

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2015/114263 A1**

(43) Date de la publication internationale  
6 août 2015 (06.08.2015)

- (51) Classification internationale des brevets :  
B25J 9/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/050209
- (22) Date de dépôt international :  
29 janvier 2015 (29.01.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1450696 29 janvier 2014 (29.01.2014) FR
- (71) Déposant : **ROBOTIQUES 3 DIMENSIONS** [FR/FR];  
105 rue des Mignottes, F-89000 Auxerre (FR).
- (72) Inventeurs : **GRYGOROWICZ, Serge**; 6, rue E. Tissier,  
F-89580 Gy L'evêque (FR). **RIGLET, Aurélie**; Les  
Grandes Vallées, F-45230 Dammaries Sur Loing (FR).
- (74) Mandataire : **BENECH Frédéric**; CABINET BENECH,  
146-150 avenue des Champs-Élysées, 75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : EXOSKELTON TO BE WORN ON THE FRONT AND METHOD FOR USING SUCH AN EXOSKELETON

(54) Titre : EXOSQUELETTE A PORT FRONTAL ET PROCÉDE D'UTILISATION D'UN TEL EXOSQUELETTE.

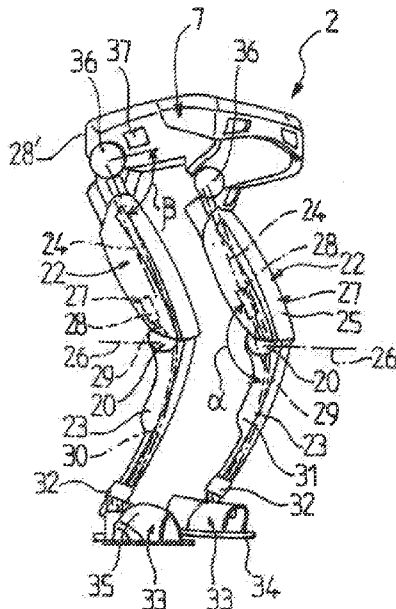


FIG. 2

(57) Abstract : This is a lower limbs exoskeleton (2) and a method whereby a user (1) fitted with such an exoskeleton moves an object. Said exoskeleton comprising two jointed legs (5, 6) designed to be coupled to the lower limbs (3, 4) of a user (1), and a connecting member (7) joining together the upper end portions (8, 9) of the legs (5, 6) to which it is jointed and which can be positioned in the region of the pelvis (14) of the user (1). The exoskeleton also comprises means (21) of actuating the jointed legs (5, 6) according to the movements of the user (1), and a connecting member (7) wholly situated in front of the upper end portions of the jointed legs (5, 6) when considering the direction of walking.

(57) Abrégé : Il s'agit d'un exosquelette (2) de membres inférieurs et d'un procédé de déplacement d'un objet par un utilisateur (1) muni d'un tel exosquelette, ledit exosquelette comprenant deux jambes (5, 6) articulées agencées pour être couplées aux membres inférieurs (3, 4) d'un utilisateur (1), et un organe de liaison (7) entre les portions d'extrémité supérieure (8, 9) des jambes (5, 6) auxquelles il est articulé, propre à être positionné au niveau du bassin (14) de l'utilisateur (1). L'exosquelette comporte également des moyens (21) d'actionnement des jambes articulées (5, 6) en fonction des mouvements de l'utilisateur (1), et un organe de liaison (7) entièrement situé à l'avant des portions d'extrémité supérieure des jambes (5, 6) articulées dans le sens de la marche.

WO 2015/114263 A1

**WO 2015/114263 A1** 

---

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

**EXOSQUELETTE A PORT FRONTAL ET PROCEDE D'UTILISATION  
D'UN TEL EXOSQUELETTE**

La présente invention concerne un exosquelette de  
5 membres inférieurs comprenant deux jambes articulées  
agencées pour être couplées aux membres inférieurs  
d'un utilisateur, un organe de liaison entre les  
extrémités supérieures des jambes auxquelles il est  
articulé, propre à être positionné au niveau du  
10 bassin de l'utilisateur.

Elle concerne également un procédé d'utilisation  
d'un exosquelette du type décrit ci-dessus.

Elle trouve une application particulièrement  
importante bien que non exclusive dans le domaine de  
15 la manutention sur de courtes distances (quelques  
dizaines de mètres), d'un premier emplacement à un  
second emplacement, de charges lourdes, c'est à dire  
supérieure à 20 kg, par exemple supérieure à 40 kg.

Elle peut être utilisée avantageusement dans les  
20 secteurs du BTP (Bâtiments et Travaux Publics), de la  
construction automobile, de l'aéronautique ou de tout  
autres types d'industrie nécessitant de tels  
déplacements ponctuels.

Actuellement, quand il s'agit de déplacer une  
25 charge de plus de 50 kg, a fortiori quand elle pèse  
75 ou 100 kg, sur de courtes distances, on utilise  
des équipes de plusieurs personnes ou des engins de  
levage (chariot élévateur, grue, etc ...).

Ces moyens présentent des inconvénients.  
30 Lorsqu'elles sont manuelles de telles manipulations  
posent des problèmes de santé pour les opérateurs qui  
risquent des troubles musculo-squelettiques.

Avec des engins de levage, outre que ceux-ci nécessitent en général la présence de deux opérateurs, un pour lever la charge et l'autre pour la guider, se posent des problèmes d'encombrements, empêchant leur mise en œuvre dans des endroits  
5 étroits.

On connaît aussi (WO 2006/078871) des dispositifs d'assistance individualisés au transport de charge de type exosquelettes.

10 Si de tels dispositifs permettent de palier en partie les inconvénients des moyens décrits ci-dessus, ils ne sont pas vraiment satisfaisants.

En effet, ils ne permettent pas des fonctionnements souples autorisant la prise et  
15 l'abandon faciles d'une charge lourde.

Prévus au départ pour des applications militaires (fantassins devant parcourir de longues distances par exemple), ils sont conçus pour un port dorsal en permettant de reprendre la charge parallèlement au  
20 dos de l'utilisateur, et sensiblement à l'aplomb de sa colonne vertébrale, tout en libérant l'avant du corps de l'utilisateur (pour maniement d'une arme à feu par exemple).

Ils nécessitent de plus et en général  
25 l'intervention d'un tiers pour le harnachement des charges dans le dos de l'utilisateur et/ou le maniement de l'exosquelette.

On connaît également un dispositif avec extension du châssis latéralement et vers l'avant parallèlement  
30 aux hanches de l'utilisateur. Il s'agit là d'un dispositif du type précédent avec les mêmes inconvénients.

On connaît (WO 2010/101595 ou US 2011/0266323) un exosquelette à barre latérale arrière comprenant des bretelles fixées sur ladite barre et revenant vers l'avant par-dessus les épaules de l'utilisateur, pour  
5 soutenir une tablette suspendue.

Bien que plus stable, ce dispositif présente encore des inconvénients.

Il nécessite en effet des contres-poids ou des éléments de répartition des forces à l'arrière de  
10 l'utilisateur.

Celui-ci est alors emprisonné à l'avant et à l'arrière par l'exosquelette, ce qui est d'une part préjudiciable à la vitesse d'enfilement (habillement) et d'autre part crée un sentiment d'emprisonnement  
15 pour l'utilisateur, nocif en situation de stress ou de combats.

Enfin, il est connu des exosquelettes cherchant à préserver l'utilisateur de troubles vertébraux et/ou musculaires en cas de levage de charge par devant. Le  
20 document WO 2013/106532 décrit ainsi une structure mécanique à barre frontale avec piston compensateur.

Le document JP 2007 130234 prévoit quant à lui un système collé à l'opérateur, muni de deux bras articulés qui sont reliés par une structure en V, à  
25 deux jambes articulées.

Dans ce cas, la charge prise par les bras de l'utilisateur est relayée aux jambes de celui-ci par une structure en V, aidée en cela par une unité de commande placée sur la poitrine de l'utilisateur.

30 On comprend ici que l'ensemble ne peut se concevoir sans la partie supérieure de l'exosquelette située au-dessus de la ceinture (poitrine et bras

notamment) et une barre centrale de liaison entre les hanches dans le même plan.

L'invention part entre autre d'une idée à l'opposé de la pratique des exosquelettes notamment (mais non  
5 exclusivement) en acceptant un porte-à-faux sur l'avant repris uniquement ou essentiellement au niveau des hanches ou de la taille de l'utilisateur et/ou en partie basse de l'exosquelette et ce avantageusement de façon calculée et recadrée en  
10 permanence.

Dans ce but, la présente invention vise à fournir un exosquelette et un procédé d'utilisation d'un tel exosquelette répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce  
15 qu'elle est limitée à la partie inférieure du corps humain, et va permettre une manipulation de charges par l'utilisateur à l'avant et dans son champs de vision, en laissant les bras de ce dernier entièrement libres de leur mouvements, sans sentiment de suffocation pour l'utilisateur tout en permettant  
20 une grande facilité et rapidité pour le revêtir et l'enlever, ce qui accroît de surcroît la sécurité pour l'utilisateur.

