ils permettent d'assurer position et un soutien adéquats du corps sur la surface du matelas, en fonction de la morphologie et de la position des patients.

**[0006]** En principe, le confort idéal d'un patient, et la vascularisation optimale des tissus notamment pour éviter la formation d'escarres ou réduire les douleurs localisées en certaines zones d'appui du corps sur le matelas, sont obtenus lorsque les points d'appui du corps sont redistribués sur la surface du matelas, c'est-à-dire lorsque la pression exercée par les différentes zones du corps sur le matelas (appelée « pression d'interface ») est sensiblement identique pour tous les points de la surface du corps en contact avec le matelas et si, d'autre part, cette surface de contact du corps avec le matelas est la plus élevée possible. Ceci requiert d'adapter le gonflage des cellules gonflables du matelas sous les différentes parties du corps pour contrôler le niveau d'enfoncement du corps dans les différentes zones du matelas.

**[0007]** Pour ce faire, on réalise une répartition de la pression d'air à l'intérieur des cellules gonflables en contrôlant leur remplissage/vidange en fonction notamment des mesures de contrainte exercée par le corps du pa-

tient sur le matelas, ces mesures étant effectuées avec des capteurs dans, sur ou de préférence dessous le matelas selon le type de capteurs mis en oeuvre. Ces capteurs dénommés ci-après capteurs de morphologie sont connus de l'homme de l'art et mesurent plus particulièrement une contrainte consistant dans la pression exercée par le corps du patient sur les cellules du matelas dénommée pression d'interface ou la distance d'enfoncement ou volume d'immersion du corps du patient dans les cellules du matelas, tel que décrit par exemple dans le brevet européen EP 0 676 158 et le brevet européen EP 1 056 372 au nom de la demanderesse. De ces mesures on déduit par calcul une pression de régulation du gonflage des cellules appropriée en fonction de la morphologie du patient sur le matelas. On entend ici par « morphologie du patient sur le matelas », à la fois la masse du patient et sa surface de contact avec le matelas, c'est-à-dire sa position sur le matelas.

**[0008]** Le contrôle et la régulation des remplissage/vidange des cellules gonflables permettent aussi de fournir des dispositifs de support fonctionnant en mode de gonflage « alterné » des cellules dans lequel on gonfle et dégonfle alternativement et simultanément certaines cellules du dispositif de support régulièrement réparties dans la longueur de celui-ci. Par exemple, on dégonfle/regonfle une cellule sur deux puis on dégonfle/regonfle les cellules adjacentes de celles précédemment dégonflées puis regonflées.

**[0009]** Ainsi, chaque cellule gonflable du dispositif de support est successivement et de proche en proche dégonflée/regonflée, créant une sorte de vague se déplaçant dans la direction longitudinale du dispositif de support en aller et retour et déchargeant la pression d'interface localement favorisant à cet endroit la vascularisation des tissus mous à l'interface avec la surface du dispositif de support.

**[0010]** Pour réaliser un tel mode de gonflage alterné des cellules, les dispositifs de support à cellules gonflables actuels comportent des systèmes de commande et de régulation de la pression de gonflage intégrant des circuits électroniques complexes de pilotage des électrovannes et autres compresseurs de gonflage, circuits comprenant entre autres des compteurs et horloges numériques dont le coût de développement et de réalisation est particulièrement élevé, de même que l'encombrement. De plus, avec les systèmes de commande et de régulation connus à ce jour, les durées de cycle de gonflage et de dégonflage alterné sont fixes, laissées à l'appréciation du constructeur ou utilisateur.

**[0011]** Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé de gonflage alterné de cellules gonflables d'un dispositif de support d'un élément à supporter du type matelas pour supporter le corps d'un patient, ledit matelas comportant des cellules gonflables d'un fluide, en particulier d'air, comprenant au moins une zone comprenant deux première et deuxième séries de cellules gonflables, dites premières et respectivement deuxièmes cellules, les cellules de chaque série communiquant

hydrauliquement ou de préférence pneumatiquement, entre elles, et avec des moyens de gonflage, les cellules de chaque série de cellules pouvant être soit en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules, soit en état de communication fermée avec la pompe et les cellules de l'autre série et communication ouverte avec l'extérieur, état dit de mise à l'air libre, procédé dans lequel on effectue des cycles de dégonflage et regonflage alterné dans lesquels on dégonfle puis regonfle alternativement et successivement chaque dite série de cellules, lesdites premières cellules étant dégonflées puis regonflées simultanément au regonflage puis respectivement dégonflage des dites deuxièmes cellules, les étapes de dégonflage et regonflage alternés desdites premières et deuxièmes cellules du dispositif de support comprenant au moins une étape de gonflage des dites cellules jusqu'à une valeur d'au moins une pression de référence PC, PRmax, PRmin dont la valeur est déterminée à partir d'une mesure en continu effectuée à l'aide d'un capteur, dénommé capteur de morphologie, mesurant la contrainte générée par le corps du patient sur les cellules.

**[0012]** Dans les brevets EP-1 695 681 et EP-0 168 213, on décrit des procédés de gonflage/dégonflage alternés. Mais, dans ces deux brevets, la pression de régulation à laquelle on doit gonfler les cellules, n'est pas déterminée à l'aide d'un capteur mesurant directement la contrainte exercée par le corps du patient sur le matelas, mais elle est déduite de mesures de pression à l'intérieur des cellules, ce qui est moins fiable et moins aisé à mettre en oeuvre.

**[0013]** Plus précisément, dans le document EP 1 695 681, on fixe un temps de cycle alterné prédéterminé et on détermine la pression de gonflage en fonction d'une valeur de pression résiduelle de l'air mesurée à l'intérieur des cellules en fin de dégonflage en cours de cycle, après un temps fixe donné prédéterminé. Donc, dans EP 1 695 681 on peut faire varier régulièrement la pression de gonflage des cellules lors du cycle en fonction de la morphologie du patient, mais on ne peut pas faire varier la durée des cycles de gonflage/dégonflage automatiquement en fonction de la morphologie du patient.

**[0014]** Enfin, dans EP 1 695 681, les cellules ne sont pas dégonflées entièrement en fin de dégonflage, ce qui est désavantageux en termes d'efficacité de vascularisation.

**[0015]** Dans EP 0168 213 la pression de régulation ou pression de gonflage des cellules est déterminée à partir de mesures de pression à l'intérieur des cellules lorsque la pression dans les différentes cellules s'équilibre au cours d'une étape de calibration ou initialisation avant le démarrage du cycle alterné proprement dit. Et, cette étape de calibration doit être répétée à intervalles réguliers. Dans EP 0168231 aucune précision n'est fournie quant au mode de réalisation du procédé de gonflage /dégonflage alterné postérieurement à cette étape initiale de calibration.

**[0016]** Donc, dans EP 1 695 681 et EP 01680213, les

pressions de référence auxquelles les cellules doivent être gonflées lors d'un cycle de gonflage / dégonflage sont déterminées en fonction de la pression d'air à l'intérieur des cellules mesurée à intervalles réguliers, ce qui requiert en outre la mise en oeuvre d'une horloge.

**[0017]** Le but de l'invention est par conséquent de fournir un procédé de gonflage alterné de cellules gonflables d'un dispositif de support tel qu'un matelas thérapeutique ainsi qu'un dispositif pour sa mise en oeuvre qui soient plus économiques que les procédés et dispositifs connus.

**[0018]** Un autre but de la présente invention est de fournir un procédé de gonflage alterné de cellules de matelas thérapeutique, dont le temps de cycle de gonflage/dégonflage soit en fonction de la morphologie et de la position du patient sur le matelas.

**[0019]** Ce but est atteint selon l'invention par procédé de gonflage alterné de cellules gonflables d'un dispositif de support d'un élément à supporter du type matelas pour supporter le corps d'un patient, ledit matelas comportant de cellules gonflables d'un fluide, en particulier comprenant au moins une zone comprenant deux premières et deuxièmes séries de cellules gonflables, dites premières et respectivement deuxièmes cellules, les cellules de chaque série communiquant hydrauliquement ou de préférence pneumatiquement, entre elles, et avec des moyens de gonflage comprenant un pompe, les cellules de chaque série de cellules pouvant être soit en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules, soit en état de communication fermée avec la pompe et les cellules de l'autre série et communication ouverte avec l'extérieur, état dit de mise à l'air libre, procédé dans lequel on effectue des cycles de dégonflage et regonflage alterné dans lesquels on dégonfle puis regonfle alternativement et successivement chaque dite série de cellules, lesdites premières cellules étant dégonflées puis regonflées simultanément au regonflage puis respectivement dégonflage des dites deuxièmes cellules, les étapes de dégonflage et regonflage alternés desdites premières et deuxièmes cellules du dispositif de support comprenant au moins une étape de gonflage des dites cellules jusqu'à une valeur d'au moins une pression de référence PC, PRmax, PRmin dont la valeur est déterminée à partir d'une mesure en continu effectuée à l'aide d'un capteur, dénommé capteur de morphologie, mesurant la contrainte générée par le corps du patient sur les cellules, caractérisé en ce que les étapes de dégonflage et regonflage alternés desdites premières et deuxièmes cellules interviennent selon un cycle piloté par les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage, lesquels mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage sont commandés en fonction de la valeur de la pression du fluide mesurée à l'intérieur desdites cellules et sa comparaison à une dite valeur de pression de référence, et les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage commandent les mises en état de communication ouverte ou état de communication fermée des dites premières ou secon-

des cellules avec lesdits moyens de gonflage.

**[0020]** Le procédé selon l'invention implique donc la mise en oeuvre de deux mesures et leur comparaison, à savoir la mesure en continu de la pression interne des cellules en cours de cycle et sa comparaison avec une pression de référence calculée à partir des mesures en continu effectuées par un capteur de morphologie.

**[0021]** Ainsi, on peut piloter le cycle sans mise en oeuvre d'horloge pour commander les mises en marche ou arrêt des moyens de gonflage et les mises en état de communication ouverte ou fermée des cellules avec les moyens de gonflage.

**[0022]** En outre, selon la présente invention, la durée du cycle est ajustée automatiquement en continu en fonction de la dite valeur de pression de référence mesurée à l'aide dudit capteur de morphologie, et donc en fonction de la morphologie du patient sur le matelas.

**[0023]** Enfin, on ne peut passer à l'étape suivante du cycle que si les moyens de gonflage ont réussi, au cours du gonflage, à rétablir la pression dans les cellules à une dite valeur de pression de référence. Ceci constitue une sécurité car le cycle est nécessairement interrompu en cas de fuite contrairement aux procédés antérieurs dans lesquels des horloges commandaient les déclenchements des étapes successives du cycle même en cas de fuite.

**[0024]** Plus particulièrement, dans le procédé selon l'invention :

- les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage sont commandées en fonction de la valeur de la pression du fluide mesurée dans lesdites cellules et sa comparaison à une valeur d'une première pression de référence, appelée pression de régulation, déterminée en fonction de la morphologie du patient, et une valeur d'une deuxième pression de référence appelée pression de consigne, ladite pression de consigne étant supérieure à ladite pression de régulation et calculée par rapport à la pression de régulation, et
- les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage commandent le choix de la dite première ou dite deuxième pression de référence à prendre en compte pour ladite comparaison dans la mise en marche ou arrêt suivante des moyens de gonflage au cours d'un dit cycle.

**[0025]** Plus particulièrement encore, dans le procédé selon l'invention :

- lesdites premières cellules sont connectées les unes à la suite des autres en série et,
- lesdites deuxième cellules sont connectées les unes aux autres en série, et
- on réalise les étapes successives suivantes dans

lesquelles :

a) lorsque (t2) toutes les cellules des deux dites première et deuxième série sont gonflées à une pression correspondant à une pression dite de régulation  $P_r$ , la pompe étant à l'arrêt, les cellules de chaque série de cellules étant en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules, la détection de ladite pression de régulation dans lesdites premières et deuxième cellules, commande :

a-1) le dégonflage des dites premières cellules par mise à l'air libre des dites premières cellules, et

a-2) le surgonflage des dites deuxième cellules par mise en marche de la pompe jusqu'à une pression déterminée dite pression de consigne  $P_c$  supérieure à la pression de régulation, et

b) lorsque (t3) la pression de consigne est atteinte dans lesdites deuxième cellules, la détection de ladite pression de consigne dans lesdites deuxième cellules commande l'arrêt de la pompe et la mise en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules pour les deux séries de cellules, ce qui permet un transfert du fluide des dites deuxième cellules vers lesdites premières cellules et donc le dégonflage des dites deuxième cellules et regonflage simultanée des dites premières cellules jusqu'à une dite pression de régulation, et

c) lorsque (t5) toutes lesdites premières et deuxième cellules sont à une pression correspondant à une pression dite de régulation, la détection d'une dite pression de régulation dans lesdites cellules commande l'arrêt de la pompe, lequel arrêt de pompe commande :

c-1) le dégonflage des dites deuxième cellules par mise à l'air libre des dites deuxième cellules, et

c-2) le surgonflage desdites premières cellules par mise en marche de la pompe jusqu'à une dite pression de consigne  $P_c$  et

d) lorsque (t6) ladite pression de consigne est atteinte dans lesdites premières cellules, la détection de ladite pression de consigne dans lesdites premières cellules commande l'arrêt de la pompe et la mise en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre

dite série de cellules pour les deux séries de cellules, ce qui permet un transfert du fluide des premières cellules vers les deuxièmes cellules et donc le dégonflage des dites premières cellules et gonflage simultanée des dites deuxièmes cellules, jusqu'à une dite pression de régulation, et

e) le cas échéant on réitère le cycle des étapes a) à d).

**[0026]** Aux étapes a-1) et c-1) le dégonflage des dites premières et respectivement deuxièmes cellules correspond à un vidage partiel des dites cellules. En pratique on ne transfère que 15 à 20 % du fluide contenu dans lesdites cellules. Toutefois, compte-tenu de l'appui exercé dans le corps du patient, les cellules qui se dégonflent par mise à l'échappement, se dégonflent plus vite que les cellules en cours de gonflage. Ceci permet d'atteindre une pression relative nulle par rapport à la pression atmosphérique lors du dégonflage.

**[0027]** La durée des phases dite d'équilibrage des étapes b) et d) et phase de surgonflage/dégonflage des étapes a) et c) est déterminée par le temps que mettent les moyens de gonflage à atteindre les pressions de régulation ou de consigne déterminées par la masse de l'élément à supporter reposant le dispositif de support.

**[0028]** Le procédé de l'invention se distingue avantageusement de l'état de la technique par sa durée de cycle variable qui est ajustée automatiquement en fonction de la morphologie du patient. Il est donc plus performant que les procédés et dispositifs de régulation de gonflage connus car il permet un paramétrage automatique de la variable thérapeutique supplémentaire que constitue la durée du cycle.

