



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1003703A3

NUMERO DE DEPOT : 9000671

Classif. Internat.: E04H

Date de délivrance : 26 Mai 1992

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 02 Juillet 1990 à 10h50
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : SUNNEN Jean
rue de Grady 29, 4050 CHAUDFONTAINE(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : DELLICOUR Paul, OFFICE DE BREVETS E. DELLICOUR, Rue Fabry,
18/012 - B 4000 LIEGE Belgique.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PERFECTIONNEMENT AUX ROBOTS DE SERVICE.

INVENTEUR(S) : Sunnen Jean, rue de Grady 29, 4050 Chaudfontaine (BE);Verhoeven Pierre, rue de la Herse 23, 1170 Bruxelles (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 26 Mai 1992
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L.
Directeur

Perfectionnement aux robots de service

La présente invention est relative à un système de déplacement d'un véhicule destiné à effectuer auto-
5 matiquement certaines tâches.

De tels engins, encore appelés robots de service, sont souvent amenés à réaliser des travaux d'inspection, de surveillance, de manipulation de
10 matières dangereuses dans un milieu hostile tel que l'enceinte d'un réacteur nucléaire, le périmètre d'une raffinerie ou encore de conduire des opérations de nettoyage en immersion, par exemple dans une piscine ou une citerne de transport ou de stockage de pro-
15 duits chimiques.

Ces robots doivent pouvoir se déplacer au sol avec franchissement d'obstacles, parfois même des escaliers, mais doivent également se déplacer sur des pentes
20 à forte déclivité ou sur des surfaces verticales que l'on rencontre dans les fosses de plongée de certaines piscines ou dans certaines cuves.

On connaît des dispositifs de nettoyage automatique
25 de piscines, tels que celui décrit au brevet US-A-

3 551 930, dans lequel un chariot équipé d'un mo-
teur électrique et d'une pompe se déplace au hasard
sur le fond. Dès qu'il rencontre un obstacle ou
une paroi, un système mécanique compliqué l'amène
5 à reculer en pivotant pour l'envoyer ensuite dans
une autre direction.

Un système mécanique de ce genre est très lourd,
ne se prête ni à l'automatisation ni à la program-
10 mation, est d'un coût élevé et d'un rendement mé-
diocre par suite de la complexité mécanique de l'en-
semble.

On a cherché à remédier à ces inconvénients en fai-
15 sant usage d'un moteur distinct pour la translation
et, au lieu de laisser le véhicule se déplacer au
hasard, on lui fait effectuer un mouvement de va-
et-vient entre les parois de la piscine. Afin d'évi-
ter que l'engin ne décrive à l'aller et au retour
20 la même trajectoire, on le fait pivoter légèrement
lorsqu'il touche une paroi.

Les brevets US-A-4 168 557 et US-A-2 988 762 décrivent
des dispositifs mécaniques, qui dévient légèrement
25 le véhicule lorsqu'il rencontre une paroi.

Dans le premier cas, cet effet est obtenu en munis-
sant l'engin d'un flotteur décentré ; cependant,
l'action de ce flotteur se modifie au fur et à mesure
30 que la flottabilité de l'engin change en fonction
du poids de détritrus accumulés dans les filtres.

Dans le second cas le charriot est muni de tiges
coulissantes, qui actionnent un relais inversant
35 le sens de rotation du moteur de translation. On

constate cependant que de tels dispositifs présentent un fonctionnement irrégulier, en particulier si l'obstacle rencontré n'est pas une surface plane ou n'est pas suffisamment large pour agir sur les deux tiges simultanément.

De plus, si le chariot aborde la paroi plane sous un angle de 90° ou s'il s'engage dans un dièdre exactement selon la bissectrice de l'angle, il n'y a pas pivotement et le chariot décrit un mouvement de va-et-vient en restant toujours sur la même trajectoire.

Le système de déplacement selon l'invention remédie à ces inconvénients et constitue une solution simple, fiable, souple et économique au problème du déplacement d'un robot de service, que ce déplacement soit au hasard avec évitement automatique des obstacles ou qu'il soit par guidage à distance ou encore qu'il soit programmé.