Avec l'invention, aucune structure dorsale n'est  
25 nécessaire, ce qui permet une excellente respiration du dos de l'utilisateur, qui ne transpire plus de ce côté-là.

Elle permet notamment, une charge/décharge d'un objet par l'utilisateur du type « pick and drop »  
30 (« prendre et laisser » en langue anglosaxonne) grâce au port frontal qu'elle autorise.

Il va également être possible d'enfiler, désenfiler l'exosquelette déjà muni de charges, à

partir de l'arrière de celui-ci, de façon simple et rapide.

Bien que réduisant le champ de vision vers l'avant de l'utilisateur, l'invention permet une meilleure  
5 appréhension de l'espace par l'utilisateur.

La perception et les efforts de l'utilisateur ne sont ainsi que très peu différents de ceux qu'il éprouve lors de la marche sans équipement.

L'invention permet également une plus grande  
10 sécurité, la charge ne risquant pas de tomber et/ou de s'écrouler sur l'utilisateur en cas de déplacement avec l'exosquelette.

Enfin, avec l'invention, il n'est plus nécessaire de réajuster obligatoirement la taille de  
15 l'exosquelette à celle de l'utilisateur.

L'exosquelette n'est pas en effet anthropomorphique, l'angle des genoux étant simplement adaptable automatiquement ou par un simple réglage à la hauteur des jambes, ce qui représente un  
20 avantage important.

Dans ce but, l'invention propose notamment un exosquelette de membres inférieurs comprenant deux jambes articulées agencées pour être couplées aux membres inférieurs d'un utilisateur et un organe de  
25 liaison entre les portions d'extrémité supérieure des jambes auxquelles il est articulé, propre à être positionné au niveau du bassin de l'utilisateur caractérisé en ce que il comporte des moyens d'actionnement des jambes articulées en fonction des  
30 mouvements de l'utilisateur et en ce que l'organe de liaison est entièrement situé à l'avant des portions d'extrémités supérieures des jambes articulées dans le sens de la marche.

Par situé entièrement en avant des extrémités supérieures des jambes articulées, il faut entendre situé dans un espace placé devant les articulations desdites extrémités de jambes articulées avec  
5 l'organe de liaison.

Dans des modes de réalisation avantageux, on a par ailleurs et/ou de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- l'organe de liaison comprend une branche  
10 transversale de liaison entre les portions d'extrémité supérieure des jambes et de reprise des efforts de charge en forme de U ou sensiblement en forme de U dont les portions d'extrémités des parties latérales du U sont respectivement articulées aux  
15 portions d'extrémités supérieures des jambes.

Pour ce faire la branche transversale comporte une partie ou barre centrale du U située entièrement devant les articulations avec lesdites portions d'extrémités supérieures des jambes dans le plan  
20 horizontal, par exemple à une distance  $\underline{D}$  des axes d'articulation des portions d'extrémité supérieure des jambes, par exemple entre 10 cm et 1 m, par exemple entre 20 cm et 40 cm, par exemple 25 cm.

L'exosquelette libère ainsi entièrement un vide E  
25 d'accueil de l'utilisateur tout en générant un porte à faux.

La branche transversale de liaison est ainsi agencée pour être horizontale ou sensiblement horizontale en fonctionnement ;

30 Avantageusement ledit organe est agencé pour appuyer sur ou coopérer avec le ventre de l'utilisateur en position de fonctionnement.

Egalement avantageusement l'organe de liaison est ajouré en sa partie centrale. Cela permet à l'utilisateur de voir le sol entre ses jambes et plus particulièrement de mieux voir ses pieds et là où il  
5 les pose lorsqu'il marche (en fonctionnement) ;

- l'organe de liaison comporte une lame flexible agencée pour coopérer directement ou indirectement et/ou en appui avec le ventre de l'utilisateur par exemple par le biais d'une ceinture ventrale passée  
10 par l'utilisateur qui est rendue solidaire de la lame flexible ;

- la lame flexible d'appui sur le ventre est, au repos, à une distance  $d$  de la branche, par exemple supérieure à 30 mm. Par au repos on entend lorsque  
15 l'exosquelette n'est pas utilisé ou en fonctionnement. Le respect de cette distance forme alors au moins en partie le dégagement visuel permettant à l'utilisateur de voir le sol à ses pieds;

- les jambes comportent chacune une cuisse et un tibia reliés par une articulation dite de genoux agencée pour permettre une flexion/extension de la cuisse et du tibia, les cuisses étant quant-à-elles reliées en parties supérieures à l'organe de liaison  
25 par les articulations au niveau de la hanche, et les moyens d'actionnement comportent des moteurs d'actionnement au niveau des cuisses pour actionner les articulations de genoux et au niveau de l'organe de liaison pour actionner les articulations au niveau  
30 de la hanche;

- les jambes de l'exosquelette présentent en position de repos au niveau de l'articulation du genou un angle  $\alpha$  (entre partie fémorale et partie

tibiale), avantageusement compris entre 140° et 170°, par exemple 160°.

Cette angulation souple avantageusement réglable, permet l'utilisation du même exosquelette pour des  
5 tailles différentes d'utilisateur.

Elle autorise aussi de limiter ou éliminer le porte à faux de l'organe de liaison, de façon à recentrer le centre de gravité dudit organe à l'aplomb du polygone de sustentation de  
10 l'exosquelette ou sensiblement de ce dernier ;

- l'exosquelette comporte de plus des moyens souples et amovibles de solidarisation avec la partie supérieure du corps de l'utilisateur, par exemple via un système de bretelles;

- l'exosquelette comporte un système de port de charge agencé pour porter une charge à l'aplomb et/ou à l'avant de l'organe de liaison, comportant des capteurs de détection de poids agencés pour transmettre des informations aux moyens  
15 d'actionnement et des moyens de calculs pour générer via lesdits moyens d'actionnement un couple opposé au poids de la charge et/ou le dispositif comporte des éléments passifs agencés pour générer un couple entre le bassin et la ou les jambes d'appui, opposé au  
20 couple généré par le poids déterminé de la charge;

- le support est adaptable à une ou plusieurs charges de poids différents. Le support est par exemple une plaque horizontale ;

- l'exosquelette comporte un système d'outils  
30 propres à être manipulé par l'utilisateur en partie supérieure par exemple fixés de façon amovible à l'organe de liaison. Du fait du caractère enfilable par l'arrière de l'exosquelette, adapté uniquement en

vis à vis de la partie inférieure du corps de l'utilisateur, celui-ci va en effet pouvoir également, et indépendamment, utiliser des outils facilement accessibles par ses membres supérieurs,  
5 démultipliant la force de l'ensemble;

- le système d'outil comprend au moins un bras exosquelette articulé fixé sur l'organe de liaison au droit de l'extrémité supérieure de l'une et/ou de l'autre des deux jambes ;

10 - le système d'outil comprend une caméra vidéo ;

- l'organe de liaison ayant des extrémités latérales, l'exosquelette comporte de plus une ceinture de soutien dorsal rigide ou semi-rigide complémentaire présentant une plaque bombée centrale de soutien, et dont les extrémités de la ceinture  
15 sont agencées pour être fixées de façon amovible sur lesdites extrémités latérales de l'organe de liaison ;

- l'exosquelette comporte des moyens générateurs d'énergie placée à l'arrière, par rapport au sens de la marche, de l'extrémité supérieure de la cuisse et/ou de l'organe de liaison ;

- l'outil est articulé.

- l'exosquelette comprend des moyens de calcul, de commande et/ou de détermination de son déplacement à  
25 partir de la position de ses différentes parties, de ses mouvements et du porte à faux dû à l'organe et aux charges supportées.

L'invention propose également un procédé  
30 d'utilisation d'un exosquelette de membres inférieurs, pour déplacer un ou plusieurs objets, ledit exosquelette comprenant deux jambes articulées agencées pour être couplées aux membres inférieurs

d'un utilisateur, un organe de liaison entre les extrémités supérieures des jambes auxquelles il est articulé, propre à être positionné au niveau du bassin de l'utilisateur, caractérisé en ce que le système comprenant des moyens d'actionnement des jambes articulées en fonction des mouvements de l'utilisateur, et l'organe de liaison étant entièrement situé à l'avant des portions d'extrémité des jambes articulées dans le sens de la marche, l'utilisateur

- commande les moyens d'actionnement pour descendre l'organe de liaison,
- charge et/ou accroche le ou les objets à déplacer à la barre de liaison,
- commande les moyens d'actionnement pour remonter l'organe de liaison avec le ou les objets dans une position adaptée pour la marche,
- enfile l'exosquelette par l'arrière des jambes articulées dans le sens de la marche,
- fixe l'exosquelette à sa taille,
- se déplace avec l'exosquelette chargé du ou des objets,
- et commande les moyens d'actionnement pour descendre l'organe de liaison et décharger le ou les objets, avant de ranger l'exosquelette.

Avantageusement, l'utilisateur quitte l'exosquelette avant de descendre l'organe de liaison muni de la ou des charges.