**[0029]** En effet, le temps de gonflage varie en fonction du patient. Ainsi pour un patient relativement léger, le volume d'immersion du corps dans le matelas est relativement faible et les cellules seront plus vite regonflées.

**[0030]** Cette caractéristique d'auto régulation en continu du temps de cycle en fonction du poids du patient selon le procédé selon l'invention est très avantageuse, car les patients de petite corpulence présentent des risques d'escarres plus importants et requièrent un massage plus rapide que pour des patients de plus forte corpulence.

**[0031]** Le procédé selon l'invention est également plus économique que les procédés connus car il ne requiert pas la mise en oeuvre d'horloge électronique coûteuse pour séquencer les phases successives d'arrêt et mise en marche de la pompe.

**[0032]** Plus particulièrement, le dispositif de support est un matelas comprenant une pluralité de cellules remplies d'air, sous forme de boudins disposés transversalement à la direction longitudinale du matelas, et les moyens de gonflage comprennent une pompe comportant un compresseur d'air.

**[0033]** Enfin, sa mise en oeuvre est sécurisée car dé-

pendante de l'aptitude du matelas thérapeutique à porter correctement le patient allongé sur le matelas. En effet, la durée des phases dégonflage/regonflage des étapes a) et c) peut varier selon l'intégrité des cellules du dispositif de support, pouvant aller jusqu'au blocage du cycle et générant une alarme de dysfonctionnement, si une fuite du fluide de gonflage au niveau des cellules ou des moyens de connexion hydraulique entre les cellules et les moyens de gonflage est supérieure au débit maximum du dispositif de gonflage. Dans ce cas l'arrêt du système de gonflage ne se fait jamais, donc le cycle ne passe pas à la phase suivante.

**[0034]** En cas de fuite donc, le procédé selon l'invention est interrompu, mais le gonflage des cellules en fuite continu de sorte qu'il n'y a pas de risque de dégonflage brutal qui pourrait être dangereux pour le patient.

**[0035]** Selon une caractéristique préférée du procédé de l'invention, la pression de fluide dite de "consigne" est déterminée par rapport à la pression de régulation, notamment proportionnelle à la pression de régulation, de préférence supérieure à la pression dite de "régulation" et de préférence encore supérieure d'au moins 10 % à la pression de "régulation", de préférence encore supérieure d'au moins 15 % à 30 % par rapport à la pression de "régulation".

**[0036]** Selon un mode préféré de réalisation du procédé selon l'invention :

- lesdites premières cellules sont reliées à au moins une première électrovanne permettant soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites deuxièmes cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites premières cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites deuxièmes cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation, et
- lesdites deuxièmes cellules reliées à au moins une deuxième électrovanne permettant soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites premières cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites deuxièmes cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites premières cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation, et
- les arrêts de la pompe déclenchent les mises en états d'activation ou de repos des dites premières et deuxièmes électrovannes.

**[0037]** Plus particulièrement, les arrêts de la pompe déclenchent les mises en états suivantes :

- aux étapes a) et c), l'arrêt de la pompe commande la mise en état d'activation de ladite première électrovanne et respectivement dite deuxième électro-

vanne, et

- aux étapes b) et d), l'arrêt de la pompe commande la mise en état de repos de desdites deuxième et première électrovannes.

**[0038]** En fait lesdites électrovannes sont des électrovannes 3 voies, de préférence des électrovannes 3/2 en ligne

**[0039]** Ce mode de réalisation requiert la mise en oeuvre d'électrovanne à trois voies (dites électrovannes « électrovannes 3/2 »).

**[0040]** Ces électrovannes à trois voies comprennent :

- un premier canal interne apte à coopérer avec un orifice ouvert d'alimentation et d'évacuation d'air d'une dite cellule,
- un deuxième canal interne apte à communiquer avec un tuyau d'alimentation de l'électrovanne et dite cellule en fluide, et
- un troisième canal interne débouchant à l'air libre, permettant l'évacuation du fluide de ladite cellule, ledit deuxième canal étant obturé.

**[0041]** De préférence, lesdites électrovannes comprennent deux dits premier et second embouts disposés symétriquement par rapport à un corps principal définissant une surface externe de forme arrondie de préférence ledit corps principal étant de forme cylindrique, ledit corps principal étant de même axe longitudinal que lesdits premier et second embouts.

**[0042]** De préférence encore, le diamètre externe dudit corps de forme cylindrique est sensiblement identique ou peu supérieur à celui dudit tuyau d'alimentation. Ainsi, l'électrovanne peut être disposée dans le prolongement du tuyau dans un encombrement optimal.

**[0043]** Dans un mode de réalisation préféré, la pression de régulation correspond à une pression comprise dans une fourchette de pression dite plage de régulation de  $P_{rmax}$  à  $P_{rmin}$ . Ceci permet d'éviter une trop grande sensibilité qui pourrait déclencher des perturbations non souhaitables de cycles, notamment des variations de durée de cycles, pour un même patient car la pression de régulation peut varier en fonction de ses mouvements sur le matelas entre autres. Dans ce cas la pression de consigne est supérieure à  $P_{rmax}$ .

**[0044]** Selon une caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention :

- aux étapes b) et d), lors dudit transfert, lorsque l'on détecte la pression maximale de régulation ( $P_{rmax}$ ) dans lesdites deuxième et respectivement première cellules alors que la pression minimale de régulation  $P_{rmin}$  n'est pas atteinte dans lesdites lesdites première et respectivement deuxième cellules, la mise en marche de la pompe est déclenchée pour

le gonflage des dites première et deuxième cellules, et

- aux étapes a) et c), l'arrêt de pompe est déclenchée par la détection d'une pression dans lesdites première et deuxième cellules comprise dans ladite plage de régulation, et le redémarrage de la pompe aux étapes a-2) et c-2) est déclenché par la détection d'une pression dans lesdites deuxième et respectivement première cellules inférieure à ladite pression de consigne.

**[0045]** On comprend en effet que dans certains cas, aux étapes b) et d), le débit du fluide transféré entre les deux séries de cellules est insuffisant pour permettre d'atteindre la valeur minimale de la plage de pression de régulation dans lesdites cellules et/ou maintenir la pression dans lesdites première et deuxième cellules connectées entre elles dans ladite plage de régulation, du fait que, compte tenu de la pression exercée par le corps du patient sur les cellules en dégonflage, les cellules qui se dégonflent se dégonflent plus vite que ne se gonflent celles qui sont en cours de regonflage. Le démarrage de la pompe ralentit le dégonflage des cellules en cours de dégonflage et permet aux cellules en cours de regonflage d'atteindre la pression de régulation.

**[0046]** Avantageusement encore, ledit matelas comprend au moins une zone dans laquelle lesdites deux séries de cellules comprennent un même nombre de cellules dans chaque série, avec une cellule de chacune des deux dites séries de cellules en alternance dans la direction longitudinale du dispositif de type matelas dans ladite zone. Autrement dit, une cellule de chacune des deux dites séries de cellules est adjacente à une cellule de l'autre série de cellules, c'est-à-dire précédée et/ou suivie par une cellule de l'autre série de cellules.

**[0047]** On comprend donc qu'au cours de chaque cycle de dégonflage et de regonflage, on dégonfle et on regonfle respectivement une cellule sur deux du dispositif de support alternativement.

**[0048]** Avantageusement encore, le matelas comprend au moins une troisième série de cellules, dite troisième cellules en communication avec ladite pompe et lesdites première et deuxième cellules, de préférence lesdites troisième cellules communiquant hydrauliquement entre elles en continu, et lesdites troisième cellules sont intercalées hydrauliquement entre la pompe et lesdites première et deuxième cellules, de sorte que la pression dans lesdites troisième cellules varie entre la pression de régulation et la pression de consigne lors des étapes a) à d).

**[0049]** Plus particulièrement, lesdites troisième cellules sont intercalées en amont des dites première et deuxième électrovannes.

**[0050]** Selon l'invention, on peut mettre en oeuvre une pompe de relativement plus faible débit et donc moins coûteuse par rapport aux pompes commandées par une horloge selon la technique antérieure car on calibre les pompes en fonction du temps de mise en service, c'est-

à-dire du temps de gonflage initial du matelas alors que selon l'invention on calibre la pompe uniquement en fonction du volume des cellules de chaque dite première et deuxième série à regonfler de  $P=0$  à  $P_c$ , lequel est inférieur à la moitié du volume total.

**[0051]** Plus particulièrement, on choisit le débit de la pompe en fonction du volume des dites première et deuxième cellules pour obtenir un temps de cycles de 5 à 20 minutes pour des patients de 50 à 120 Kg.

**[0052]** La mise en oeuvre de ces troisième cellules permet de constituer une réserve de fluide qui vient compléter le volume de fluide transféré aux étapes b) et d), ce qui permet de mettre en oeuvre une pompe de plus petit débit.

**[0053]** Avantagusement, le nombre des dites premières et deuxième cellules est inférieur à la moitié du nombre total de cellules dans le matelas, de préférence entre 1/3 et 1/2 du nombre total de cellules.

**[0054]** De préférence, ladite zone des premières et deuxième cellules couvre la zone du sacrum, et le matelas comprend des troisième cellules au niveau de la zone de pieds et de la zone de la tête. Plus particulièrement encore lesdites premières et deuxième cellules sont au nombre de 4 chacune, 8 au total, dans ladite zone, et le matelas comprend 20 cellules dont 3 en zone de pieds, et 7 en zone de tête.

**[0055]** La présente invention propose également un dispositif de gonflage d'un dit dispositif de support d'un patient à supporter, notamment d'un matelas ou d'un coussin pour supporter le corps d'un patient, comportant desdites cellules gonflables d'un fluide, en particulier d'air, permettant la mise en oeuvre d'un procédé de gonflage selon l'invention, le dispositif de gonflage comportant :

- desdits moyens de gonflage,
- des tuyaux de communication hydraulique reliant lesdits moyens de gonflage aux dites cellules gonflables,
- un dit capteur de morphologie apte à mesurer directement la contrainte exercée par un dit patient sur lesdites cellules gonflables du dispositif de support, et déterminer ladite valeur de pression de référence, et
- desdits moyens de mesure de la pression à l'intérieur desdites cellules gonflables, et
- desdits moyens de commande desdits moyens de gonflage
- lesdits moyens de commande desdits moyens de gonflage étant connectés aux dits moyens de mesure de pression et au dit capteur de morphologie, et étant aptes à commander les mises en marche et arrêts desdits moyens de gonflage en fonction de la

valeur de la pression du fluide mesurée dans lesdites cellules par lesdits moyens de mesure de la pression en la comparant à au moins une dite valeur de pression de référence déterminée à l'aide dudit capteur de morphologie.

**[0056]** De préférence, le dispositif selon l'invention comporte un capteur de morphologie apte à mesurer la pression appliquée par un dit patient sur lesdites cellules gonflables du dispositif de support, et déterminer ladite valeur de pression de régulation et dite valeur de pression de consigne, ledit capteur étant connecté aux dits moyens de commande des moyens de gonflage.

**[0057]** De préférence le capteur de morphologie permet de déterminer et quantifier la pression d'interface exercée par le patient sur les cellules résultant de la masse de l'élément à supporter par les cellules d'un dispositif de support, laquelle provoque un déplacement de fluide et un enfoncement de l'élément à supporter dans les cellules provoquant une augmentation de la pression de fluide dans les cellules. Des dispositifs de capteurs de morphologie sont connus de l'homme du métier comme mentionné ci-dessus, mais de préférence, ledit capteur de morphologie comporte au moins une cellule résistive de détection de force.

**[0058]** Les moyens de mesure de pression à l'intérieur des cellules peuvent être par exemple des capteurs piezo électriques.

**[0059]** Plus particulièrement, le dispositif selon l'invention comprend :

- desdites première et deuxième électrovannes reliées à des dites premières et respectivement deuxième cellules et dits moyens de gonflage, lesdites électrovannes étant aptes à permettre soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites deuxième et respectivement premières cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites premières et respectivement deuxième cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites deuxième et respectivement premières cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation, et
- des moyens de détection d'arrêt de pompe connecté à un séquenceur apte à déclencher des commandes successives d'états d'activation ou de repos desdites électrovannes et apte à faire le choix des dites pressions de référence selon une séquence déterminée.

**[0060]** Selon une autre caractéristique du dispositif de gonflage de l'invention lesdits moyens de gonflage comportent une pompe basse tension alimentée sous une tension de 12 volts alternatif.

**[0061]** Préférentiellement, le dispositif de gonflage de l'invention comporte également une alimentation 12 volts

continu comportant un pont de transistors, ceci afin de générer la tension alternative desdits moyens de gonflage. Par ailleurs le dispositif de gonflage comporte également un capteur de morphologie, apte à mesurer la contrainte appliquée par un dit élément à supporter sur lesdites cellules gonflables du dispositif de support et un capteur de pression apte à mesurer la pression à l'intérieur desdites cellules gonflables.

**[0062]** Toujours selon l'invention, l'alimentation du dispositif de gonflage de l'invention comporte enfin une batterie d'alimentation apte à entretenir le fonctionnement du dispositif de gonflage en cas de coupure de l'alimentation secteur.

**[0063]** D'autres caractéristiques avantageuses du procédé et du dispositif de gonflage de la présente invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre réalisée à titre illustratif et non limitatif de la portée de l'invention en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- les figures 1A et 1B représentent un dispositif de support à cellules gonflable incorporant un dispositif de gonflage alterné pour la mise en oeuvre du procédé de gonflage alterné de l'invention ;
- la figure 2 représente schématiquement la structure électrique d'un dispositif de gonflage alterné conforme à la présente invention,
- la figure 3 représente des courbes de variations de pressions dans un dispositif de support gonflable fonctionnant suivant le procédé de gonflage alterné de l'invention,
- la figure 4 représente des courbes de variations de pressions dans un dispositif de support gonflable fonctionnant suivant le procédé de l'invention, pour un individu de 125 kg et une inclinaison nulle du dispositif de support,
- la figure 5 représente des courbes de variations de pressions dans un dispositif de support gonflable fonctionnant suivant le procédé de l'invention, pour un individu de 125 kg et une inclinaison de 60° entre deux zones du dispositif de support.
- la figure 6 représente des courbes de variations de pressions dans un dispositif de support gonflable fonctionnant suivant le procédé de l'invention, pour un individu de 45 kg et une inclinaison de 60° entre deux zones du dispositif de support,
- la figure 7 représente des courbes de variations de pressions dans un dispositif de support gonflable fonctionnant suivant le procédé de l'invention, pour un individu de 45 kg et une inclinaison nulle du dispositif de support.