Un robot de service, équipé d'au moins deux roues ou chenilles motrices indépendantes munies chacune d'un système de détection d'obstacle assurant par relais l'inversion du sens de rotation d'une des roues ou chenilles motrices, est caractérisé suivant l'invention en ce que cette inversion du sens de rotation d'une roue ou chenille est provoquée par son relais durant un temps variable et aléatoire, afin de réaliser un pivotement du robot suivi de son retour en déplacement rectiligne vers l'avant.

Suivant l'invention les relais, commandant chacun l'inversion du sens de rotation d'un moteur de translation sont du type Reed, actionnés par un champ magnétique extérieur produit par le détecteur d'obstacles.

Suivant l'invention encore, un relais Reed est ramené dans sa position initiale par une variation du champ magnétique provoquée par un signal provenant de la roue ou de la chenille proche dudit relais.

5

L'invention est décrite ci-après avec plus de détails sur la base des dessins annexés, à titre d'exemples uniquement, représentant en :

10 Figure 1 une vue en élévation de profil d'un robot de service destiné au nettoyage de cuves ou de piscines en immersion ;

Figures 2 et 3 respectivement une vue de face et
15 une vue en plan du robot de figure 1 ;

Figure 4 une vue en élévation du coffret d'alimentation en énergie ;

20 Figure 5 une vue en plan du robot en approche d'une paroi de cuve ou piscine ;

Figures 6 et 7 une vue partielle respectivement de
profil et en plan du robot muni d'une brosse ;

25

Figure 8 une variante du logement de la brosse en vue de profil ;

Figures 9 et 10 une variante de réalisation d'un
30 robot de service respectivement dans une vue de profil et dans une vue en plan ;

Figure 11 une autre variante d'un robot de service à quatre roues motrices dans une vue en plan.

35

Dans le robot représenté aux figures 1 à 3 la base 1 supporte une pompe électrique 2 et un filtre 3. Un câble électrique 4 muni de flotteurs 5 assure l'alimentation en énergie à partir d'un coffret 6. 5 (figure 4). Le robot de service se déplace sur deux chenilles 7,8 actionnées par des roues motrices crantées 9, 10, les roues arrières 11,12 n'étant pas dans cet exemple motorisées.

10 Les roues motrices 9,10 sont entraînées chacune par un motoréducteur 13, respectivement 14. La base 1 du robot est munie à l'avant de deux tiges coulissantes 15,16 supportant chacune un aimant permanent 17, respectivement 18 et munies chacune d'un 15 ressort de rappel 19, respectivement 20.

Dans l'exemple représenté ces deux tiges 15,16 sont reliées par une barre 21 munie de deux embouts 22, 23.

20 Dans cet exemple les motoréducteurs n'étant pas du type étanche sont montés dans un boîtier étanche 24 réalisé en matériau non magnétique. On dispose dans ce boîtier 24, à proximité des roues motrices 25 9,10 et en face des aimants 17, 18, portés par les tiges coulissantes 15, 16 deux relais du type Reed représentés en 25,26.

Chacune des roues motrices 9,10 est en matériau non 30 magnétique et pourvue d'un petit aimant permanent 27, respectivement 28 fixé sur sa face intérieure.

Lorsque le robot de service s'approche d'une paroi 29 de cuve ou piscine (figure 5), l'aimant permanent 17, porté par la tige de gauche 15, coulisse 35

vers le relais 25, qui est actionné par le champ magnétique et de ce fait inverse le sens de rotation du moteur de droite 14. Le robot exécute alors un mouvement de rotation dans le sens de la flèche 5 30, durant lequel le ressort de rappel 19 ramène l'aimant 17 dans sa position de repos. Durant ce temps, la roue motrice de gauche 9 en tournant amène l'aimant permanent 27 en face du relais 25, qui se remet dans sa position de départ en rétablissant 10 le sens de rotation normal du moteur de droite 14. Le robot repart vers l'avant en suivant une trajectoire rectiligne.

Dans cet exemple le relais de gauche 25 agit sur 15 le moteur de droite 14 et le relais de droite 26 sur le moteur de gauche 13, ce qui amène le robot à pivoter en augmentant l'angle 31 formé entre son axe 32 et la normale 33 à la paroi rencontrée 29. Rien n'interdit cependant de faire agir le relais 20 de gauche 25 sur le moteur de gauche 13 et le relais de droite 26 sur le moteur de droite 14, ce qui amène le robot perpendiculairement à la paroi 29 avant qu'il ne se dégage en reculant puis en pivotant.