Egalement avantageusement, la branche transversale de l'organe de liaison est agencée pour être horizontale ou sensiblement horizontale pendant tout le mouvement de l'exosquelette, à une distance  $D \geq 10$

cm, par exemple  $\geq 20$  cm des axes d'articulation des portions d'extrémité supérieure des jambes.

La distance  $D$  est celle mesurée entre l'axe d'articulation des portions supérieures des jambes avec l'organe, et la ligne centrale et/ou axiale ou médiane de la barre centrale.

Dans un mode de réalisation avantageux, l'exosquelette comprenant un outil et/ou un bras articulé monté sur l'organe de liaison et générant un porte-à-faux,

- on détermine le couple généré par ledit porte-à-faux sur l'exosquelette,

- on acquiert la distance  $e$  de la jambe dont l'extrémité supérieure est située au droit du montage dudit outil et/ou bras en avant, par rapport à l'autre jambe,

- on détermine si la distance  $e$  de ladite jambe est suffisante pour assurer l'équilibre de l'exosquelette calculée en fonction dudit couple, et

- on génère une instruction d'autorisation de déplacement de l'autre jambe si la distance  $e$  est suffisante.

L'autorisation est par exemple celle du déplacement du bras. En effet, on comprend que l'autorisation ne va être donnée que si la jambe est suffisamment avancée pour encaisser le couple. Sinon la valeur sera limitée ou le déport limité.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

La figure 1 est une vue schématique d'un exosquelette et de son utilisateur selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 montre une vue en perspective avant  
5 d'un autre mode de réalisation d'un exosquelette selon l'invention.

La figure 3 est une vue de dessus en perspective arrière de l'exosquelette de la figure 2.

La figure 4 est une vue de face de l'exosquelette  
10 de la figure 2 avec sangle et ceinture amovible de soutien du dos.

La figure 5 est une vue schématique d'un utilisateur muni d'un exosquelette selon un autre mode de réalisation de l'invention, prévu pour le  
15 portage par crochet d'une charge (un seau par exemple).

Les figures 6A et 6B présentent des vues latérales schématiques illustrant les deux premières étapes d'utilisation d'un exosquelette du type de celui de  
20 la figure 1, avec barre de liaison respectivement baissée pour la prise de la charge et relevée ensuite, avant enfilage pour le déplacement par l'utilisateur.

Les figures 7A et 7B montrent schématiquement un  
25 mode de réalisation d'un exosquelette muni d'un bras articulé, avec les deux jambes au même niveau et le bras replié (figure 7A) et avec une jambe en avant et le bras déplié en plus grand porte-à-faux (figure 7B).

La figure 8 donne un paramétrage possible d'un  
30 exosquelette selon l'invention.

La figure 9 montre un mode de réalisation d'un logigramme d'élaboration de lois de commande du

fonctionnement d'un exosquelette selon l'invention, à partir du paramétrage de la figure 8.

La figure 1 montre schématiquement un utilisateur 1 revêtu d'un exosquelette 2 adapté à ses membres inférieurs 3, 4.

Il comprend deux jambes articulées 5, 6 agencées pour être chacune respectivement couplée aux membres inférieurs de l'utilisateur par des moyens du type sangles (non représentées) au niveau des pieds et de la taille et un organe 7 de liaison entre les extrémités supérieures 8 et 9 des jambes 5, 6 auxquelles il est articulé par le biais d'articulation 10, 11 formées de façon connue en elle-même d'une part par des axes transverses 12 horizontaux parallèles ou sensiblement parallèles à l'organe de liaison, pour permettre la flexion/extension de la jambe correspondante et d'autre part par des axes sagittaux 12' (horizontaux et perpendiculaires aux axes transverses 12) pour permettre l'abduction/adduction passive des hanches.

L'organe 7 de liaison est propre à être positionné au niveau du bassin 14 de l'utilisateur et est entièrement situé à l'avant des jambes articulées dans le sens de la marche.

Il comprend une branche 15 sensiblement en forme de U dont les parties ou barres d'extrémités 16 sont reliées aux axes 12 d'articulation et dont la barre centrale 17 est située devant le ventre de l'utilisateur.

La barre 17 est horizontale et est ici munie d'un plateau 18 également horizontal, en porte à faux par rapport au polygone de sustentation du corps de l'utilisateur qui coïncide sensiblement avec celui

déterminé par les jambes et pieds articulés de l'exosquelette.

Le plateau 18 est agencé pour porter la charge soit par-dessus avec des moyens (non représentés) de maintien (sangle par exemple), soit par crochets 19, latéraux ou centrés par rapport à la barre 17.

L'exosquelette comporte également des articulations 20 au niveau des genoux de l'utilisateur par exemple formées de façon similaire aux articulations 10, 11 au niveau des hanches (axes horizontaux) et des moyens 21 d'actionnement des jambes articulées en fonction des mouvements de l'utilisateur, schématisés en traits mixtes sur la figure, qui seront détaillés ci-après en référence au mode de réalisation des figures 2 à 4.

Dans la suite de la description on utilisera les mêmes numéros de référence pour désigner des éléments identiques ou similaires.

On va maintenant décrire plus précisément en référence aux figures 2, 3 et 4, le mode de réalisation de l'exosquelette 2 plus particulièrement décrit ici.

Chaque jambe comporte une cuisse 22 et un tibia 23 identiques deux à deux.

La cuisse 22 comprend une tubulure 24 métallique interne (traits mixtes sur la figure) par exemple en titane, sur laquelle est fixé un premier cache 25 par exemple en matière plastique.

Le premier cache 25, longiligne de section longitudinale sensiblement trapézoïdale en forme de cuisse humaine, ménage un espace intérieur autour de la tubulure 24, espace dans lequel vont être logés au moins en partie les moyens d'actionnement.

La cuisse est reliée au tibia par l'articulation  
20 dite de genoux, qui est agencée pour permettre une flexion/extension de la cuisse et du tibia. Dans ce mode de réalisation, une partie du genou est par  
5 exemple comprise à l'intérieur de l'espace intérieur du premier cache.

L'articulation du genou 20 est par exemple du type formée par un axe horizontal 26.

Lorsque l'exosquelette est au repos, la cuisse et  
10 le tibia forment un angle  $\alpha$  supérieur à  $140^\circ$  par exemple  $160^\circ$ .

Les moyens 21 d'actionnement, comprennent les  
moyens 27 d'actionnement des genoux (en traits mixtes sur la figure) par exemple logés à l'intérieur du  
15 premier cache 25 correspondant et sont respectivement formés chacun par un moteur électrique 28 à courant continu alimenté par une batterie amovible 28' correspondante située de chaque côté sur la partie  
arrière de l'organe de liaison 7 et/ou de la partie  
20 supérieure des cuisses 22.

Le moteur est d'une puissance adaptée pour générer un couple supérieur à 100 N.m. Il est connecté à un piston 29 d'actionnement (trait interrompu sur la  
figure) connu en lui-même, fixé d'un côté à la  
25 tubulure 24 de la cuisse et de l'autre à une lame 30 (trait mixte) formant le tibia correspondant.

Plus précisément et dans le mode de réalisation décrit, le tibia 23 est de forme longiligne légèrement courbée (par exemple rayon de courbure  
30 compris entre 1 m et 2 m). Il est formé par une lame interne 30, suffisamment rigide pour reprendre la charge mais également suffisamment souple pour jouer le rôle d'un ressort amortisseur, attachée à son

extrémité proximale à la partie inférieure de la tubulure 24 par l'articulation formée par l'axe 26 et à son extrémité distale au pied décrit ci-après. Le tibia comporte un cache 31 de la lame par exemple en  
5 forme de gaine ouverte de section transversale en forme de U et de profil latéral adapté au respect de l'esthétique.

La partie supérieure du cache 31 du tibia collabore avec la face interne du premier cache lors  
10 de la rotation du genou.

Les tubulures 24 de la cuisse et les lames 30 des tibias sont par exemple en titane ou tout matériau adapté et dimensionné pour résister à des moments supérieurs à 400 Newton mètre, par exemple 1.000 N.m.

15 L'extrémité inférieure de la lame 30 courbe est quant à elle connectée de façon articulée en 32 à un chausson 33 propre à être enfilé.

L'articulation 32 est du type bi-axes pour flexion/extension et abduction/adduction, de façon  
20 connue en elle-même.

Le chausson 33 comporte par exemple une spatule 34 d'appui de l'ensemble et une sangle 35 de rétention du pied de l'utilisateur formant étrier avec la spatule.

25 Chaque jambe de l'exosquelette comporte de plus une articulation 36 à l'extrémité supérieure de chaque cuisse, de fixation articulée à l'organe de liaison 7, du type décrit en référence à la figure 1.

Cette articulation autorise notamment une rotation  
30 d'angle  $\beta$  sensiblement comprise entre 20° et 80°, entre la cuisse 22 et l'organe 7 de liaison, ce dernier demeurant lui aussi horizontal.

Chaque jambe comporte de plus un moteur d'actionnement 37 du type des moteurs d'actionnement 28 du genou, pour actionner les articulations au niveau de la hanche, respectivement placé à l'extrémité et fixé sur les barres latérales du U de l'organe 7 de liaison.