**[0064]** Dans les courbes de s figures 3 à 7 les pressions en ordonnées sont en inch H2O (1 inch H2O=254 Pa= 2.19 mmHg) et le temps en abscisse est en secondes.

5 **[0065]** Sur les figures 1A et 1B, on a représenté un matelas thérapeutique 11, équipé d'un dispositif de gonflage 1 selon l'invention.

10 **[0066]** Le matelas thérapeutique 11 est constitué de 19 cellules gonflables, lesdites cellules 12 étant disposées transversalement à la direction longitudinale du matelas. Chaque cellule est constituée de deux compartiments, respectivement un compartiment supérieur et un compartiment inférieur, lesdits compartiments supérieur et inférieur, en forme de boudin, communiquant entre eux à leurs extrémités.

15 **[0067]** Le matelas 11 représenté sur les figures 1A et 1B, comporte les trois zones suivantes :

- une zone de pied 11P, constituée des 3 premières cellules (cellules n°1 à 3),
- 20 - Une zone médiane 11C, comportant 8 cellules (cellules n°4 à 11), et
- 25 - une zone de tête 11T, comportant également 8 cellules (cellules n°12 à 19).

**[0068]** La zone centrale 11C correspond à une zone gonflée selon un procédé de gonflage alterné de la présente invention.

30 **[0069]** La zone centrale 11C comporte une première série de cellules, appelées premières cellules 12C1 (cellules n°5, 7, 9 et 11), et une deuxième série de cellules, dites deuxièmes cellules 12C2 (cellules n°4, 6, 8 et 10).

35 **[0070]** Les cellules de chacune desdites première et deuxième séries 12C1 et 12C2, sont montées en série, c'est-à-dire en ligne, les deux séries étant montées en parallèle, alimentées par le même dispositif de gonflage 1.

40 **[0071]** Plus précisément, les cellules 12 du matelas 11 comportent, chacune, un orifice d'entrée et un orifice de sortie (non représentés). L'orifice d'entrée ou alimentation est situé à une extrémité du compartiment supérieur, dans la direction transversale du matelas, l'orifice de sortie ou évacuation étant situé à l'extrémité du même côté du compartiment inférieur, dans la direction transversale du matelas (ou direction longitudinale de la cellule). Deux cellules adjacentes ont leurs orifices disposés à des extrémités opposées dans la direction transversale du matelas et appartiennent à une série différente de cellules.

50 **[0072]** Ainsi, sur la figure 1A, on voit que la cellule n°1 au pied du matelas est alimentée par un tuyau 13 au niveau de l'extrémité du compartiment supérieur de la cellule n°1, et l'extrémité du même côté du compartiment inférieur de la cellule n°1 communique directement avec 55 l'extrémité du compartiment inférieur du même côté de la cellule n°3, dont l'extrémité du même côté du compartiment supérieur communique, à partir d'un raccord de dérivation en T, 13a, avec, d'une part, une première élec-

trovanne 14<sub>1</sub>, à partir de laquelle sont disposées en série les cellules n°5, 7, 9 et 11 de ladite première série 12C1 de cellules, et, d'autre part, monté en parallèle aux cellules 12C1, l'extrémité du même côté du compartiment supérieur de la cellule n°13, qui est la deuxième cellule de la zone de tête 11T à partir du pied du lit, les autres cellules de la zone de tête, n°15, 17 et 19, étant montées les unes à la suite des autres, en série.

**[0073]** Symétriquement, sur la figure 1B, on montre que la cellule n° 2 de la zone de pied 11P est alimentée, à l'extrémité opposée du compartiment supérieur, à partir du dispositif 1, par un même tuyau 13. Et, l'extrémité du même côté du compartiment inférieur de la cellule n°2 de la zone de pied 11P alimente un raccord de dérivation en T 13a, à partir duquel on alimente en parallèle :

- d'une part, la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub>, à partir de laquelle la cellule n°4 du matelas, représentant la première cellule de ladite deuxième série de cellules 12C2, est alimentée, les autres cellules de la deuxième série de cellules 12C2, à savoir les cellules n°6, 8 et 10, étant alimentées en série, c'est-à-dire communiquant en série entre elles symétriquement et parallèle à ladite première série de cellules 12C1, et
- d'autre part, un tuyau 13 alimente l'extrémité du compartiment supérieur du premier compartiment n°12 de la zone de pied, l'extrémité du même côté du compartiment inférieur de la deuxième cellule suivante de la zone de tête, à savoir la cellule n°14 à partir du pied du lit, étant alimentée à partir de l'extrémité du même côté du compartiment inférieur de la cellule n°12 et, ainsi de suite, en série sur la cellule n°16 puis l'avant-dernière cellule n°18 de la zone de tête 11T.

**[0074]** On voit ainsi que les cellules de la zone de tête 11T et de la zone de pied 11P constituent des troisièmes cellules, qui sont situées en amont des première et deuxième électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub>.

**[0075]** Les électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub> ont été représentées disposées en ligne entre les tuyaux 13 et les orifices des premières cellules desdites première série 12C1 et deuxième série de cellules 12C2. Toutefois, elles pourraient être disposées dans un boîtier spécifique.

**[0076]** Lesdites première et deuxième électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub> sont des électrovannes 3 voies, du type 3/2, tel que décrit précédemment. Sur les électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub>, on a représenté les orifices latéraux de mise à l'air libre 14a. Leur changement de mise en état, entre leurs dit état d'activation et dit état de repos, est commandé par les transistors 6<sub>1</sub> et, respectivement, 6<sub>2</sub> du séquenceur 6 décrit ci-après.

**[0077]** Lorsqu'une électrovanne est en état d'activation, seul l'orifice latéral de mise à l'air libre est ouvert. Lorsqu'une électrovanne est en état de repos, l'orifice latéral de mise à l'air libre est fermé et les deux autres

orifices sont ouverts, communiquant, respectivement, avec la pompe et la première cellule de la série de cellules concernées par ladite électrovanne.

**[0078]** Plus particulièrement, lesdites électrovannes comprennent un corps principal comprenant une cavité interne cylindrique dans laquelle débouchent les deux dits premier et deuxième canaux internes, ladite cavité interne renfermant un noyau magnétique longitudinal apte à être déplacé dans ladite direction longitudinale axiale de ladite électrovanne, ledit noyau magnétique se déplaçant à l'intérieur d'une bobine d'induction s'étendant axialement, ledit noyau pouvant se déplacer entre, d'une part, une position d'ouverture dans laquelle le noyau est dégagé des extrémités desdits premier et deuxième canaux internes débouchant dans ladite cavité interne de manière à laisser passer le fluide à travers ladite électrovanne entre les extrémités de ces deux dits premier et second embouts et, d'autre part, une position de fermeture dans laquelle ledit noyau obstrue l'extrémité débouchant dans ladite cavité interne de l'un des deux dits premier et deuxième canaux internes de l'électrovanne de manière à empêcher la circulation du fluide à travers ladite électrovanne entre les extrémités de ces deux dits premier et second embouts.

**[0079]** Ce type d'électrovanne est appelé « électrovanne compacte en ligne » car les différents éléments constitutifs sont disposés selon un même axe que l'axe longitudinal de l'électrovanne.

**[0080]** D'autre part, le passage du fluide à travers l'électrovanne entre ses premier et second embouts se fait toujours axialement selon le même axe longitudinal que celui de l'électrovanne, contrairement aux électrovannes 3 voies classiques dans laquelle l'axe du noyau et le déplacement du noyau sont en général perpendiculaires à un conduit de passage du fluide à l'intérieur de l'électrovanne.

**[0081]** Des électrovannes « compacte en ligne » de ce type sont décrites dans la demande de brevet en France FR 0701391 au nom de la demanderesse.

**[0082]** Cette organisation des différentes cellules 12 du matelas, en deux séries de cellules 12C1 et 12C2, montées en parallèle mais disposées de telle sorte que les cellules desdites première série 12C1 et deuxième série 12C2 se succèdent en alternance, et avec les deux séries pilotées par une électrovanne différente, permet de faciliter la mise en oeuvre du procédé de gonflage alterné selon l'invention, avec un encombrement minimal autour du matelas du réseau de tuyaux et autres moyens de communication hydraulique entre les cellules.

**[0083]** Sur la figure 3, on a représenté des courbes de pression en fonction du temps, dans les cellules 12C1 et 12C2, au cours des différentes phases des cycles de gonflage alterné des cellules 12C1 et 12C2 décrites ci-après.

**[0084]** Avant t<sub>0</sub>, lesdites premières cellules 12C1 sont en phase de regonflage, ladite première électrovanne 14<sub>1</sub> étant en dit état de repos, permettant l'alimentation desdites cellules 12C1 par l'intermédiaire du tuyau 13 à

partir du dispositif de gonflage 1. Simultanément, au regonflage des premières cellules 12C1, les deuxièmes cellules 12C2 sont en phase de dégonflage et, tel que représenté sur la figure 3, elles ont atteint une pression relative nulle. Dans cette phase avant t0, la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> se trouve en état d'activation.

**[0085]** A t0, la pression détectée à l'intérieur des premières cellules 12C1 atteint la pression de consigne Pc déterminée comme étant supérieure d'environ 20% à la limite supérieure PRmax de la plage de régulation. Cette détection d'une pression Pc dans lesdites cellules 12C1 provoque l'arrêt de la pompe. Et, l'arrêt de la pompe déclenche la phase suivante (phase P.1) dans laquelle la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> est mise en état de repos. Ainsi, à partir de t0, dans la phase P.1, les deux première et deuxième électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub> sont en état de repos, la pompe est arrêtée. Et, la phase P.1 est une phase d'équilibrage par transfert d'air desdites premières cellules 12C1 vers les deuxièmes cellules 12C2 au cours de laquelle la pression dans les cellules 12C1 diminue et la pression dans les cellules 12C2 augmente par simple transfert d'air sous l'effet de l'appui du patient.

**[0086]** A t1, les moyens de mesure de pression 3 dans les cellules mesurent une pression dans les premières cellules 12C1 égale à la limite supérieure PRmax de la plage de régulation, alors que, simultanément, la pression dans les deuxièmes cellules 12C2 est inférieure à la limite inférieure PRmin de la plage de régulation. Ces conditions de pressions dans lesdites premières et deuxièmes cellules 12C1 et 12C2 déclenchent le redémarrage de la pompe sans qu'il y ait de changement de position des première et deuxième électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub>.

**[0087]** A t2, la pression dans lesdites secondes cellules 12C2 atteint la limite inférieure PRmin et les premières et deuxièmes cellules 12C1 et 12C2 sont maintenues à une pression comprise dans la plage de régulation, ce qui déclenche un nouvel arrêt de la pompe et envoie un signal au séquenceur 6 de déclencher la phase suivante (phase P.2), dans laquelle la première électrovanne 14<sub>1</sub> est activée pour mise à l'air libre des cellules 12C1, permettant le dégonflage des premières cellules 12C1, tandis que la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> reste en état de repos. L'activation de la première électrovanne 14<sub>1</sub> s'accompagne d'un renvoi 6<sub>3</sub> d'information vers le comparateur des moyens de commande 4, lui donnant ordre de prendre la pression de consigne comme pression de référence pour le gonflage des cellules 12C2. Ceci déclenche le redémarrage et le fonctionnement de la pompe pour le regonflage desdites deuxièmes cellules tant que la pression détectée dans les cellules n'atteint pas la pression de consigne.

**[0088]** A t3, la pression de consigne PC est atteinte dans lesdites deuxièmes cellules, ce qui déclenche l'arrêt de la pompe. Ce nouvel arrêt de la pompe déclenche la phase suivante (phase P.3), avec mise en état d'activation de la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> et dégonflage des deuxièmes cellules 12C2, et donc mise à l'air libre des

deuxièmes cellules. L'activation de la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> s'accompagne d'un renvoi d'informations vers le comparateur des moyens de commande 4, qui comparera les pressions mesurées dans les cellules avec la plage de pression de régulation.

**[0089]** A t4, la détection de la pression maximale de régulation PRmax dans lesdites deuxièmes cellules 12C2, alors que la pression dans les premières cellules 12C1 est inférieure à PRmin, c'est-à-dire en dehors de la plage de régulation, déclenche la mise en marche de la pompe, sans changement d'état desdites première et deuxième électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub>. Ceci provoque un ralentissement du dégonflage des deuxièmes cellules 12C2 et permet aux premières cellules 12C1 d'atteindre la plage de régulation à t5.

**[0090]** A t5, lorsque la pression est à l'intérieur de la plage de régulation dans les deux premières et deuxièmes cellules 12C1 et 12C2, cela commande l'arrêt de la pompe. L'arrêt de la pompe commande l'activation d'une nouvelle phase du cycle (phase P.4) avec nouvelle activation de la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> mise à l'air libre des deuxièmes cellules 12C2. La nouvelle activation de la deuxième électrovanne 14<sub>2</sub> envoie un signal aux moyens de commande de la pompe de changer de pression de référence en comparant maintenant la pression dans les premières cellules avec la pression de consigne. Ceci provoque le redémarrage de la pompe pour effectuer le regonflage desdites premières cellules, jusqu'à ce que la pression de consigne soit atteinte dans lesdites premières cellules.

**[0091]** A t6, lorsque la pression de consigne est atteinte dans lesdites premières cellules, la détection de la pression de consigne dans lesdites premières cellules commande l'arrêt de la pompe et une nouvelle phase du cycle par mise en repos de ladite deuxième électrovanne 14<sub>2</sub>, les deux électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub> étant au repos, ce qui permet de démarrer, comme au temps t0, une nouvelle phase d'équilibrage par transfert d'air des premières cellules 12C1 vers les deuxièmes cellules 12C2.

**[0092]** A t0, t3 et t6, la mise en repos desdites deuxièmes électrovannes 14<sub>2</sub> à t0 et t6 et mise en repos desdites premières électrovannes 14<sub>1</sub> à t3 envoient un signal aux moyens de commande 4 de la pompe de comparer la pression à l'intérieur des cellules avec la pression de régulation, en l'occurrence une plage de valeurs PRmax-PRmin, comme fourchette de pression de référence. C'est pourquoi, lorsque le comparateur des moyens de commande 4 constate que les premières cellules à t1 et t2, et deuxièmes cellules à t4 et t5, sont dans la plage de régulation, alors que les deuxièmes cellules et premières cellules ne sont pas dans la plage de régulation à t1 et, respectivement, t4, il commande le redémarrage de la pompe à t1 et t4, et il commande l'arrêt de la pompe à t2 et t5 pour les raisons inverses, à savoir que les deuxièmes cellules 12C2 et premières cellules 12C1 sont dans la plage de régulation à t2 et, respectivement, t5.