25 Le temps durant lequel le relais 25 (ou 26) inverse le sens de rotation du moteur qu'il commande, est uniquement fonction du temps qui s'écoule entre sa mise en action par l'aimant 17 (ou 18) porté par sa tige coulissante et le retour à sa position normale 30 sous l'action de l'aimant 27 (ou 28) porté par la roue motrice à proximité immédiate du relais. Afin d'assurer une marche normale vers l'avant les roues ou chenilles peuvent être synchronisées par 35 exemple par un axe 34 reliant les deux roues arrières

11, 12, équipées d'un système de roue libre permettant l'inversion du sens de marche.

5 IL arrive fréquemment qu'un robot de service éprouve des difficultés lors d'un franchissement d'obstacle ou d'arête et il est alors fait usage, de manière connue en soi, de rouleaux motorisés à l'avant ou à l'arrière ou d'une brosse rotative motorisée par le système de translation principal.

10 On peut de la même façon faire usage de moyens connus, tels que des galets crantés appliqués par des ressorts sur le brin inférieur de la courroie, ce qui permet à celle-ci d'épouser les aspérités du terrain et en particulier lors du franchissement
15 d'arêtes.

Le robot de service représenté aux dessins est normalement équipé de la pompe 2 et d'un sac ou d'un filtre
20 à cartouche (non représenté).

On a représenté en figures 6 et 7 le robot équipé d'une brosse constituée de deux demi-brosses 35,36. La pompe 2 (non représentée ici) aspire les débris
25 détachés à la périphérie de la brosse par une buse 37. Les demi-brosses 35, 36 sont actionnées par les roues 9,10 par l'intermédiaire respectivement de pignons 38, 39 et de la courroie ou chaînette 40 pour la demi-brosse 35 et de pignons 41
30 et 42 et de la courroie ou chaînette 43 pour la demi-brosse 36.

Les deux demi-brosses 35,36 peuvent ainsi être actionnées en sens inverse l'une de l'autre, lorsque
35 le robot pivote et que les roues 9,10 tournent en

sens inverse l'une de l'autre.

La buse d'aspiration 37 est prévue plus large que le châssis du robot et la brosse 35,36 est utilement
5 pourvue de brosses auxiliaires 44, 45, accouplées de préférence de façon flexible à ladite brosse principale 35, 36 par des axes flexibles 46, respectivement 47.

10 Chaque demi-brosse 35, 36 est reliée au robot par un ou deux bras pivotants 48, permettant d'appliquer par un ressort 49 la brosse avec une pression réglable sur le fond de la cuve ou piscine.

15 Dans l'exemple représenté en figure 8 les demi-brosses 35, 36 sont logées à l'intérieur de la buse d'aspiration 37. Cette dernière est réalisée en un matériau souple, tel qu'un caoutchouc, et appliquée avec une pression réglable sur le fond à l'avant du robot
20 à l'aide d'un ressort 50. Elle est reliée à la pompe d'aspiration 2 (non représentée ici) de façon souple par un joint 51.

Dans une variante simplifiée du robot de service
25 (figures 9 et 10), celui-ci est équipé de deux roues motrices crantées 9', 10', d'une buse d'aspiration 37' reliée par un tube flexible 52 à la pompe du circuit de filtration d'une piscine située en dehors de celle-ci. Le tube flexible 52 est utilement mu-
30 ni d'une ou plusieurs roulettes 53.

Dans cet exemple les deux roues 9',10' peuvent être reliées à la buse 37' par deux pièces élastiques 54, 55 facilitant le travail dans un dièdre.

Dans une autre variante du robot de service (figure 11), celui-ci est munie de quatre roues motrices 9", 10", 11", 12", montées sur un châssis articulé ou souple, et de quatre buses d'aspiration 37 indépendantes et souples tant à l'avant qu'à l'arrière et à gauche comme à droite, ce qui permet de travailler dans un dièdre ou sur un escalier. Les moteurs, 13', 13", d'une part, et 14', 14", d'autre part, sont commandés par le même relais. Le robot est muni de deux pompes et son châssis est articulé en 56 et 57.