Comme indiqué ci-dessus, les moteurs d'actionnement 28 et 37 sont alimentés jambe par jambe, par les batteries électriques 28' par exemple respectivement fixées à l'arrière de l'extrémité supérieure de la cuisse correspondante par rapport au sens de la marche.

Dans le mode de réalisation décrit ici, les batteries sont insérées en partie dans le premier cache 24 et font saillie dudit cache dans sa partie supérieure, où elles sont protégées de l'humidité et des chocs par un cache batterie 38 inséré partiellement dans le premier cache.

La saillie des batteries est adaptée pour que lorsque la cuisse est à une angulation maximale elle ne vienne pas buter sur l'organe de liaison.

Chaque batterie possède une masse comprise entre 3.5kg et 10kg.

La branche transversale de l'organe 7 de liaison est ici encore globalement en forme de U.

Elle comporte deux barres 39 parallèles formant les branches du U, de forme parallélépipédique en partie creuses pour contenir les moteurs 37 d'actionnement des articulations des hanches connectées d'un côté à la partie supérieure des cuisses par les articulations correspondantes, et de l'autre côté à une barre centrale transversale 40 formée d'une poutre horizontale rigide.

La poutre horizontale est agencée pour être munie d'un plateau horizontal (non représenté) par exemple amovible, ou de crochets de support de charges (non représentés), et est adaptable à une ou plusieurs charges de poids différents.

L'ensemble de l'organe forme un espace E d'accueil de l'utilisateur.

La barre transversale 40, sensiblement parallélépipédique, est l'élément d'accrochage des objets à transporter et est à une distance  $\underline{D}$  en avant par rapport à la seconde articulation, comprise entre 50 cm et 1 m par exemple 80 cm.

Le porte-à-faux ainsi constitué est notamment compensé par les actions des moteurs 28 et 37, combinées avec l'angulation des cuisses et des tibias, et avec les dimensions des spatules 34.

La barre transversale 40 reprend les efforts des charges et vient, en fonctionnement, directement ou indirectement en contact du ventre de l'utilisateur.

Elle comporte de plus un ou des ajours traversants non représentés, permettant à l'utilisateur de voir partiellement le positionnement des chaussons et les éventuels obstacles imminents lors de la marche.

Mais dans le mode de réalisation décrit ici, une lame 41, arrondie, souple, flexible mais néanmoins suffisamment rigide pour consolider la barre et laisser un espace 42 de visibilité pour l'utilisateur vers le bas, est interposée entre le ventre de l'utilisateur et la branche transversale 40 et chacune de ses extrémités 43 est fixée à la barre de liaison, de façon rigide.

La lame 41 présente une concavité vis-à-vis de l'utilisateur pour en épouser grossièrement la physionomie du ventre.

La distance  $d$  entre l'apex 44 de la courbe définie par la lame 41 et la branche transversale 40 est supérieure à 30 mm, par exemple supérieure à 50 mm.

La lame 41 permet d'impulser le mouvement de marche en avant et sa distance ménage une fenêtre de vision des pieds de l'utilisateur.

Sur la figure 4 on a représenté l'exosquelette 1 avec des moyens 45 de solidarisation avec la partie supérieure du corps de l'utilisateur, par exemple formés par deux bretelles 46 parallèles fixées à l'organe 7 de liaison.

Les bretelles 46 sont solidarisées par une fermeture transversale 47 à clipsage, de façon connue en elle-même.

L'exosquelette 2 est également et par exemple, mais non nécessairement solidarisé de plus à l'utilisateur par un support dorsal 48 horizontal, formé d'une sangle en vis-à-vis de la barre transversale 40, et permet un soutien du dos de l'utilisateur, en comportant de plus un dossier 49 sensiblement parallélépipédique légèrement incurvé dans les deux sens transversaux du type coque 49 de motard remontant le long de la colonne. Des moyens 50 de fixation par exemple par clipsage sur des parties mâles ou femelles correspondantes 51, sont prévus, permettant de ceinturer l'arrière du corps de l'utilisateur.

Dans un autre mode de réalisation (non représenté) l'exosquelette 2 est simplement solidarisé à l'utilisateur par un support dorsal en forme de U et

clipsable à l'extrémité de ses branches sur les parties arrières de l'organe de liaison.

La sangle est réglable de manière à s'adapter à la physiologie de l'utilisateur.

5 La figure 5 montre un exosquelette 2 comportant un système 52 de port de charge, constitué de deux crochets 53 orientés vers le haut.

Les crochets 53 sont par exemple formés par une entaille en forme de V dans les barres latérales 54  
10 de l'organe 7 ici encore en forme de U ou sensiblement en forme de U.

Les crochets constituent ainsi une base d'appui des anses 55 d'un sceau 56.

Dans tous les différents modes de réalisation,  
15 l'exosquelette 2 comprend des capteurs 57 de détection de poids, connus en eux même de l'homme du métier.

Les capteurs de détections sont par exemple des capteurs piézométriques logés dans les crochets avec  
20 leur composante sensible de détection à la pointe du V.

Ils sont connectés à des moyens 58 de calculs logés dans l'organe 7 et envoient des informations relatives au poids de la charge.

25 Les moyens 58 de calcul génèrent alors une commande en fonction des informations reçues des capteurs et la transmettent simultanément au quasi-simultanément aux moyens d'actionnement pour compenser la charge.

30 Pour ce faire, les moyens d'actionnement génèrent à partir de ces informations un couple opposé au poids de la charge.

Dans un autre mode de réalisation, les moyens d'actionnement comportent des éléments passifs, agencés pour générer un couple entre le bassin et la ou les jambes d'appui, opposé au couple généré par le dit poids déterminé de la charge.

On va maintenant décrire en référence aux figures 6A et 6B un procédé d'utilisation d'un exosquelette 2 selon un mode de réalisation de l'invention.

L'exosquelette 2 comporte une plaque 59 de support horizontal, dans le prolongement de la barre horizontale 40.

L'organe 7 de liaison comporte des moyens 60 de commande de moyens d'actionnement.

Ces moyens de commande sont constitués de boutons (non représentés) connus en eux même de l'homme du métier et reliés aux moyens 58 de calculs.

Les boutons sont par exemple positionnés dans la partie arrière de l'organe 7 de liaison ou sur ses faces latérales extérieures.

L'utilisateur 61 étant derrière l'exosquelette 1, il le saisit et actionne les moyens de commande.

Ceux-ci commandent alors les moyens d'actionnement pour descendre l'organe 7 de liaison.

Les moyens d'actionnement donnent alors l'instruction aux moteurs du genou et de l'abdomen d'effectuer une rotation de manière à diminuer les angles entre d'une part, l'organe de liaison et la cuisse, et d'autre part, la cuisse et l'organe de liaison.

De cette manière les chaussons et l'organe de liaison restant horizontaux, la distance entre eux est réduite.

Puis l'utilisateur 61 charge et/ou accroche l'objet 56 ou les objets à déplacer à l'organe 7 de liaison et/ou les arrime grâce à des sangles (non représentées).

5 Une fois l'opération de charge terminée, l'utilisateur 61 commande les moyens d'actionnement pour que les moteurs du genou et de l'abdomen effectuent la rotation inverse à celle précédente, c'est-à-dire pour remonter l'organe de liaison avec  
10 le ou les objets dans une position adaptée pour la marche.

L'utilisateur 61 peut ensuite et sans difficulté, placer ses pieds 62 dans les étriers 63 des chaussons, par un simple enfilement et refermer la  
15 sangle de ceinture ou le support dorsal pour enfiler l'exosquelette 2 par l'arrière des jambes 56 articulées.

Une fois l'exosquelette 2 revêtu, l'utilisateur 61 exerce un déplacement par une marche normale.

20 L'exosquelette 2 comprend de plus des moyens 64 de détection de mouvement de l'utilisateur, et notamment des moyens de détection d'angle.

Ces moyens de détection comprennent de façon connue en elle-même, et par exemple un ou des  
25 gyroscopes pour la détermination de la valeur de l'angle à un instant donné, couplés à un ou des accéléromètres à trois directions pour déterminer la vitesse et l'accélération angulaire.

Dans le mode de réalisation plus particulièrement  
30 décrit ici, les moyens de détections comprennent également un magnétomètre permettant ainsi de déduire des mesures du champ magnétique terrestre la direction du champ gravitationnel.

Les détecteurs d'angles sont adaptés pour acquérir en continu les angles entre les cuisses et les tibias des jambes de l'utilisateur ainsi qu'entre la cuisse et la hanche, cette détection étant réalisée à une  
5 fréquence déterminée.

Les moyens 64 de détection comprennent également un détecteur de pression, connu en soi, pour l'acquisition de la pression du ventre exercée sur la barre transversale et/ou sur la lame flexible.

10 Ainsi :

une réduction concomitante sur chaque jambe des angles entre la cuisse et le tibia de l'utilisateur est analysée par les moyens 58 de calcul comme étant une commande de descente de la barre transversale et,  
15 une réduction d'un des angles abdomen/cuisse ou cuisse/tibia sur l'une des jambes et la détection d'une pression du ventre supérieure à un seuil déterminé est analysé par les moyens de calcul comme étant une commande de marche.