**[0093]** Dans l'exemple représenté à la figure 1, la zone de support centrale 11C du matelas 11 comporte donc

huit cellules gonflables 12C. Ces huit cellules sont organisées en deux groupes de quatre cellules 12C1, 12C2 réparties une cellule sur deux dans la zone 11C et reliées entre elles hydrauliquement par des tuyaux 13 et au dispositif de gonflage 1. Lors des cycles de gonflage alterné, les cellules du premier groupe 12C1 sont ainsi gonflées lorsque celles 12C2 du second groupe sont dégonflées puis inversement, les cellules 12C1 sont dégonflées lorsque celles 12C2 sont gonflées.

**[0094]** Le dispositif de gonflage 1 est de façon préférée logé dans une zone de pied ou compartiment fermé 15 intégré, notamment couvert de mousse, intégré d'un dispositif de support 11 comme un matelas thérapeutique à cellules gonflables 12 tel que représenté à la figure 1. Toutefois, le dispositif de gonflage 1 peut également être de type ambulatoire et intégré dans un ensemble annexe et amovible d'un tel dispositif de support.

**[0095]** Le dispositif de gonflage 1 (fig. 1) de l'invention comporte premièrement des moyens de gonflage constitué par une pompe 2 à compresseur d'air.

**[0096]** Par référence à nouveau à la figure 2, le dispositif de gonflage 1 comporte également des capteurs 3 de la pression à l'intérieur des cellules gonflables 12 du dispositif de support 11, en particulier un capteur basse pression, et des moyens de commande 4. La régulation de pression dans les cellules 12 est mise en oeuvre avec un élément comparateur entre la mesure de pression dans les cellules gonflables par les capteurs de pression 3 et la mesure du capteur de morphologie 9. Si la pression mesurée par les capteurs 3 à l'intérieur des cellules est trop importante par rapport à la pression de référence comparative déduite des mesures par le capteur de morphologie 9, on commande les moyens de dégonflage du matelas. En revanche, si la pression dans les cellules 12 est trop faible on commande les moyens de gonflage 2, qui sont connectés électriquement aux dits moyens de commande 4 et aux moyens de détection de l'arrêt de gonflage 5.

**[0097]** Conformément à l'invention, le dispositif de gonflage 1 comporte des moyens de détection 5 connectés aux moyens de gonflage 2 pour détecter un arrêt des moyens de gonflage 2. Ces moyens de détection 5 comportent essentiellement une simple porte logique inverseuse convertissant l'information d'arrêt des moyens de gonflage 2 en signal pour un séquenceur 6 de cycle alterné des changements d'état des électrovannes et changement des pressions de référence de l'élément comparateur des moyens de commande 4 de regonflage et dégonflage alternés des cellules gonflables du dispositif de support et aptes à piloter ces derniers.

**[0098]** Le séquenceur 6 pilote les quatre phases du cycle alterné décrites ci-dessus sous la commande des moyens de détection de l'arrêt gonflage 5.

**[0099]** A t<sub>0</sub>, phase n°1 (P.1) : le transistor 6<sub>2</sub> envoie un signal qui provoque la mise en état de repos de l'électrovanne 14<sub>2</sub>, et renvoie de signal 6<sub>3</sub> vers le comparateur 4 pour prendre comme référence de mise en marche de la pompe, la pression de régulation.

**[0100]** A t<sub>2</sub>, phase n°2 (P.2) : le transistor 6<sub>1</sub> envoie un signal qui provoque la mise en état d'activation de l'électrovanne 14<sub>1</sub>, et renvoie de signal 6<sub>3</sub> vers le comparateur 4 pour prendre comme référence de mise en marche de la pompe la pression de consigne.

**[0101]** A t<sub>3</sub>, phase n°3 (P.3) : le transistor 6<sub>2</sub> envoie un signal qui provoque la mise en état de repos de l'électrovanne 14<sub>1</sub>, et renvoie de signal 6<sub>3</sub> vers le comparateur 4 pour prendre comme référence de mise en marche de la pompe la pression de régulation.

**[0102]** A t<sub>5</sub>, phase n°4 (P.4) : le transistor 6<sub>1</sub> envoie un signal qui provoque la mise en état d'activation de l'électrovanne 14<sub>2</sub>, et renvoie de signal 6<sub>3</sub> vers le comparateur 4 pour prendre comme référence de mise en marche de la pompe la pression de consigne.

**[0103]** Ledit séquenceur est connecté au circuit de commande des deux électrovannes de vidange et remplissage des deux séries de cellules et aux moyens de commande du système de gonflage 4 pour faire commuter la régulation de la pression dite de régulation durant les première et troisième phases à la pression dite de consigne durant les deuxième et quatrième phases.

**[0104]** Conformément à une caractéristique particulièrement avantageuse de la présente invention, les moyens de gonflage du dispositif de l'invention comportent une pompe basse tension 2 alimentée sous une tension de 12 volts alternatif, générée à partir d'une alimentation 12 volts continu.

**[0105]** De façon complémentaire, l'alimentation 7 peut également comprendre une batterie d'alimentation 10 apte à entretenir le fonctionnement du dispositif de gonflage en cas de coupure de l'alimentation secteur. Une telle batterie 10 peut s'avérer notamment utile lors des phases de transport d'un patient alité sur un dispositif de support à cellules gonflables, phases durant lesquelles l'alimentation du dispositif électronique de gonflage 1 doit être débranchée du secteur électrique, afin de d'entretenir pendant la durée du transport le procédé de gonflage alterné des cellules 12 du dispositif de support 11. Une telle batterie d'alimentation peut en particulier être de type Lithium-ion afin de présenter un encombrement réduit tout en présentant une capacité de stockage suffisante pour assurer une alimentation autonome au dispositif de gonflage de l'invention pendant une durée d'au moins deux heures.

**[0106]** Pour fournir une tension d'alimentation alternative au dispositif de gonflage à partir d'une tension continue, le dispositif de l'invention comporte une alimentation 7 comportant un pont en « H » de transistors 8. Ce pont de transistors est commandé par un oscillateur à fréquence ajustable. C'est la fréquence de l'oscillateur 16 qui fixe la fréquence de la tension alternative du système de gonflage. Ce mode d'alimentation est avantageux car il permet d'optimiser le point de fonctionnement du système de gonflage et son rendement. La performance du système de gonflage est ainsi améliorée de 10% à 20% avec une consommation d'énergie électrique réduite.

[0107] Le dispositif de gonflage de la présente invention comporte enfin de préférence, dans un mode de réalisation avantageux, un capteur de morphologie 9 placé sous le matelas 11, apte à mesurer les contraintes appliquées par le corps d'un patient alité sur les cellules gonflables 12 du dispositif de support 11, ledit capteur de morphologie 9 comportant dans un mode de réalisation préféré de celui-ci au moins une cellule résistive de détection de force, notamment tel que décrit dans les demandes EP N°08 163 149.1 et US N° 12/199,869 au nom de la demanderesse.

[0108] Ces cellules, plus connues sous leur dénomination anglaise "Force Sensing Resistors" ou FSR (marque déposée) présentent une structure extrêmement simple et un prix particulièrement faible en comparaison d'autres composants électroniques ce qui confère au capteur de pression un prix de revient extrêmement réduit.

[0109] Par ailleurs, les cellules résistives de détection de force, qui sont des composants électroniques dont l'impédance décroît d'autant plus que l'intensité d'une force appliquée perpendiculairement sur leur surface augmente, sont peu sensibles aux bruits et aux vibrations ce qui facilite la réalisation et l'exploitation des mesures. Leur large plage d'impédance permet également l'emploi d'une électronique d'interface et d'exploitation simplifiée comme l'est celle du dispositif de gonflage 1 de l'invention.

[0110] Le procédé de gonflage alterné de l'invention n'est appliqué qu'à certaines cellules gonflables 12 dudit matelas 11 dans une zone de support particulière de celui-ci, et en particulier uniquement aux cellules gonflables 12C de la zone de support centrale 11C du matelas 11 qui servent à supporter la zone sacrée d'un individu allongé ou assis sur le matelas 11, les cellules gonflables dans la zone de support du buste d'un patient 11T et celles de la zone de support des pieds 11P étant maintenues constamment entre la pression de régulation  $P_r$  et la pression de consigne compte tenu de leur montage en amont des électrovannes 14<sub>1</sub> et 14<sub>2</sub>.

[0111] Il convient de noter que la durée de gonflage et de dégonflage des cellules 12C1, 12C2 varie en fonction du patient. Elle est fonction de la morphologie du patient car elle dépend le temps de gonflage pour arriver à la pression de régulation nécessaire à bien le porter dans le matelas 11 et du volume d'air que prend le corps en immersion dans les cellules gonflables 12C1, 12C2 de la zone de support centrale 11C du matelas.

[0112] Cette variation des durées des phases de gonflage et de dégonflage au cours du procédé de gonflage alterné de l'invention est par exemple mise en évidence par les courbes présentées aux figures 7 et 4. On peut ainsi noter sur ces figures que pour un individu de 45 kg et de 160 cm, la durée totale d'un cycle de gonflage et de dégonflage complet d'une cellule est de l'ordre de 420 secondes environ quand ce même cycle de gonflage et de dégonflage complet d'une cellule est de l'ordre de 700 secondes pour un individu de 125 kg et de 170 cm. De

plus, dans le cas de la figure 7, la pression de consigne  $P_c$  à atteindre pour déclencher l'alternance de gonflage des cellules 12C1 et 12C2 est inférieure à celle dans le cas de la figure 4, la plage de pressions de régulation  $P_r$  étant elle similaire dans les deux cas.

[0113] Il convient également de noter qu'une éventuelle inclinaison d'une partie du matelas 11 a également une influence sur la durée d'un cycle complet de gonflage et de dégonflage des cellules 12C1, 12C2. Une telle inclinaison intervient notamment de façon fréquente lorsque un matelas thérapeutique tel que le matelas 11 de la figure 2 est employé sur des lits médicalisés équipés d'un relève-buste.

[0114] Les figures 6 et 5, qui représentent les courbes de variations de pressions dans les cellules 12C1 et 12C2 de la zone de support centrale 11C du matelas 11 de la figure 3 pendant la mise en oeuvre du procédé de gonflage alterné de l'invention avec une inclinaison de 60° de la zone de support du buste 11T du matelas par rapport à la zone de support 11P des jambes, montrent ainsi qu'une telle inclinaison a également pour conséquence une augmentation de la durée du cycle de regonflage et dégonflage des cellules 12C1, 12C2 soumises au gonflage alterné.

[0115] Comme il ressort donc des courbes présentées aux figures 3 à 7, ainsi que de la description qui précède, le procédé de gonflage alterné de la présente invention ne répond pas à des paramètres de réglage figés mais au contraire s'adapte automatiquement aux conditions d'exploitation du dispositif de support sur lequel le dispositif est mis en oeuvre ainsi qu'aux caractéristiques particulières des individus installés sur le dispositif de support de façon que les pressions de gonflage et les durées de cycle s'ajustent automatiquement, ce qui est permis essentiellement conformément à la présente invention par l'utilisation du signal d'arrêt de la pompe de gonflage comme élément de commande de l'alternance de gonflage des cellules du dispositif de support.

## Revendications

1. Procédé de gonflage alterné de cellules gonflables (12) d'un dispositif de support (11) d'un élément à supporter du type matelas pour supporter le corps d'un patient, ledit matelas comportant de cellules gonflables d'un fluide, en particulier d'air, comprenant au moins une zone (11C) comprenant deux première et deuxième séries de cellules gonflables (12C1, 12C2), dites premières et respectivement deuxièmes cellules, les cellules de chaque série communiquant hydrauliquement ou de préférence pneumatiquement, entre elles, et avec des moyens de gonflage comprenant une pompe, les cellules de chaque série de cellules pouvant être soit en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules, soit en état de communication fermée avec la pompe et les cellules de

l'autre série et communication ouverte avec l'extérieur, état de mise à l'air libre, procédé dans lequel on effectue des cycles de dégonflage et regonflage alterné dans lesquels on dégonfle puis regonfle alternativement et successivement chaque dite série de cellules, lesdites premières cellules (12C1) étant dégonflées puis regonflées simultanément au regonflage puis respectivement dégonflage des dites deuxièmes cellules, les étapes de dégonflage et regonflage alternés desdites premières et deuxièmes cellules du dispositif de support comprenant au moins une étape de gonflage des dites cellules jusqu'à une valeur d'au moins une pression de référence (PC, PRmax, PRmin) dont la valeur est déterminée à partir d'une mesure en continu effectuée à l'aide d'un capteur, dénommé capteur de morphologie (9), mesurant la contrainte générée par le corps du patient sur les cellules, tel que les étapes de dégonflage et regonflage alternés desdites premières et deuxièmes cellules interviennent selon un cycle piloté par les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage, lesquels mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage sont commandés en fonction de la valeur de la pression du fluide mesurée à l'intérieur desdites cellules et sa comparaison à une dite valeur de pression de référence, et les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage commandent les mises en état de communication ouverte ou état de communication fermée des dites premières ou secondes cellules avec lesdits moyens de gonflage.

**2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :**

- les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage sont commandés en fonction de la valeur de la pression du fluide mesurée dans lesdites cellules et sa comparaison à une valeur d'une première dite pression de référence appelée pression de régulation déterminée en fonction de la morphologie du patient, et une valeur d'une deuxième pression de référence appelée pression de consigne, ladite pression de consigne étant supérieure à ladite pression de régulation et calculée par rapport à la pression de régulation et,
- les mises en marche ou arrêt desdits moyens de gonflage commandent le choix de ladite première ou dite deuxième pression de référence à prendre en compte pour ladite comparaison dans la mise en marche ou arrêt suivante des moyens de gonflage au cours d'un dit cycle.