Toutes ces variantes du robot de service peuvent, bien entendu, être munies d'une série d'accessoires connus, tels que grille et piège à corps étrangers durs, évitant l'introduction dans la pompe de pierres ou objets métalliques divers, dispositif à lame tournante ou à fil tournant déchiquetant les feuilles et fibres végétales, et encore réceptacle destiné à recevoir une pastille de chlore, etc.

Bien que le robot, normalement construit en alliage léger ou en plastique, soit extrêmement léger, il est avantageusement muni de flotteurs 58 (figure 1) placés de préférence sur un arceau pivotant 59, ce qui facilite le déplacement sur les pentes ou les parois verticales.

Un tel robot de service peut aussi être muni d'une série d'accessoires ou moyens connus destinés à améliorer son fonctionnement. La barre détectrice 21 (figures 1 à 3) peut être réglable en hauteur et ses embouts 22, 23 peuvent être constitués par des roulettes et des ressorts plus ou moins durs, de façon à permettre au robot de se déplacer le long

d'une paroi en se guidant de moteurs non étanches fonctionnant dans l'eau. Le robot peut également faire usage à l'avant de deux galets crantés supplémentaires facilitant le passage de la position horizontale à la position verticale, lorsque par exemple le robot doit gravir les marches d'un escalier.

Dans une version améliorée du robot de service il est prévu d'équiper le coffret de contrôle de moyens électriques appropriés, afin de permettre à l'opérateur de choisir entre le fonctionnement automatique décrit ci-dessus et le fonctionnement manuel, où l'opérateur peut à distance corriger la trajectoire du robot et l'envoyer vers les zones les plus sales. Ce dispositif permet de réaliser un gain de temps considérable suivant les circonstances.

Enfin, dans sa version programmable le robot de service tel que décrit ci-dessus peut à chaque passage au-dessus d'une balise magnétique ou autre situer exactement sa position et suivre jusqu'à une prochaine balise une trajectoire programmée. Lorsque le programme arrive à son terme, le robot est amené à son point de sortie, une injection d'air comprimé le ramène à la surface de la piscine et le robot peut sortir par ses propres moyens.

Lorsque le robot de service effectue des inversions de sens de marche répétées et irrégulières, il peut se produire une torsion du câble d'alimentation. Pour éviter cet inconvénient le robot comporte des éléments de contrôle, qui comptabilisent le nombre et la durée des inversions de sens de marche à gauche et à droite, en calculent l'écart et ramènent cet écart à zéro après un intervalle de temps déterminé.

Pour empêcher que le robot ne soit bloqué sur place par un obstacle imprévisible, il est prévu suivant l'invention un dispositif temporisé agissant à intervalle de temps régulier pour provoquer une inversion du sens de marche des deux moteurs suivi d'une opération de pivotement angulaire et d'une remise en marche vers l'avant, le pivotement angulaire s'effectuant alternativement à gauche et à droite.

10 On peut naturellement prévoir une alimentation électrique autonome du robot de service mais chaque fois que cela est possible on préfère pour des raisons d'encombrement et de poids alimenter le robot par un câble, ce qui facilite également beaucoup le guidage à distance. Pour les robots de service travaillant en immersion on fera, de manière connue, usage d'un câble flottant et plat éventuellement placé sur un enrouleur.

20 On a décrit ci-dessus à titre d'exemple l'utilisation d'un robot de service pour le nettoyage de piscines mais il est évident que les dispositifs décrits peuvent être utilisés pour bien d'autres tâches, telles que par exemple le nettoyage de sols et tapis, le déplacement de moyens de détection et de surveillance et l'inspection dans des endroits difficilement accessibles ou dangereux.