20 Ces informations transmises aux moyens 58 de calcul permettent la régulation des moteurs.

Lors de son parcours, l'utilisateur peut se baisser, et étant alors accompagné par l'exosquelette, il peut décharger/recharger et peut  
25 se relever en étant encore une fois accompagné par l'exosquelette.

L'utilisateur peut également décharger/recharger avec ses bras en restant debout.

Arrivé à destination l'utilisateur 61 commande de  
30 nouveau les moyens d'actionnement pour descendre l'organe 7 de liaison et décharger le ou les objets 56.

Les opérations de descente ou remontée de l'exosquelette 2 pouvant se faire sans que l'utilisateur 61 n'en soit revêtu, l'utilisateur peut quitter l'exosquelette 2 avant de descendre l'organe 5 7 de liaison muni du ou des objets.

On a représenté sur les figures 7A et 7B, un exosquelette muni d'un bras articulé 65.

Le bras 65 est monté sur l'organe de liaison 7, au droit 66 de l'extrémité supérieure 9 d'une des deux 10 jambes 5,6.

Plus précisément, le bras 65 est relié à l'exosquelette 2 par une liaison rotule 67, motorisée, au-dessus de l'extrémité 9 de la jambe 6, à proximité de l'articulation 11.

15 Le bras 65 est lui-même articulé, de manière passive ou non et est par exemple formé de façon connue en soi de l'homme du métier.

Plus particulièrement dans le mode de réalisation comprenant un bras articulé passif, i.e. sans 20 motorisation propre, l'horizontalité de l'organe de liaison 7 pendant le fonctionnement permet une référence stable et une diminution du porte-à-faux.

Le maintien à l'horizontal de l'organe de liaison 7 permet une position fixe de référence pour les 25 outils ou bras 65 articulés fixés à celui-ci. Ceci permet ainsi de rester dans une position donnée à l'équilibre (par exemple à vide) du fait de la raideur de ressorts, de la présence de contres couples moteurs, d'inerties et/ou de frottements de 30 liaison.

La fixité et l'horizontalité de l'organe 7 par rapport à la direction du champ gravitationnel permettent donc un bon équilibrage, avec compensation

de la masse de l'outil, et ce sur pour l'ensemble des conditions de fonctionnement de celui-ci.

Comme décrit ci-avant l'exosquelette 2 comprend les moyens 58 de calcul et de commande, fixé sur la  
5 barre transversale 40 de l'organe de liaison 7.

Les moyens 58 ci-après également dénommés calculateur, déterminent une loi de commande à partir notamment de la position des différentes parties de l'exosquelette 2, des actions de l'utilisateur 1, du  
10 porte-à-faux et des perturbations éventuelles.

Cette loi de commande effectue, lorsque le couple généré par le porte-à-faux accentué par le bras 65, est supérieur à un certain seuil déterminé et implique un risque de basculement de l'exosquelette  
15 2, on détermine alors la distance  $e$  entre la jambe 6 dont l'extrémité supérieure 9 est située au droit du montage du bras 65 et l'autre jambe 5, soit l'avancée d'un chausson 33 par rapport à l'autre.

Les moyens 58 de calcul intègrent la distance  $e$ ,  
20 le modèle de l'exosquelette 2 et la direction du champ gravitationnel et déterminent si la distance  $e$  est suffisante pour assurer l'équilibre de l'exosquelette 2 calculée en fonction du couple généré par le porte-à-faux.

C'est-à-dire la distance  $e$  doit être suffisante  
25 pour que l'effort et/ou le déplacement du bras 65 ne génèrent pas un couple supérieure à celui de l'équilibre que l'exosquelette peut supporter pour la distance considérée.

Si la distance  $e$  est suffisante, les moyens 58 de  
30 calcul génèrent une instruction d'autorisation et la charge peut être installée et/ou le bras peut effectuer le mouvement.

Plus précisément les moyens 60 de commande du bras 65 ne sont alors pas limités pour la position du bras 65 considérée.

Si la distance  $e$  est insuffisante, alors le moyens 5 60 de commande sont bloqués, i.e. ne transmettent pas l'instruction de déplacement au bras 65 et/ou aux jambes 5,6.

Dans un mode de réalisation, une sirène (non représentée) fait par exemple fonction d'avertisseur 10 sonore pour une telle situation et est commandée par l'absence d'instruction d'autorisation.

Cette avancée d'un chausson 33 par rapport à l'autre est égale à une distance  $e$  calculée par le 15 calculateur et proportionnelle au couple généré par le porte-à-faux.

On va maintenant décrire en référence aux figures 8, un procédé d'élaboration de la loi de commande des différents moteurs 28, 37 de l'exosquelette 2.

Le calculateur 58 comprend une mémoire non 20 volatile (non représentée). Cette mémoire comprend des valeurs de paramètre structurel de l'exosquelette 2.

Les paramètres pris en compte sont les paramètres dimensionnels (longueur, masse, position des centres 25 de gravité, angles relatifs ...) des différents éléments de l'exosquelette et notamment des dimensions cuisses ( $m_6, l_6 ; m_9, l_9$ ) des tibias ( $m_8, l_8 ; m_{11}, l_{11}$ ), des branches de l'organe de liaison ( $m_1, l_1 ; m_2, l_2 ; m_3, l_3$ ), des articulations ( $m_4, m_5, m_7, m_{10}$ ), et des spatules ( $m_{14}, l_{14} ; m_{15}, l_{15}$ ). 30

Le calculateur comprend également un référentiel virtuel avec son système de coordonnées associé dont l'origine A est par exemple au milieu du segment

reliant les articulations 11, 12 ou 36 à l'extrémité supérieure de chaque tube 24 de cuisse.

Le calculateur acquiert également comme paramètre les angles entre hanche et cuisse  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$ , cuisse et tibia  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$ , tibia et chausson  $\alpha_3$ ,  $\beta_3$ , ainsi que la direction dans le référentiel virtuel du champ gravitationnel.

Il reconstruit alors un modèle géométrique virtuel de la position de l'exosquelette 2 en continu ou quasiment continu.

Puis à partir de ce modèle combiné à l'information sur les masses  $m_1$  à  $m_{11}$  des différents éléments de l'exosquelette 2, le calculateur reconstruit l'emplacement des centres de gravité de l'organe de liaison CDG1, des cuisses CDG2, CDG3, des tibias CDG4, CDG5.

Le calculateur obtient ainsi un modèle dynamique en continu ou quasiment en continu de la géométrie et des forces, moments et efforts appliqués à l'exosquelette 2 (accélération  $\gamma_i$  notamment) par exemple par calcul barycentrique pour une masse totale  $M$  rapportée au centre de gravité générale CDGM.

Le calculateur détermine à partir de ces données et de celles de poids des charges et/ou des outils ou bras 65 et de la géométrie de leur porte-à-faux, d'une part les commandes des moteurs de reprises des efforts et de déplacement des jambes et d'autre part et notamment le couple seuil et ainsi la distance  $d$  d'avancée d'une jambe par rapport à l'autre.

Plus précisément, en fonctionnement et en référence à la figure 9, l'exosquelette 2 opère une première acquisition (étape 70) des

paramètres direction du champ gravitationnel,  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  ;  $x_A$ ,  $y_A$ ,  $z_A$  ;  $CDG_i$   $y_i$  etc et en déduit (étape 2) un modèle géométrique et dynamique de l'exosquelette avec calcul (étape 71) de la masse  $M$  totale rapportée  
5 au centre de gravité générale ( $CDG_M$ ).

La connaissance de la direction du champ gravitationnel et des angles  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  permet de calculer l'apport de chaque élément de l'exosquelette 2 à la stabilité et/ou au porte-à-faux.

10 Plus précisément, la connaissance de la position de l'exosquelette 2 par rapport à la direction du champ gravitationnel permet d'affiner/corriger la loi de commande.

Les commandes générées par l'utilisateur 1  
15 déterminant une accélération  $\gamma_i$  d'avancement des éléments de l'exosquelette 2, bruitées ou non, calculent le couple exercé par le porte à faux et le compare au seuil limite également calculé, et détermine si une action des moyens de commande est  
20 requise par l'utilisateur 1 ou nécessaire à l'équilibre de l'exosquelette 2 (étape 72).

Si c'est le cas les moyens 21 d'actionnement sont alors commandés (étape 73) pour exercer les contre couples nécessaires à l'avance de la jambe 5,6 de la  
25 distance  $d$  calculée.

Puis le calculateur effectue une nouvelle acquisition (étape 74) des paramètres avec déduction alors d'un nouveau modèle géométrique et dynamique de l'exosquelette avec re-calcul actualisé de la masse  
30 total  $M'$  rapporté au centre de gravité général  $CDG_M$  (étape 75).

La loi de commande intègre alors les éléments correctifs pour l'équilibre et instruit les moyens 21 d'actionnement en conséquence (étape 76).