**3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que :**

- lesdites premières cellules sont connectées les

unes à la suite des autres en série,  
 - lesdites deuxièmes cellules sont connectées les unes aux autres en série,  
 - on réalise les étapes successives suivantes dans lesquelles :

a) lorsque (t2,) toutes les cellules des deux dites première et deuxième série sont gonflées à une pression correspondant à une pression dite de régulation (Pr), la pompe étant à l'arrêt, les cellules de chaque série de cellules étant en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules, la détection de ladite pression de régulation dans lesdites premières et deuxièmes cellules, commande :

- a-1) le dégonflage des dites premières cellules (12C1) par mise à l'air libre des dites premières cellules, et
- a-2) le surgonflage des dites deuxièmes cellules (12C2) par mise en marche de la pompe jusqu'à une pression déterminée dite pression de consigne (Pc) supérieure à la pression de régulation, et

b) lorsque (t3) la pression de consigne est atteinte dans lesdites deuxièmes cellules (12C2), la détection de ladite pression de consigne dans lesdites deuxième cellules commande l'arrêt de la pompe et la mise en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules pour les deux séries de cellules, ce qui permet un transfert du fluide des dites deuxièmes cellules vers lesdites premières cellules et donc le dégonflage des dites deuxièmes cellules et regonflage simultanée des dites premières cellules jusqu'à une dite pression de régulation, et

c) lorsque (t5) toutes lesdites premières et deuxièmes cellules sont à une pression correspondant à une pression dite de régulation, la détection d'une dite pression de régulation dans lesdites cellules commande l'arrêt de la pompe, lequel arrêt de pompe commande :

- c-1) le dégonflage des dites deuxièmes cellules par mise à l'air libre des dites deuxièmes cellules, et
- c-2) le surgonflage desdites premières cellules par mise en marche de la pompe jusqu'à une dite pression de consigne (Pc) et

- d) lorsque (t<sub>6</sub>) ladite pression de consigne est atteinte dans lesdites premières cellules, la détection de ladite pression de consigne dans lesdites premières cellules commande l'arrêt de la pompe et la mise en état de communication ouverte avec la pompe et les cellules de l'autre dite série de cellules pour les deux séries de cellules, ce qui permet un transfert du fluide des premières cellules vers les deuxièmes cellules et donc le dégonflage des dites premières cellules et gonflage simultanée des dites deuxièmes cellules jusqu'à une dite pression de régulation, et
- e) le cas échéant on réitère le cycle des étapes a) à d).
4. Procédé de gonflage alterné selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** :
- lesdites premières cellules sont reliées à au moins une première électrovanne (14<sub>1</sub>) permettant soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites deuxièmes cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites premières cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites deuxièmes cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation,
  - lesdites deuxièmes cellules reliées à au moins une deuxième électrovanne (14<sub>2</sub>) permettant soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites premières cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites deuxièmes cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites premières cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation,
  - et les arrêts de la pompe déclenchent les mises en états d'activation ou de repose des dites premières et deuxièmes électrovannes.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** :
- la pression de régulation correspond à une pression comprise dans une fourchette de pression dite plage de régulation (PR<sub>max</sub>-PR<sub>min</sub>), et
  - aux étapes b) et d), au cours dudit transfert, lorsque (t<sub>4</sub>, t<sub>1</sub>) on détecte la pression maximale de régulation (PR<sub>max</sub>) dans lesdites deuxièmes et respectivement premières cellules alors que la pression minimale de régulation (PR<sub>min</sub>) n'est pas atteinte dans lesdites premières et respectivement deuxièmes cellules, la mise en marche de la pompe est déclenchée pour le gonflage des dites premières et respectivement deuxièmes cellules, et
  - aux étapes a) et c), l'arrêt de pompe est déclenché par la détection d'une pression dans lesdites premières et deuxièmes cellules comprise dans ladite plage de régulation, et le redémarrage de la pompe aux étapes a-2) et c-2) est déclenché par la détection d'une pression dans lesdites cellules inférieure à la pression de consigne.
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la pression de fluide dite de "consigne" est déterminée par rapport à la valeur de régulation et supérieure d'au moins 10 % à la pression de "régulation", et de préférence supérieure d'au moins 15 % à 30 % par rapport à ladite pression de "régulation".
7. Dispositif de gonflage alterné (1) d'un dispositif de support d'un patient à supporter, notamment d'un matelas ou d'un coussin pour supporter le corps d'un patient, comportant des cellules gonflables d'un fluide, en particulier d'air, comprenant au moins une zone (11C) comprenant deux première et deuxième séries de cellules gonflables (12C1, 12C2), dites premières et respectivement deuxièmes cellules, les cellules de chaque série communiquant hydrauliquement ou de préférence pneumatiquement, entre elles, et avec des moyens de gonflage comprenant un pompe, permettant de mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 6, ledit dispositif de gonflage comportant :
- desdits moyens de gonflage (2),
  - des tuyaux de communication hydraulique (13) reliant lesdits moyens de gonflage aux dites cellules gonflables,
  - desdits moyens de mesure (3) de la pression à l'intérieur desdites cellules gonflables,
  - un dit capteur de morphologie (9) apte à mesurer directement la contrainte appliquée par un dit patient sur lesdites cellules gonflables du dispositif de support et déterminer ladite valeur de pression de référence, et
  - desdits moyens de commande (4) desdits moyens de gonflage, lesdits moyens de commande (4) desdits moyens de gonflage étant connectés aux dits moyens de mesure de pression (3) et au dit capteur de morphologie (9), et étant aptes à commander les mises en marche et arrêt desdits moyens de gonflage en fonction de la valeur de la pression du fluide mesurée dans lesdites cellules par lesdits moyens de mesure (3) de la pression en la comparant à au moins une dite valeur de pression de référence déterminée par ledit capteur de morphologie (9).

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte un capteur de morphologie (9) apte à mesurer la pression d'interface appliquée par un dit patient sur lesdites cellules gonflables du dispositif de support et déterminer ladite valeur de pression de régulation et dite valeur de pression de consigne, ledit capteur étant connecté aux dits moyens de commande (4) des moyens de gonflage. 5
9. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend : 10
- desdites première et deuxième électrovannes (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) reliées à des dites premières et respectivement deuxièmes cellules et dits moyens de gonflage, lesdites électrovanne (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) étant aptes à permettre soit la communication ouverte avec la pompe et lesdites deuxièmes et respectivement premières cellules dans un état de l'électrovanne dit de repos, soit la mise à l'air libre des dites premières et respectivement deuxièmes cellules par mise en état de communication fermée avec la pompe et lesdites deuxièmes et respectivement premières cellules et communication ouverte avec l'extérieur, en état de l'électrovanne dit d'activation, et 15
  - des moyens (5) de détection d'arrêt de pompe connecté à un séquenceur (6) apte à déclencher des commandes successives d'états d'activation ou de repos des dites électrovannes, et de préférence apte à faire le choix des dites première ou deuxième pression de référence à prendre en compte dans ladite comparaison, selon une séquence déterminée. 20
10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de gonflage comportent une pompe basse tension alimentée sous une tension de 12 volts alternatif. 25
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte une alimentation (7) comportant un pont de transistors (8). 30
12. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte une batterie d'alimentation (10) apte à entretenir le fonctionnement du dispositif de gonflage en cas de coupure de l'alimentation secteur. 35

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum abwechselnden Aufblasen von aufblasbaren Zellen (12) einer Stützvorrichtung (11) eines Stützelements vom Typ Matratze zum Stützen des Körpers eines Patienten, wobei die Matratze mit einem Fluid, insbesondere mit Luft aufblasbare Zellen umfasst, umfassend wenigstens einen Bereich (11 C) mit zwei Reihen, einer ersten und einer zweiten, von aufblasbaren Zellen (12C1, 12C2), ersten bzw. zweiten Zellen, wobei die Zellen einer jeden Reihe hydraulisch oder vorzugsweise pneumatisch untereinander und mit Aufblasmitteln, die eine Pumpe umfassen, verbunden sind, wobei die Zellen einer jeden Zellenreihe entweder im Zustand einer offenen Verbindung mit der Pumpe und den Zellen der anderen Zellenreihe oder im Zustand einer geschlossenen Verbindung mit der Pumpe und den Zellen der anderen Reihe und offenen Verbindung mit der Außenseite, dem Entlüftungszustand, sein können, Verfahren, wobei Zyklen eines abwechselnden Luftentleerens und Wiederaufblasens vollzogen werden, in denen abwechselnd und nacheinander jede Reihe von Zellen luftentleert, dann wieder aufgeblasen wird, wobei die ersten Zellen (12C1) luftentleert, anschließend wieder aufgeblasen werden, gleichzeitig mit dem Wiederaufblasen bzw. dann Luftentleeren der zweiten Zellen, wobei die Schritte von abwechselndem Luftentleeren und Wiederaufblasen der ersten und zweiten Zellen der Stützvorrichtung wenigstens einen Schritt zum Aufblasen der Zellen bis zu einem Wert wenigstens eines Referenzdruckes (PC, PRmax, PRmin) umfassen, dessen Wert anhand einer fortlaufenden Messung bestimmt wird, die mit Hilfe eines als Morphologie-Sensor (9) bezeichneten Sensors durchgeführt wird, der die durch den Körper des Patienten auf den Zellen erzeugte Belastung misst, derart, dass die Schritte des abwechselnden Luftentleerens und Wiederaufblasens der ersten und zweiten Zellen entsprechend einem Zyklus erfolgen, der durch die Ein- oder Abschaltvorgänge der Aufblasmittel gesteuert wird, welche Ein- oder Abschaltvorgänge der Aufblasmittel in Abhängigkeit von dem Wert des innerhalb der Zellen gemessenen Druckes des Fluids sowie dessen Vergleich mit einem Referenzdruckwert gesteuert werden, und die Ein- oder Abschaltvorgänge der Aufblasmittel das Setzen in den Zustand offener Verbindung oder Zustand geschlossener Verbindung der ersten oder zweiten Zellen mit den Aufblasmitteln steuern. 40

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die Ein- oder Abschaltvorgänge der Aufblasmittel in Abhängigkeit von dem Wert des in den Zellen gemessenen Druckes des Fluids und dessen Vergleich mit einem Wert eines als Regulierungsdruck bezeichneten ersten Referenzdruckes, der in Abhängigkeit von der Morphologie des Patienten bestimmt wird, sowie einem Wert eines als Solldruck bezeichneten zweiten Referenzdruckes gesteuert werden, wobei der Solldruck höher als der Regulierungsdruck ist 45

und in Bezug auf den Regulierungsdruck berechnet wird, und

- die Ein- oder AbschalTVorgänge der Aufblasmittel die Wahl des ersten oder zweiten Referenzdruckes steuern, der für den Vergleich beim nächsten Ein- oder Abschalten der Aufblasmittel im Laufe eines Zyklus zu berücksichtigen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die ersten Zellen nacheinander in Reihe geschaltet sind,  
- die zweiten Zellen nacheinander in Reihe geschaltet sind,  
- die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte durchgeführt werden, bei denen:

a) wenn (t2) alle Zellen der beiden Reihen, ersten und zweiten, auf einen Druck, der einem sogenannten Regulierungsdruck (Pr) entspricht, aufgeblasen sind, wobei die Pumpe sich im Stillstand befindet, wobei die Zellen einer jeden Zellenreihe sich im Zustand offener Verbindung mit der Pumpe und den Zellen der anderen Zellenreihe befinden, die Erfassung des Regulierungsdruckes in den ersten und zweiten Zellen:

a-1) das Ablassen der Luft aus den ersten Zellen (12C1) durch Entlüften der ersten Zellen und

a-2) das übermäßige Aufblasen der zweiten Zellen (12C2) durch Einschalten der Pumpe, bis auf einen bestimmten Druck, sogenannten Solldruck (Pc), der höher als der Regulierungsdruck ist,

steuert, und

b) wenn (t3) der Solldruck in den zweiten Zellen (12C2) erreicht ist, die Erfassung des Solldruckes in den zweiten Zellen das Abschalten der Pumpe und das Setzen in den Zustand offener Verbindung mit der Pumpe und den Zellen der anderen Zellenreihe für die beiden Zellenreihen steuert, was einen Übergang des Fluids von den zweiten Zellen zu den ersten Zellen und folglich das Ablassen der Luft aus den zweiten Zellen und gleichzeitige Wiederaufblasen der ersten Zellen bis auf einen Regulierungsdruck ermöglicht, und

c) wenn (t5) alle ersten und zweiten Zellen sich auf einem Druck, der einem sogenannten Regulierungsdruck entspricht, befinden, die Erfassung eines Regulierungsdruckes in den Zellen das Abschalten der Pum-

pe steuert, welches Pumpenabschalten:

c-1) das Ablassen der Luft aus den zweiten Zellen durch Entlüften der zweiten Zellen und

c-2) das übermäßige Aufblasen der ersten Zellen durch Einschalten der Pumpe, bis auf einen Solldruck (Pc)

steuert, und

d) wenn (t6) der Solldruck in den ersten Zellen erreicht ist, die Erfassung des Solldruckes in den ersten Zellen das Abschalten der Pumpe und das Setzen in den Zustand offener Verbindung mit der Pumpe und den Zellen der anderen Zellenreihe für die beiden Zellenreihen steuert, was einen Übergang des Fluids von den ersten Zellen zu den zweiten Zellen und folglich das Ablassen der Luft aus den ersten Zellen und gleichzeitige Aufblasen der zweiten Zellen bis auf einen Regulierungsdruck ermöglicht, und

e) gegebenenfalls der Zyklus aus den Schritten a) bis d) wiederholt wird.