Revendications

1. Robot de service, équipé d'au moins deux roues
ou chenilles motrices indépendantes munies chacune
5 d'un système de détection d'obstacles assurant par
relais l'inversion du sens de rotation d'une des
roues ou chenilles motrices, caractérisé en ce que
l'inversion du sens de rotation d'une roue ou chenille
est provoqué par son relais durant un temps variable
10 et aléatoire, afin de réaliser un pivotement du robot
suivi de son retour en déplacement rectiligne vers
l'avant.
2. Robot de service suivant la revendication 1, ca-
15 ractérisé en ce que les relais commandant chacun
l'inversion du sens de rotation d'un moteur de trans-
lation sont du type Reed, actionnés par un champ
magnétique extérieur produit par le détecteur d'obs-
tacles.
- 20 3. Robot de service suivant la revendication 1, ca-
ractérisé en ce que les relais, commandant chacun
l'inversion du sens de rotation d'un moteur de trans-
lation, sont du type Reed, actionnés par un champ
25 magnétique extérieur produit par le passage d'un
courant électrique dans une bobine disposée à proxi-
mité.
4. Robot de service suivant la revendication 2, ca-
30 ractérisé en ce que un relais Reed est ramené dans
sa position initiale par une variation du champ ma-
gnétique provoqué par un signal provenant de la roue
ou de la chenille proche dudit relais.
- 35 5. Robot de service suivant la revendication 4, ca-

ractérisé en ce que le signal est provoqué par un ou plusieurs aimants (17,18) permanents portés par ladite roue ou chenille (9,10) proche du relais.

5 6. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est équipé à l'avant d'une brosse constituée de deux demi-brosses (35, 36), mises en mouvement par les
10 roues motrices (9,10) chacune dans le même sens de rotation que celui de sa roue correspondante.

7. Robot de service suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les demi-brosses (35, 36) sont logées à l'intérieur d'une buse d'aspiration (37)
15 appliquée avec une pression réglable sur le fond.

8. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est équipé d'une buse d'aspiration (37') reliée par un
20 tube flexible (52) à une pompe située en dehors de la cuve ou piscine.

9. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il com-
25 porte un châssis articulé (en 56, 57) ou souple avec quatre roues motrices (9",10",11",12") et quatre buses d'aspiration indépendantes (37"), les deux moteurs de gauche (13', 13") et respectivement les deux moteurs de droite (14', 14") étant commandés
30 par un même relais.

10. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la barre détectrice (21) est réglable en hauteur et ses em-
35 bouts (22,23) sont constitués par des roulettes ou

des ressorts plus ou moins durs.

11. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les
5 roues ou chenilles gauche et droite (9,10 ou 11, 12 ou 7,8) sont synchronisées en marche avant par un axe (34) et équipées d'un système de roue libre permettant l'inversion du sens de marche d'une seule roue ou chenille.

10

12. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que son coffret de contrôle est équipé de moyens électriques appropriés pour une commande manuelle.

15

13. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il est soumis à une trajectoire programmée par l'intermédiaire de balises magnétiques.

20

14. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments de contrôle, qui comptabilisent le nombre et la durée des inversions de sens de marche
25 à gauche et à droite, en calculent l'écart et ramènent celui-ci à zéro après un intervalle de temps déterminé, de manière à éviter la torsion du câble d'alimentation (4).

30 15. Robot de service suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif temporisé agissant à intervalle de temps réglable pour provoquer une inversion du sens de marche des deux moteurs suivi d'une opération
35 tion de pivotement angulaire et d'une remise en marche

09000671

15

vers l'avant, le pivotement angulaire s'effectuant
alternativement à gauche et à droite.