Les étapes 72 à 76 sont réitérées (ligne 77) tant  
5 que le mouvement ou la stabilité de l'exosquelette n'est pas terminée ou assurée.

Comme il va de soi et comme il résulte également de ce qui précède, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation plus  
10 particulièrement décrits. Elle en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où les énergies utilisées sont hydrauliques et/ou pneumatiques plutôt qu'électriques.

REVENDICATIONS

1. Exosquelette (2) de membres inférieurs comprenant deux jambes (5, 6) articulées agencées  
5 pour être couplées aux membres inférieurs (3, 4) d'un utilisateur (1), et un organe de liaison (7) entre les portions d'extrémité supérieure (8, 9) des jambes (5, 6) auxquelles il est articulé, propre à être positionné au niveau du bassin (14) de l'utilisateur  
10 (1), caractérisé en ce que il comporte des moyens (21) d'actionnement des jambes articulées (5, 6) en fonction des mouvements de l'utilisateur (1), et en ce que l'organe de liaison (7) est entièrement situé à l'avant des portions d'extrémité supérieure des  
15 jambes (5, 6) articulées dans le sens de la marche.

2. Exosquelette selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe de liaison (7) comprend une branche (15, 40) transversale de liaison entre les portions d'extrémité (8, 9) et de reprise  
20 des efforts de charge en forme de U ou sensiblement en forme de U dont les extrémités des parties latérales du U sont respectivement articulées aux portions d'extrémité supérieure des jambes.

3. Exosquelette selon la revendication 2,  
25 caractérisé en ce que la barre centrale du U est située entièrement devant les articulations à une distance D comprise entre 20 cm et 40 cm des axes d'articulations des portions d'extrémité supérieure des jambes.

30 4. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'organe de liaison (7) est ajouré en sa partie

centrale (42) pour permettre à l'utilisateur (1) de voir ses pieds en fonctionnement.

5 5. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'organe de liaison (7) comporte une lame (41) flexible agencée pour coopérer directement ou indirectement et/ou en appui sur le ventre de l'utilisateur.

10 6. Exosquelette selon la revendication 5, caractérisé en ce que la lame (41) flexible d'appui sur le ventre est, au repos, à une distance  $d$  de la branche supérieure à 30 mm.

15 7. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les jambes (5,6) comportent chacune une cuisse (22) et un tibia (23) reliés par une articulation (20) dite de genoux agencée pour permettre une flexion/extension de la cuisse (22) et du tibia (23), les cuisses (22) étant quant-à-elles reliées en partie supérieure à  
20 l'organe (7) de liaison par les articulations (10, 11) au niveau de la hanche, et en ce que les moyens (21) d'actionnement comportent des moteurs d'actionnement (28 ; 37) au niveau des cuisses (22) pour actionner les articulations (20) de genoux et au  
25 niveau de l'organe (7) de liaison pour actionner les articulations (10, 11) au niveau de la hanche.

30 8. Exosquelette caractérisé en ce que les jambes articulées présentent en position de repos au niveau de l'articulation du genou un angle  $\alpha$  compris entre 140° et 170°.

9. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte de plus des moyens (45) souples et amovibles

de solidarisation avec la partie supérieure du corps de l'utilisateur.

10. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que il  
5 comporte un système de port de charge agencé pour porter une charge à l'aplomb et/ou à l'avant de l'organe (7) de liaison, comportant des capteurs (57) de détection de poids agencés pour transmettre des informations aux moyens (21) d'actionnement et des  
10 moyens (58) de calculs pour générer via lesdits moyens (21) d'actionnement un couple opposé au poids de la charge et/ou en ce que il comporte des éléments passifs agencés pour générer un couple entre le bassin et la ou les jambes (5, 6) d'appui, opposé au  
15 couple généré par ledit poids déterminé de la charge.

11. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que il comporte une plaque de support horizontal (59) agencée pour être adaptée à une ou plusieurs charges  
20 de poids différents.

12. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un système d'outils propre à être manipulé par l'utilisateur (1) en partie supérieure, fixé de  
25 façon amovible à l'organe (7) de liaison.

13. Exosquelette selon la revendication 12, caractérisé en ce que le système d'outil comprend au moins un bras (65) articulé fixé sur l'organe (7) de liaison au droit de l'extrémité supérieure (8, 9) de  
30 l'une et/ou de l'autre des deux jambes (5,6).

14. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'organe (7) de liaison ayant des extrémités

latérales, l'exosquelette (2) comporte de plus une ceinture (48) de soutien dorsale rigide ou semi-rigide complémentaire présentant une plaque (49) bombée centrale de soutien, et dont les extrémités de la ceinture (50) sont agencées pour être fixées de façon amovible sur lesdites extrémités (51) latérales de l'organe (7) de liaison.

15. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens générateurs d'énergie placée à l'arrière, par rapport au sens de la marche, de l'extrémité (8, 9) supérieure de la cuisse (22) et/ou de l'organe (7) de liaison.

16. Exosquelette selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que il comprend des moyens (58) de calculs et de commande de son déplacement à partir de la position de ses différentes parties, de ses mouvements et du porte à faux du à l'organe et aux charges supportées.

17. Procédé de déplacement d'un objet par un utilisateur (1) muni d'un exosquelette (2) de membres inférieurs comprenant deux jambes (5,6) articulées agencées pour être couplées aux membres inférieurs (3, 4) d'un utilisateur (1), un organe (7) de liaison entre les extrémités (8, 9) supérieures des jambes (5,6) auxquelles il est articulé, propre à être positionné au niveau du bassin de l'utilisateur (1), caractérisé en ce que, l'exosquelette comprenant des moyens (21) d'actionnement des jambes (5,6) articulées en fonction des mouvements de l'utilisateur (1), et l'organe (7) de liaison étant entièrement situé à l'avant des portions d'extrémité

supérieure des jambes (5,6) articulées dans le sens de la marche, l'utilisateur (1)

- commande les moyens (21) d'actionnement pour descendre l'organe (7) de liaison,

5 - charge et/ou accroche l'objet ou les objets à déplacer à la barre de liaison,

- commande les moyens (21) d'actionnement pour remonter l'organe (7) de liaison avec le ou les objets dans une position adaptée pour la marche,

10 - enfile l'exosquelette (2) par l'arrière des jambes (5, 6) articulées,

- et commande les moyens d'actionnement pour descendre l'organe (7) de liaison et décharger le ou les objets.

15 18. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'utilisateur quitte l'exosquelette (2) avant de descendre l'organe (7) de liaison muni du ou des objets.

19. Procédé selon l'une des revendications 17 ou  
20 18, caractérisé en ce que la branche transversale (40) de l'organe de liaison (7) est agencée pour être horizontale ou sensiblement horizontale pendant tout le mouvement de l'exosquelette (2), à une distance  $D \geq 10$  cm des axes d'articulation des portions  
25 d'extrémité supérieure des jambes.

20. Procédé selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que l'exosquelette (2) comprenant un outil et/ou bras (65) articulé monté sur l'organe de liaison (7) générant un porte-à-faux,

30 - on détermine le couple généré par ledit porte-à-faux sur l'exosquelette (2),

- si ledit couple est supérieur à une valeur seuil déterminée,

- on acquiert la distance  $\underline{e}$  de la jambe (6) dont l'extrémité supérieure est située au droit du montage dudit outil et/ou bras, en avant, par rapport à l'autre jambe,

5       - on détermine si la distance  $\underline{e}$  de ladite jambe est suffisante pour assurer l'équilibre de l'exosquelette calculée en fonction dudit couple, et

10       - on génère une instruction d'autorisation de déplacement de l'autre jambe si la distance  $\underline{e}$  est suffisante.