4. Verfahren zum abwechselnden Aufblasen nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- die ersten Zellen mit wenigstens einem ersten Magnetventil (14<sub>1</sub>) verbunden sind, das entweder die offene Verbindung mit der Pumpe und den zweiten Zellen in einem sogenannten Ruhezustand des Magnetventils oder das Entlüften der ersten Zellen durch Setzen in den Zustand geschlossener Verbindung mit der Pumpe und den zweiten Zellen und offener Verbindung mit der Außenseite im sogenannten Aktivierungszustand des Magnetventils ermöglicht,

- die zweiten Zellen mit wenigstens einem zweiten Magnetventil (14<sub>2</sub>) verbunden sind, das entweder die offene Verbindung mit der Pumpe und den ersten Zellen in einem sogenannten Ruhezustand des Magnetventils oder das Entlüften der zweiten Zellen durch Setzen in den Zustand geschlossener Verbindung mit der Pumpe und den ersten Zellen und offener Verbindung mit der Außenseite im sogenannten Aktivierungszustand des Magnetventils ermöglicht,

- und die AbschalTVorgänge der Pumpe das Setzen in die Aktivierungs- oder Ruhezustände der ersten und zweiten Magnetventile auslösen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass:**

- der Regulierungsdruck einem Druck innerhalb einer Druckspanne, eines sogenannten Regu-

- lierungsbereichs (PRmax-PRmin), entspricht, und  
 - bei den Schritten b) und d), im Laufe des Übergangs, wenn (t4, t1) der maximale Regulierungsdruck (PRmax) in den zweiten bzw. ersten Zellen erfasst wird, während der minimale Regulierungsdruck (PRmin) in den ersten bzw. zweiten Zellen nicht erreicht ist, das Einschalten der Pumpe für das Aufblasen der ersten bzw. zweiten Zellen ausgelöst wird, und  
 - bei den Schritten a) und c) das Abschalten der Pumpe durch das Erfassen eines Druckes in den ersten und zweiten Zellen, der innerhalb des Regulierungsbereiches liegt, ausgelöst wird, und das erneute Starten der Pumpe bei den Schritten a-2) und c-2) durch das Erfassen eines Druckes in den Zellen, der unterhalb des Soll-druckes liegt, ausgelöst wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der sogenannte "Soll"-Fluiddruck in Bezug auf den Regulierungswert bestimmt wird und um wenigstens 10 % höher als der "Regulierungs"-Druck ist und im Vergleich zu dem "Regulierungs"-Druck vorzugsweise um wenigstens 15 % bis 30 % höher ist.
7. Vorrichtung zum abwechselnden Aufblasen (1) einer Vorrichtung zum Stützen eines zu stützenden Patienten, insbesondere einer Matratze oder eines Kissens zum Stützen des Körpers eines Patienten, die mit einem Fluid, insbesondere mit Luft aufblasbare Zellen umfasst, umfassend wenigstens einen Bereich (11 C) mit zwei Reihen, einer ersten und einer zweiten, von aufblasbaren Zellen (12C1, 12C2), ersten bzw. zweiten Zellen, wobei die Zellen einer jeden Reihe hydraulisch oder vorzugsweise pneumatisch untereinander und mit Aufblasmitteln, die eine Pumpe umfassen, verbunden sind; welche die Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ermöglicht, wobei die Aufblasvorrichtung umfasst:
- Aufblasmittel (2),
  - Rohre zur hydraulischen Verbindung (13), welche die Aufblasmittel mit den aufblasbaren Zellen verbinden,
  - Mittel zur Messung (3) des Druckes innerhalb der aufblasbaren Zellen,
  - einen Morphologie-Sensor (9), der geeignet ist, die durch einen Patienten auf die aufblasbaren Zellen der Stützvorrichtung angelegte Belastung direkt zu messen und den Referenzdruckwert zu bestimmen, und
  - Mittel zur Steuerung (4) der Aufblasmittel, wobei die Mittel zur Steuerung (4) der Aufblasmittel mit den Druckmessmitteln (3) und mit dem Morphologie-Sensor (9) verbunden und geeignet
- sind, die Ein- und Abschaltvorgänge der Aufblasmittel in Abhängigkeit von dem Wert des in den Zellen durch die Mittel zur Messung (3) des Druckes gemessenen Druckes des Fluids, durch dessen Vergleich mit wenigstens einem durch den Morphologie-Sensor (9) bestimmten Referenzdruckwert zu steuern.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Morphologie-Sensor (9) umfasst, der geeignet ist, den durch einen Patienten an die aufblasbaren Zellen der Stützvorrichtung angelegten Schnittstellendruck zu messen und den Regulierungsdruckwert sowie Soll-druckwert zu bestimmen, wobei der Sensor mit den Steuermitteln (4) der Aufblasmittel verbunden ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie umfasst:
- ein erstes und ein zweites Magnetventil (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>), die mit ersten bzw. zweiten Zellen und Aufblasmitteln verbunden sind, wobei die Magnetventile (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) geeignet sind, entweder die offene Verbindung mit der Pumpe und den zweiten bzw. ersten Zellen in einem sogenannten Ruhezustand des Magnetventils oder das Entlüften der ersten bzw. zweiten Zellen durch Setzen in den Zustand geschlossener Verbindung mit der Pumpe und den zweiten bzw. ersten Zellen und offener Verbindung mit der Außenseite im sogenannten Aktivierungszustand des Magnetventils zu ermöglichen, und
  - Mittel (5) zur Erfassung eines Pumpenabschaltens, die mit einer Ablaufsteuerung (6) verbunden sind, welche geeignet ist, aufeinanderfolgende Steuerungen von Aktivierungs- oder Ruhezuständen der Magnetventile auszulösen, und vorzugsweise geeignet ist, die Auswahl des bei dem Vergleich zu berücksichtigenden ersten oder zweiten Referenzdruckes entsprechend einer bestimmten Folge zu treffen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufblasmittel eine Niederspannungspumpe, die unter einer 12 Volt-Wechselspannung gespeist wird, umfassen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Versorgung (7) mit einer Transistorbrücke (8) umfasst.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Versorgungsbatterie (10) umfasst, die geeignet ist, den Betrieb der Aufblasvorrichtung im Falle eines Stromausfalls aufrechtzuerhalten.

## Claims

1. A method of inflating, in alternating manner, inflatable cells (12) of a support device (11) for supporting an element to be supported, which device is of the mattress type for supporting the body of a patient, said mattress being made up of cells that are inflatable with a fluid, in particular air, and having at least one zone (11C) made up of first and second series of inflatable cells (12C<sub>1</sub>, 12C<sub>2</sub>) referred to respectively as "first" cells and as "second" cells, the cells of each series communicating hydraulically or preferably pneumatically with one another and with inflation means comprising a pump, it being possible for the cells of each series of cells to be either in a state in which communication is open with the pump and with the cells of the other series of cells, or in a state in which communication is closed with the pump and with the cells of the other series and is open with the outside, in which state the cells are connected to the surrounding air, in which method alternating deflation and re-inflation cycles are performed during which each of said series of cells is deflated and then re-inflated in alternation and in succession, said first cells (12C<sub>1</sub>) being deflated and then re-inflated simultaneously respectively with the re-inflation and with the deflation of said second cells, the alternating deflation and re-inflation steps for deflating and re-inflating, in alternation, said first and second cells of the support device including at least one step of inflating said cells to a value of at least one reference pressure (P<sub>c</sub>, P<sub>rmax</sub>, P<sub>rmin</sub>) whose value is determined on the basis of a continuous measurement taken by means of a "morphology" sensor (9) measuring the stress generated by the patient's body on the cells, such that the alternating deflation and re-inflation steps for deflating and re-inflating, in alternation, said first and second cells take place in a cycle controlled by said inflation means being switched on or off, which switching on or off is controlled as a function of the values of the pressures of the fluid measured inside said cells and of comparison of said values with a said reference pressure value, and said inflation means being switched on or off causes said first or second cells to be put into the state in which communication is open with said inflation means or into the state in which communication is closed therewith.
2. A method according to claim 1, wherein:
  - said inflation means are switched on or off as a function of the values of the pressures of the fluid measured in said cells and of comparison of said values with a value of a first reference pressure or "regulation pressure" that is determined as a function of the morphology of the patient, and with a value of a second reference pressure or "setpoint pressure" that is greater than said regulation pressure and that is computed relative to said regulation pressure; and
  - said inflation means being switched on or off controlling which of said first and said second reference pressures is chosen to be taken into account for said comparison for the next switching on or off of the inflation means during a said cycle.
3. A method according to claim 2, wherein:
  - said first cells are connected one after another in series;
  - said second cells are connected one after another in series;
  - the following successive steps are performed, in which:
    - a) when (t<sub>r</sub>) all of the cells of the first and second series are inflated to a pressure corresponding to a said regulation pressure (P<sub>c</sub>), the pump being off, and the cells of each series of cells being in the state in which communication is open with the pump and with the cells of the other said series of cells, detection of said regulation pressure in said first and second cells, causes:
      - a-1) said first cells (12C<sub>1</sub>) to deflate by being connected to the surrounding air; and
      - a-2) said second cells (12C<sub>2</sub>) to be over-inflated by switching the pump on until a determined setpoint pressure (P<sub>c</sub>) is reached that is greater than the regulation pressure; and
    - b) when (t<sub>3</sub>) the setpoint pressure is reached in said second cells (12C<sub>2</sub>), detection of said setpoint pressure in said second cells causes the pump to be switched off and each series of cells to be put into the state in which communication is open with the pump and with the cells of the other series of cells, thereby making it possible for fluid to be transferred from said second cells to said first cells, and thus for said second cells to be deflated, and, simultaneously, for said first cells to be re-inflated, to a said regulation pressure; and
    - c) when (t<sub>5</sub>) all of said first and second cells are at a pressure corresponding to a said regulation pressure, detection of a said regulation pressure in said cells causes the pump to be switched off, which switching off of the pump causes:

c-1) said second cells to be deflated by being connected to the surrounding air; and  
 c-2) said first cells to be over-inflated by switching the pump on until a said setpoint pressure ( $P_c$ ) is reached; and

d) when ( $t_6$ ) said setpoint pressure is reached in said first cells, detection of said setpoint pressure in said first cells causes the pump to be switched off and each series of cells to be put into the state in which communication is open with the pump and with the cells of the other series of cells, thereby making it possible for fluid to be transferred from said first cells to said second cells, and thus for said first cells to be deflated, and, simultaneously, for said second cells to be inflated, to a said regulation pressure; and  
 e) where applicable, the cycle of steps a) to d) is reiterated.

4. A method of inflating, in alternating manner, according to claim 2 or 3, wherein:

- said first cells are connected to at least a first solenoid valve ( $14_1$ ) making it possible either to establish communication that is open with the pump and with said second cells when the solenoid valve is in a "rest" state, or to connect said first cells to the surrounding air by putting them in the state in which communication is closed with the pump and with said second cells and in which communication is open with the outside, when the solenoid valve is in an "activation" state;
- said second cells are connected to at least a second solenoid valve ( $14_2$ ) making it possible either to establish communication that is open with the pump and with said first cells when the solenoid valve is in a rest state, or to connect said second cells to the surrounding air by putting them in the state in which communication is closed with the pump and with said first cells and in which communication is open with the outside, when the solenoid valve is in an activation state; and
- the pump being switched off causing said first and second solenoid valves to be put into the activation or the rest states.

5. A method according to any one of claims 1 to 4, wherein:

- the regulation pressure corresponds to a pressure lying in a "regulation" range ( $PR_{max}$ - $PR_{min}$ ); and
- in steps b) and d), during said transfer, when

( $t_4$ ,  $t_1$ ) the maximum regulation pressure ( $PR_{max}$ ) is detected respectively in said second cells and in said first cells even though the minimum regulation pressure ( $PR_{min}$ ) is not reached respectively in said first cells and in said second cells, the pump is caused to be switched on for inflating said first cells and said second cells, respectively; and

- in steps a) and c), the pump is caused to be switched off by detection of a pressure in said first and second cells that lies in said regulation range, and the pump is switched back on in steps a-2) and c-2) by detection of a pressure in said cells that is less than the setpoint pressure.

6. A method according to any one of claims 2 to 5, wherein the "setpoint" fluid pressure is determined relative to the regulation value and to be greater by at least 10% than the "regulation" pressure, and preferably greater by at least in the range 15% to 30% than said "regulation" pressure.

7. An inflation device for inflating (1), in alternating manner, a support device for supporting a patient to be supported, in particular a mattress or a cushion for supporting the body of a patient, said mattress being made up of cells that are inflatable with a fluid, in particular air, having at least one zone (11C) made up of first and second series of inflatable cells ( $12C_1$ ,  $12C_2$ ) referred to respectively as "first" cells and as "second" cells, the cells of each series communicating hydraulically or preferably pneumatically with one another and with inflation means comprising a pump and enabling to carry out a method according to any one of claims 1 to 6, said inflation device comprising:

- said inflation means (12);
- hydraulic communication means (13) connecting said inflation means to said inflatable cells;
- said pressure measurement means (3) for measuring the pressures inside said inflatable cells;
- a said morphology sensor (9) suitable for measuring directly the stress applied by a said patient on said inflatable cells of the support device and for determining said reference pressure value; and
- said control means (4) for controlling said inflation means, said control means (4) for controlling said inflation means are connected to said pressure measurement means (3) and to said morphology sensor (9) and being suitable for causing said inflation means to be switched on or off as a function of the value of the pressure of the fluid that is measured in said cells by said pressure measurement means (3) by comparing said value with at least one said reference pres-

sure value determined by said morphology sensor (9).

8. A device according to claim 7, further comprising a morphology sensor (9) suitable for measuring the interface pressure applied by a said patient on said inflatable cells of the support device and for determining said regulation pressure value and said set-point pressure value, said sensor being connected to said control means for controlling the inflation means.
 

5  
10
  
9. A device according to claim 7 or 8, further comprising:
 

15

  - said first and second solenoid valves (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) connected to respective ones of said first and second cells and to said inflation means, said solenoid valves (14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub>) being suitable for making it possible either to establish communication that is open with the pump and with said second cells and, respectively, with said first cells when the corresponding solenoid valve is in a said rest state, or to connect said first cells and, respectively, said second cells to the surrounding air by putting them in the state in which communication is closed with the pump and with said second cells and, respectively, said first cells and in which communication is open with the outside, when the corresponding solenoid valve is in a said activation state; and
 

20  
25  
30
  - means for detecting (5) when the pump is off, which means are connected to a sequencer (6) suitable for causing said solenoid valves to be put into the activation state or into the rest state in succession, and preferably for causing said first or second reference pressures to be chosen for being taken into account in said comparison, in a determined sequence.
 

35  
40
  
10. A device according to any one of claims 7 to 9, wherein said inflation means comprise a low-voltage pump powered under a voltage of 12 volts AC.
 

45
  
11. A device according to claim 10, further comprising a power supply (7) including a transistor bridge (8).
 

50
  
12. A device according to any one of claims 7 to 11, further comprising a power supply battery (10) suitable for causing the inflation device to operate in the event that the mains power supply is interrupted.
 

55

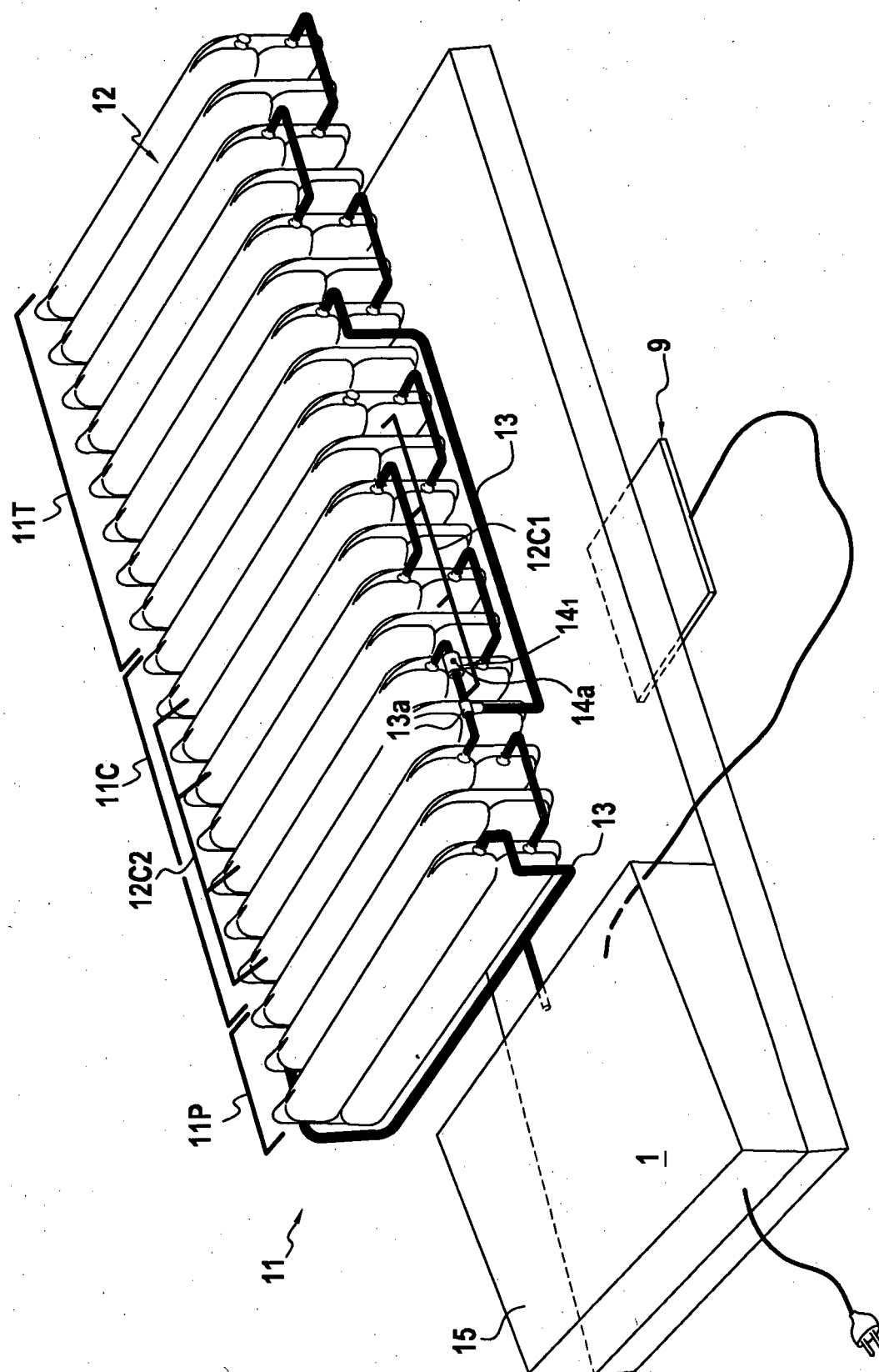


**FIG. 1A**

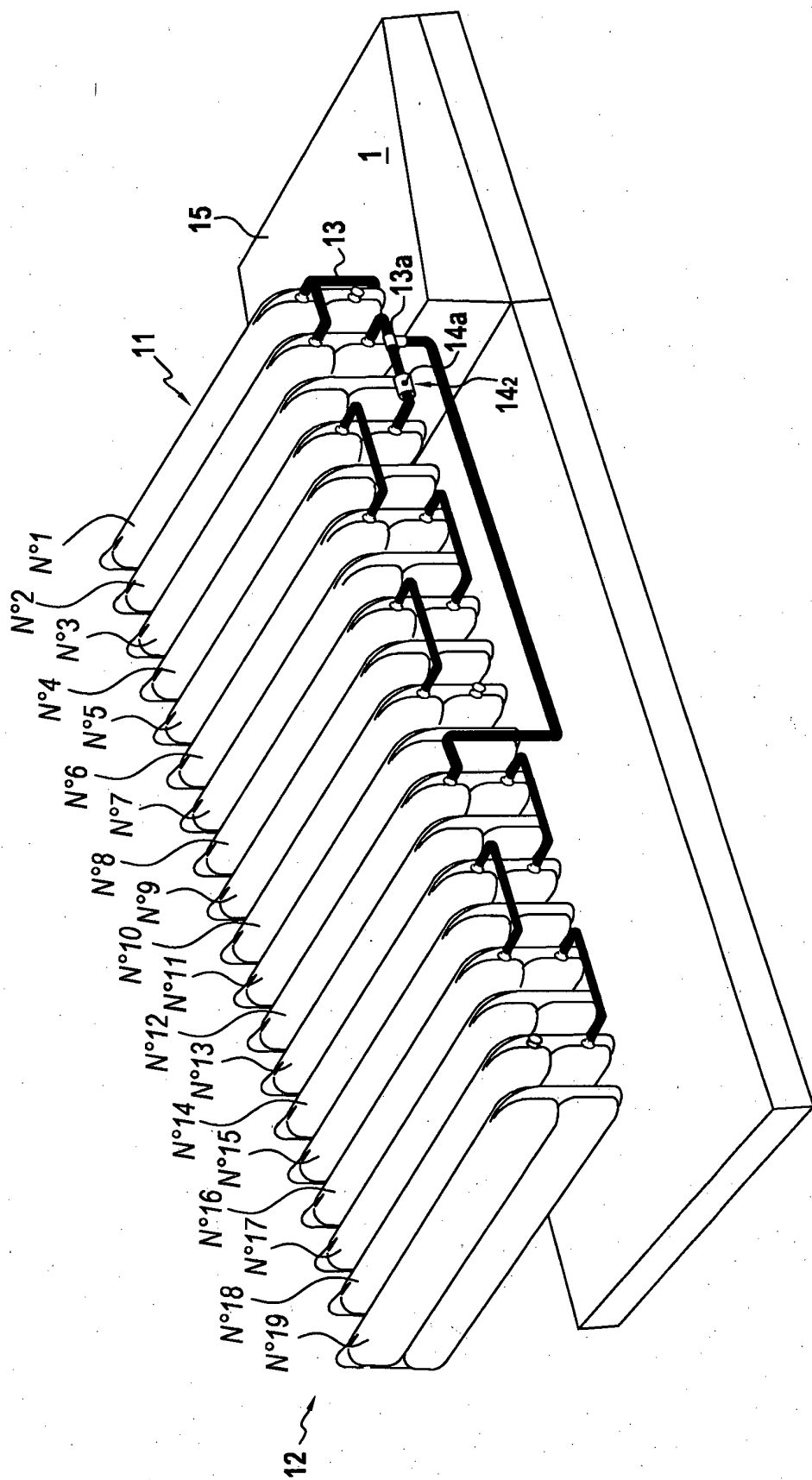


FIG.1B

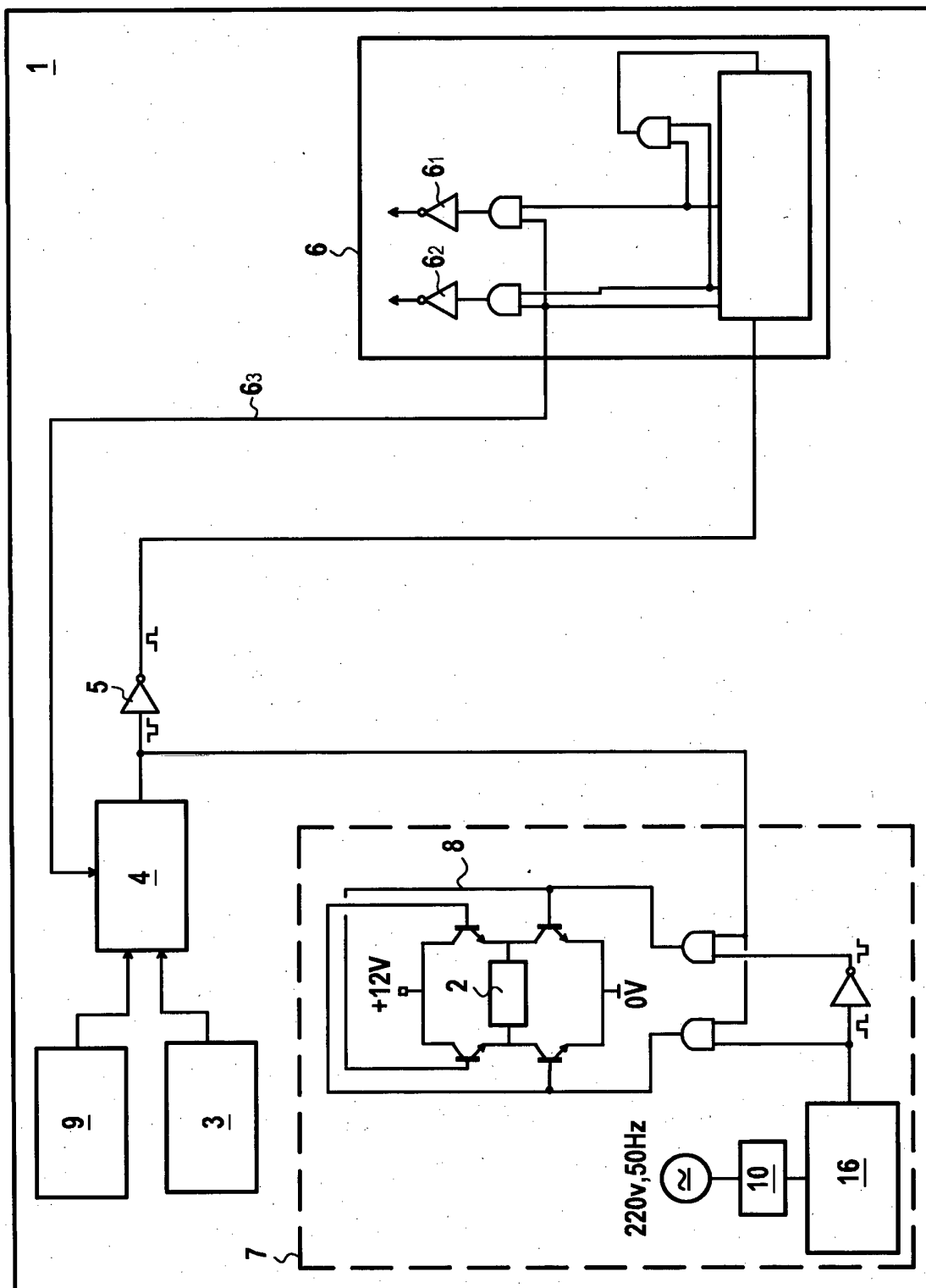


FIG.2

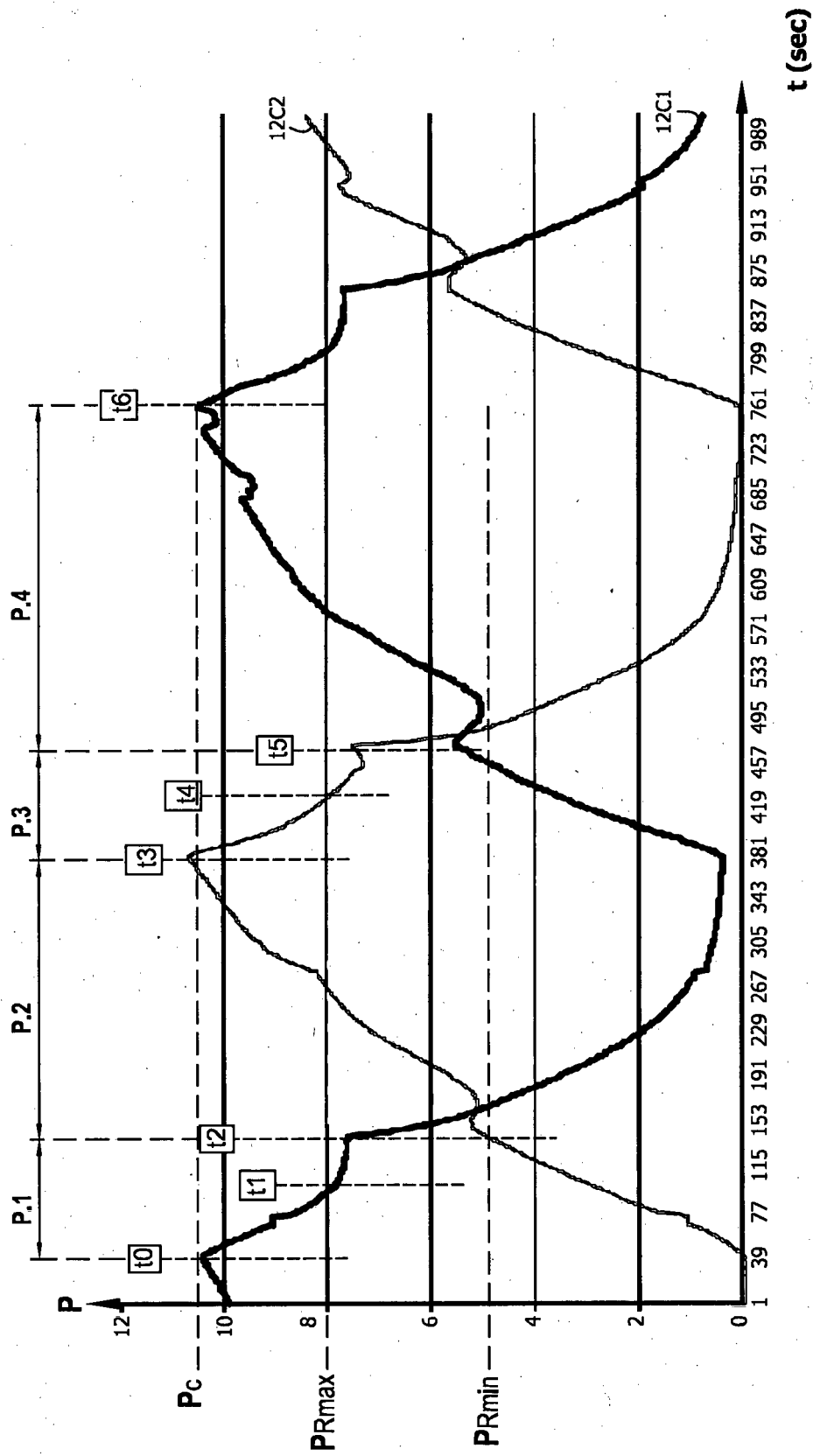


FIG.3

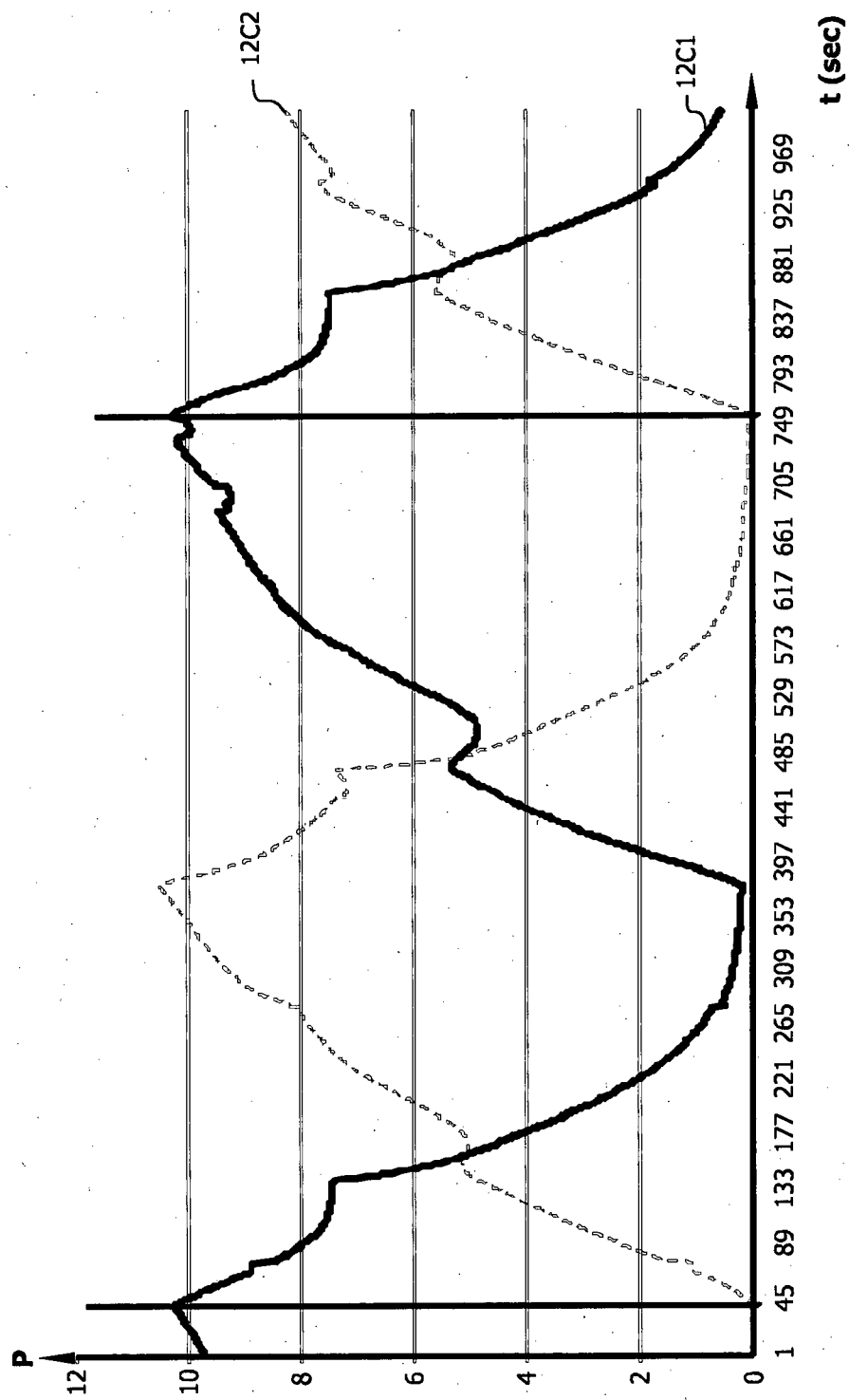


FIG.4

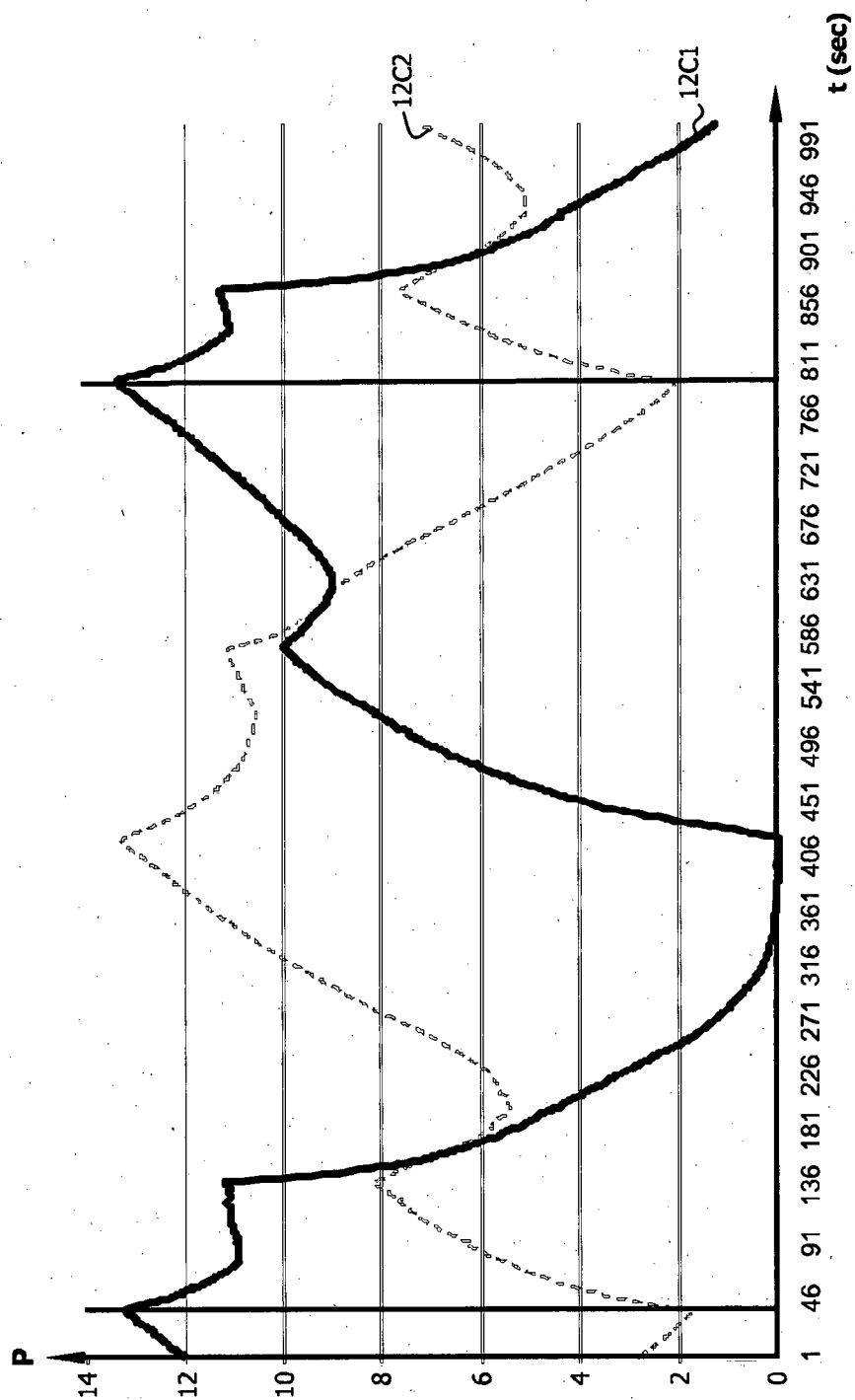


FIG.5

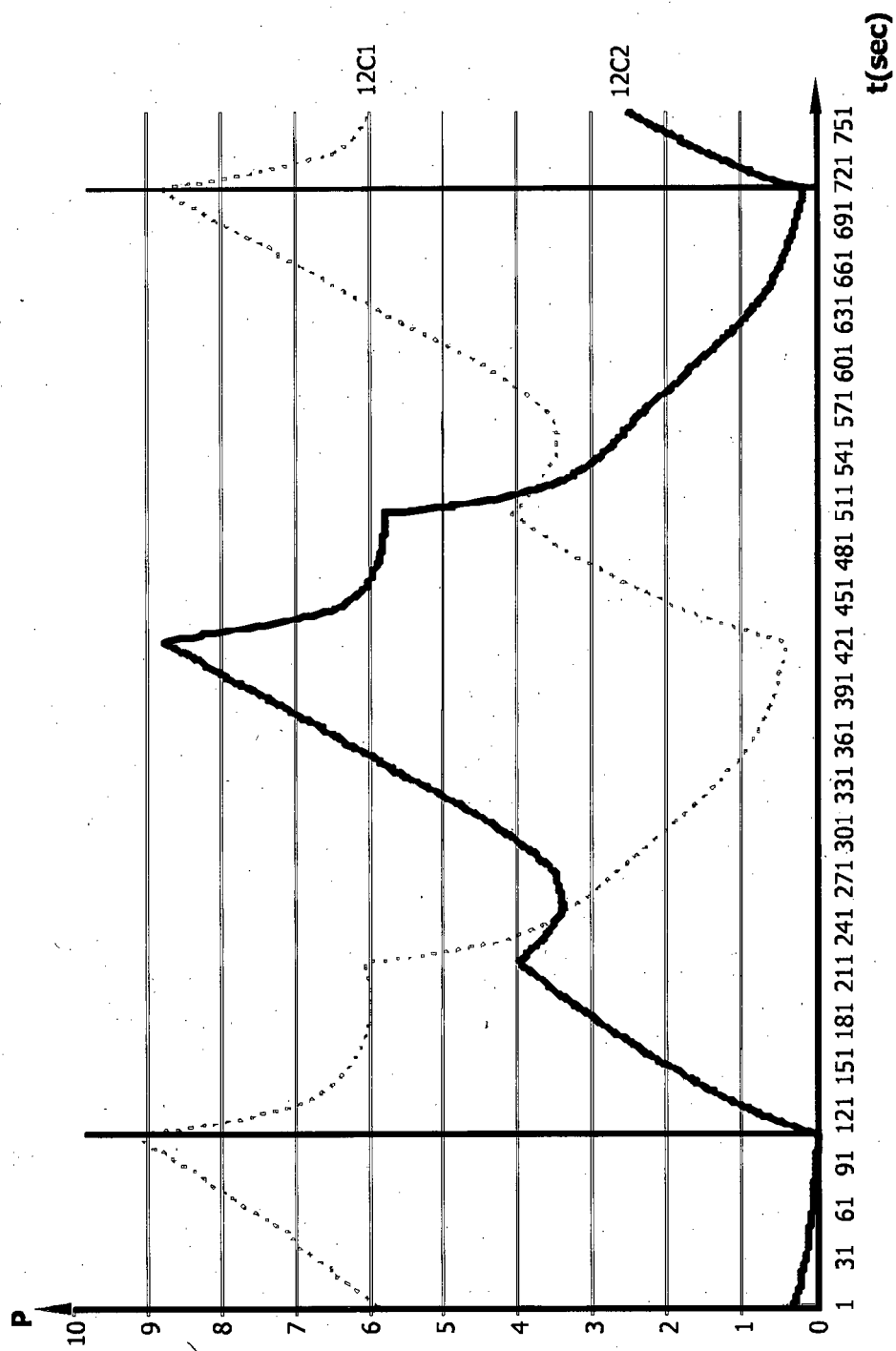