15

20

25

30

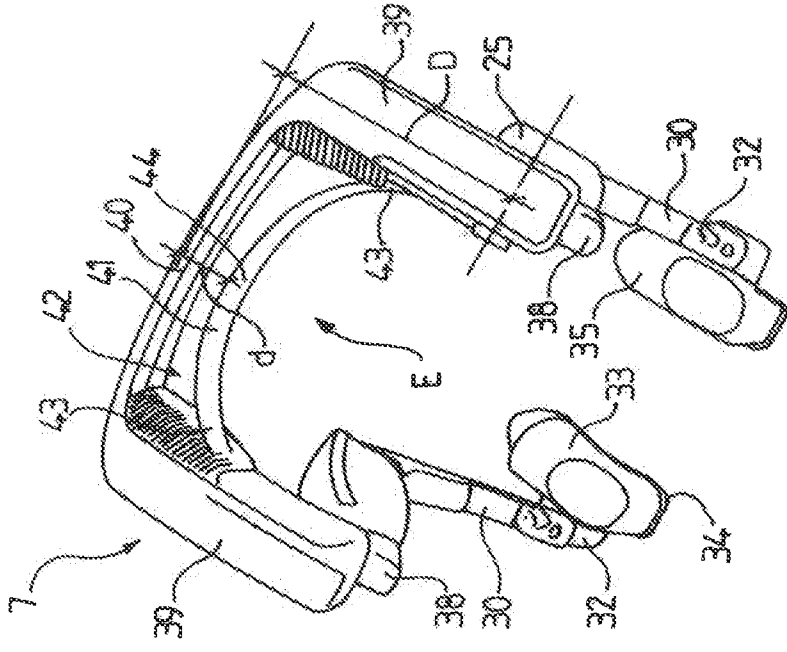
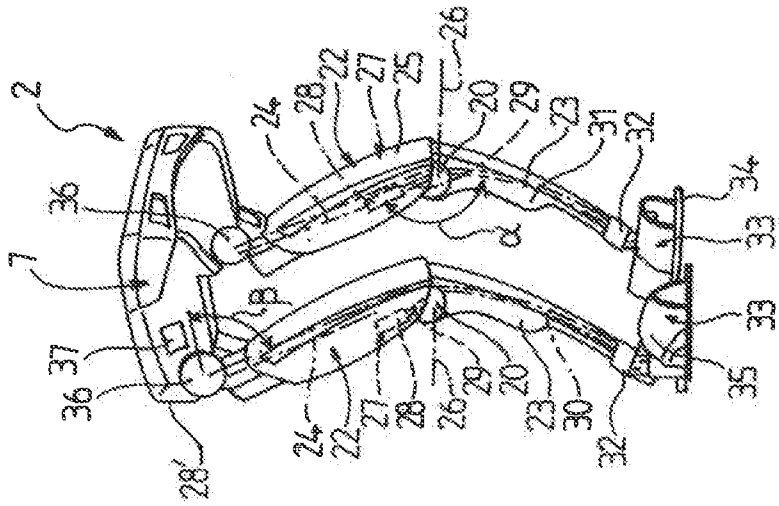
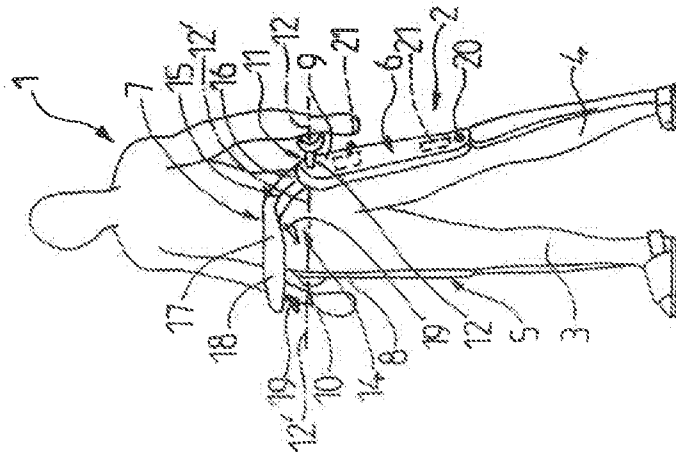