FIG.6

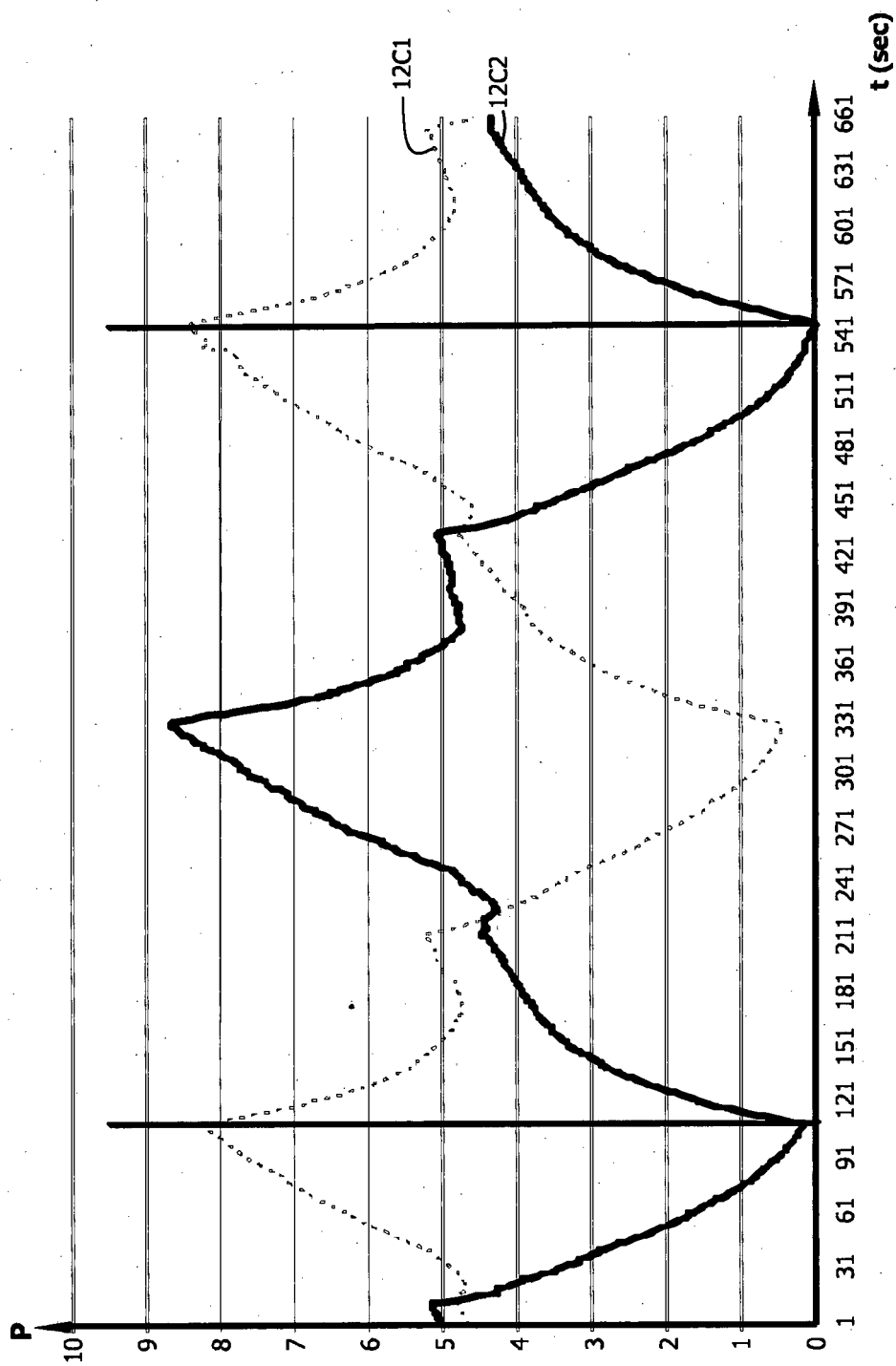


FIG.7

**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**

- EP 0676158 A [0007]
- EP 1056372 A [0007]
- EP 1695681 A [0012] [0013] [0014] [0016]
- EP 0168213 A [0012] [0015]
- EP 0168231 A [0015]
- EP 01680213 A [0016]
- FR 0701391 [0081]
- EP 08163149 A [0107]
- US 12199869 B [0107]