FIG.1

FIG.2

FIG.3

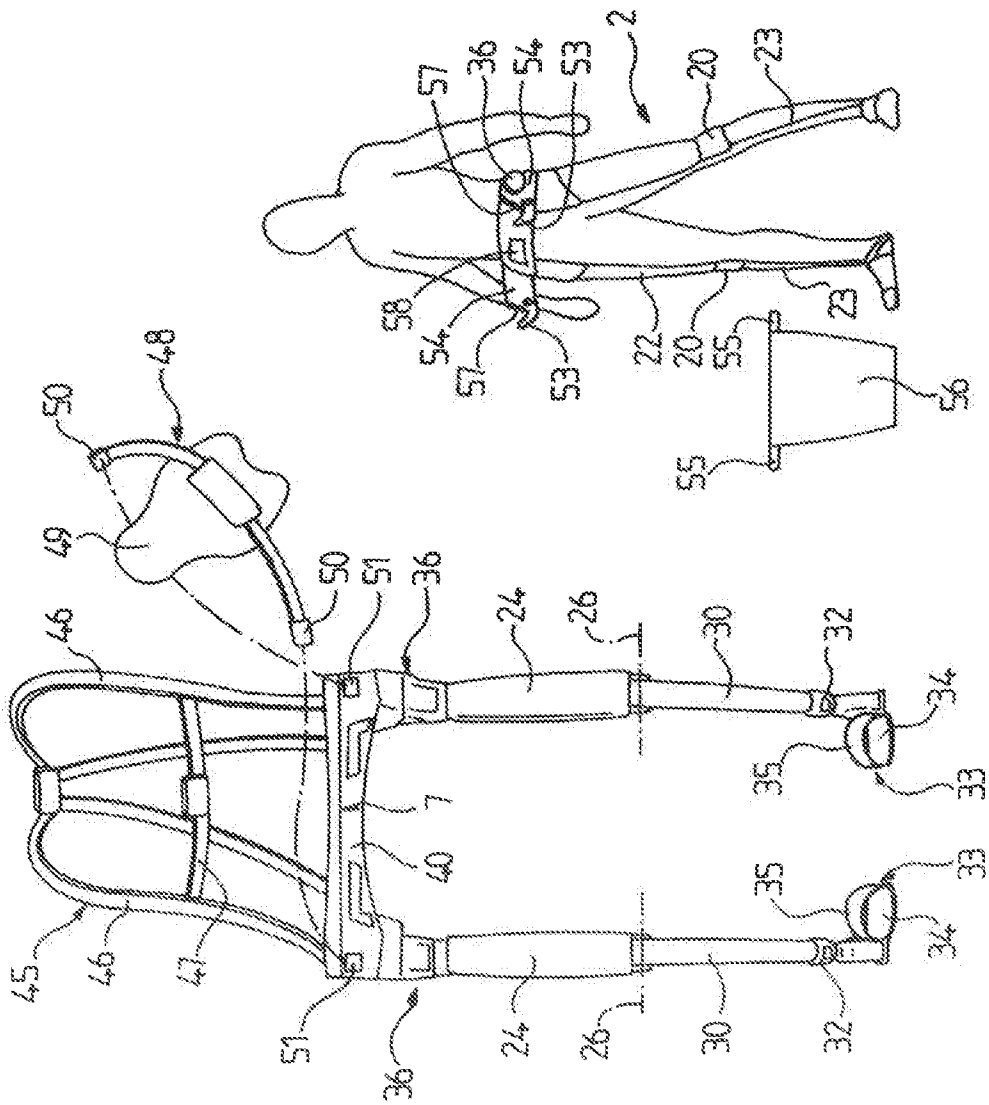


FIG. 4

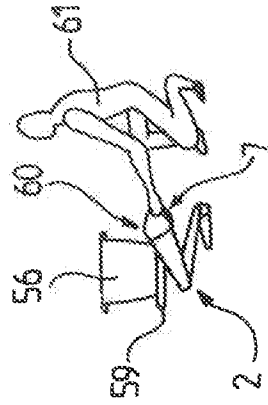


FIG. 6A

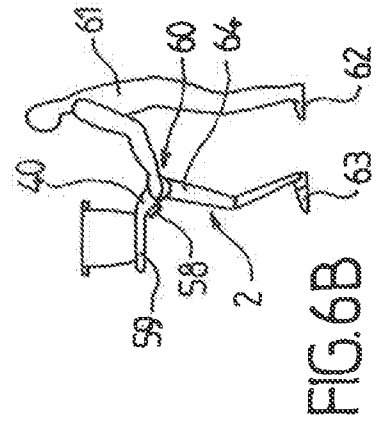


FIG. 6B

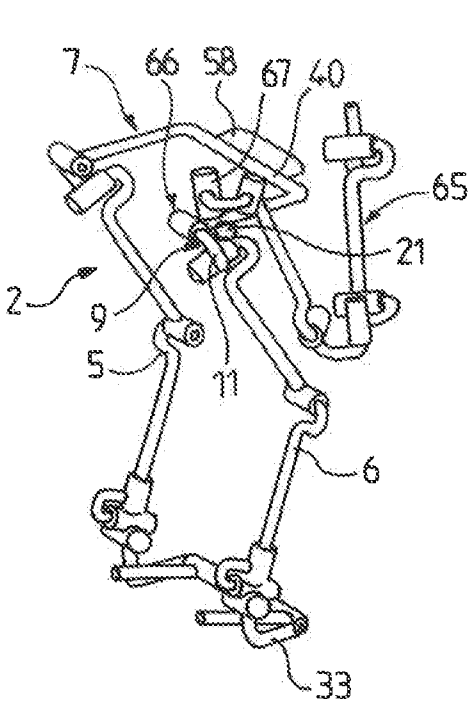


FIG. 7A

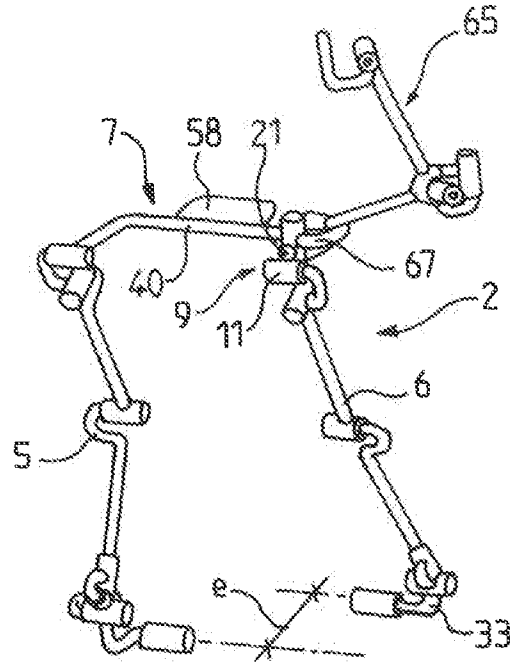


FIG. 7B

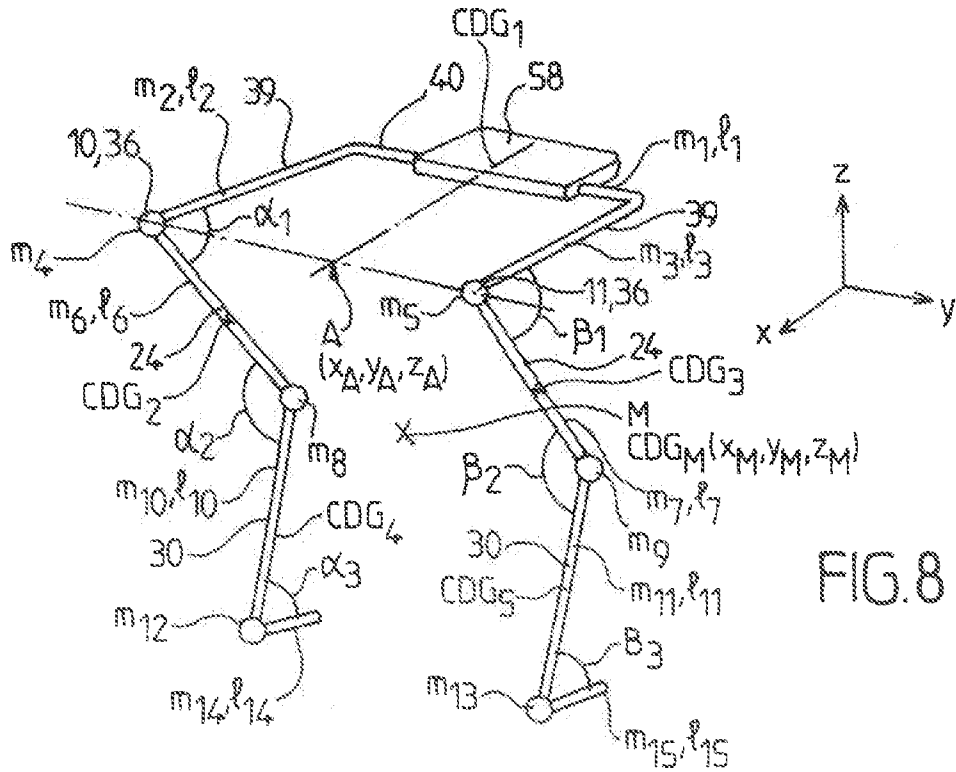


FIG. 8

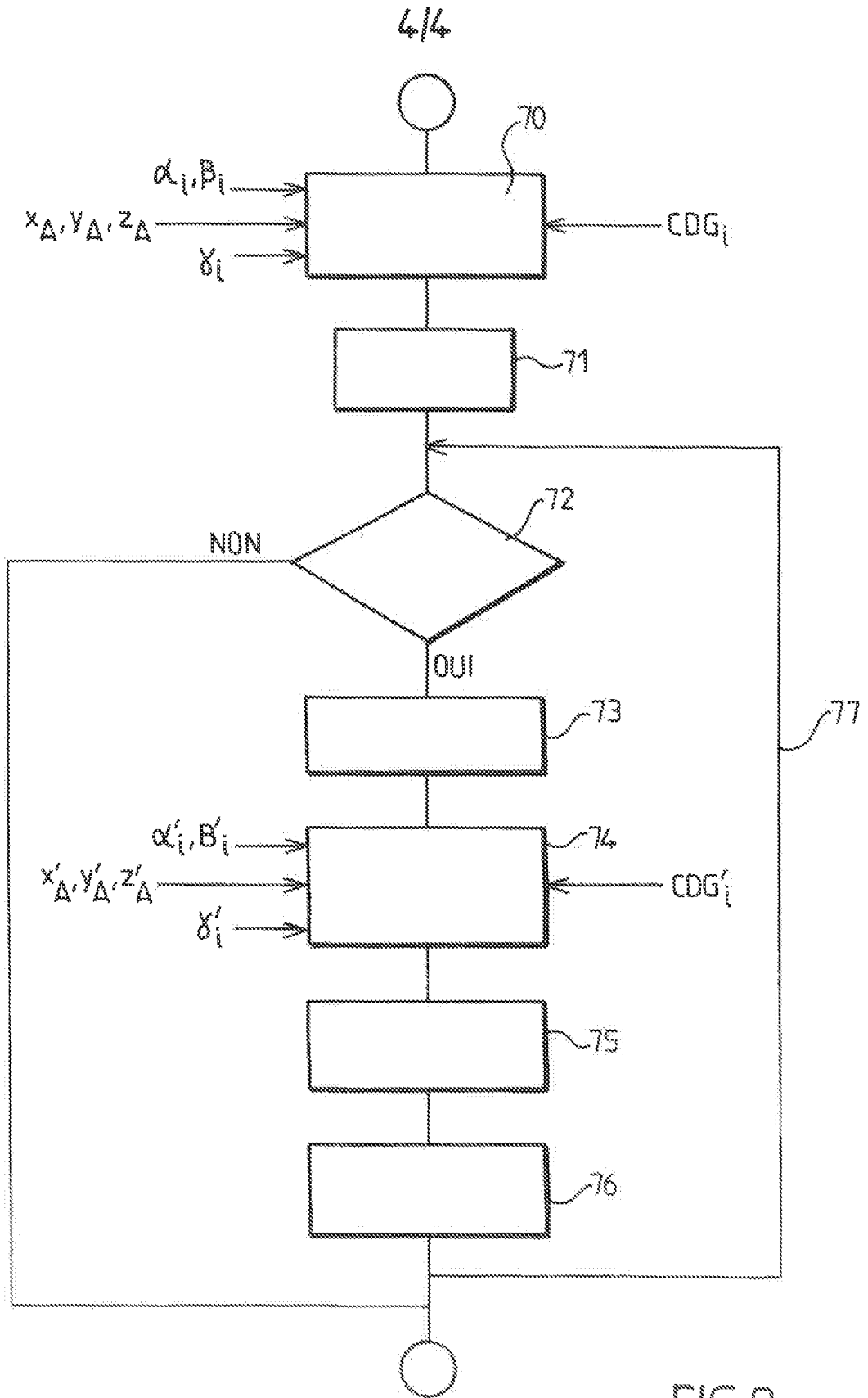


FIG.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2015/050209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B25J9/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B25J  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/106532 A1 (BROWN GARRETT W [US]) 18 July 2013 (2013-07-18) page 7, line 6 - page 10, line 7 figures 2a,2b,3,4	1-20
A	----- JP 2007 130234 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 31 May 2007 (2007-05-31) abstract; figures 1,3-5	1-20
A	----- US 2011/266323 A1 (KAZEROONI HOMAYOON [US] ET AL) 3 November 2011 (2011-11-03) cited in the application paragraphs [0029], [0038] figures 3,9 -----	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  8 April 2015	Date of mailing of the international search report  20/04/2015
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Grenier, Alain
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/050209

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013106532 A1	18-07-2013	US 2015016923 A1 WO 2013106532 A1	15-01-2015 18-07-2013
-----			
JP 2007130234 A	31-05-2007	NONE	
-----			
US 2011266323 A1	03-11-2011	AU 2009341585 A1 CA 2746327 A1 CN 102256580 A EP 2373276 A1 US 2011266323 A1 WO 2010101595 A1	30-06-2011 10-09-2010 23-11-2011 12-10-2011 03-11-2011 10-09-2010
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050209

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B25J9/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B25J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2013/106532 A1 (BROWN GARRETT W [US]) 18 juillet 2013 (2013-07-18) page 7, ligne 6 - page 10, ligne 7 figures 2a,2b,3,4	1-20
A	JP 2007 130234 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 31 mai 2007 (2007-05-31) abrégé; figures 1,3-5	1-20
A	US 2011/266323 A1 (KAZEROONI HOMAYOON [US] ET AL) 3 novembre 2011 (2011-11-03) cité dans la demande alinéas [0029], [0038] figures 3,9	1-20
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 8 avril 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/04/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Grenier, Alain

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050209

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2013106532 A1	18-07-2013	US 2015016923 A1 WO 2013106532 A1	15-01-2015 18-07-2013
-----			
JP 2007130234 A	31-05-2007	AUCUN	
-----			
US 2011266323 A1	03-11-2011	AU 2009341585 A1 CA 2746327 A1 CN 102256580 A EP 2373276 A1 US 2011266323 A1 WO 2010101595 A1	30-06-2011 10-09-2010 23-11-2011 12-10-2011 03-11-2011 10-09-2010
-----			