5

FIG.1

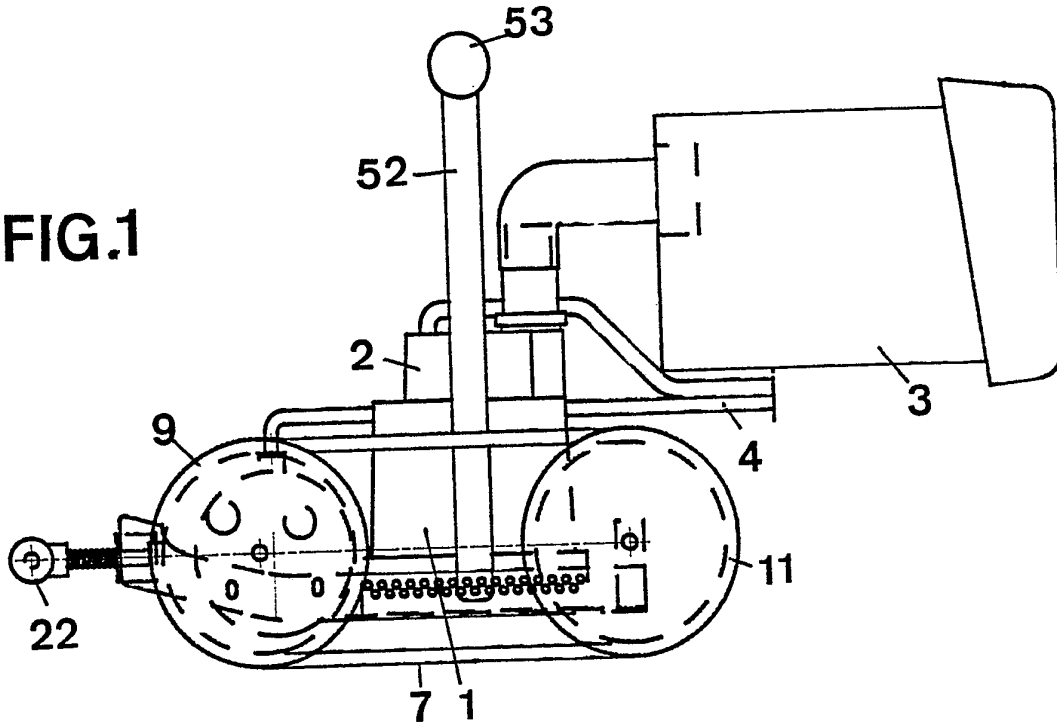


FIG.3

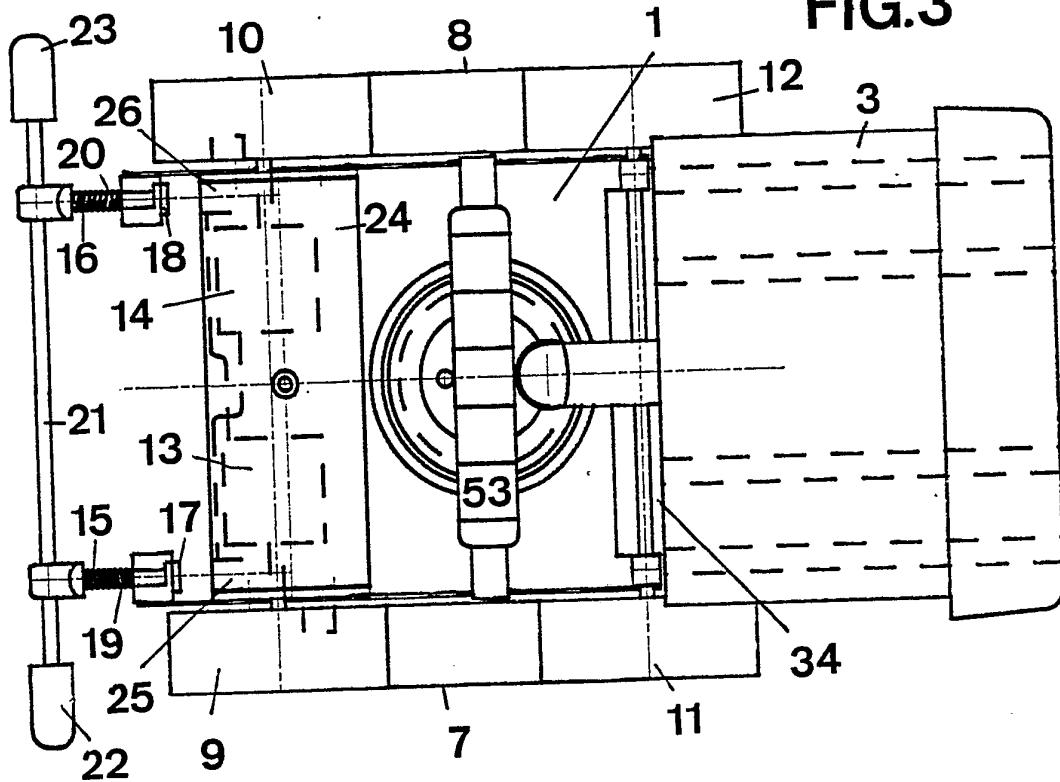


FIG.2

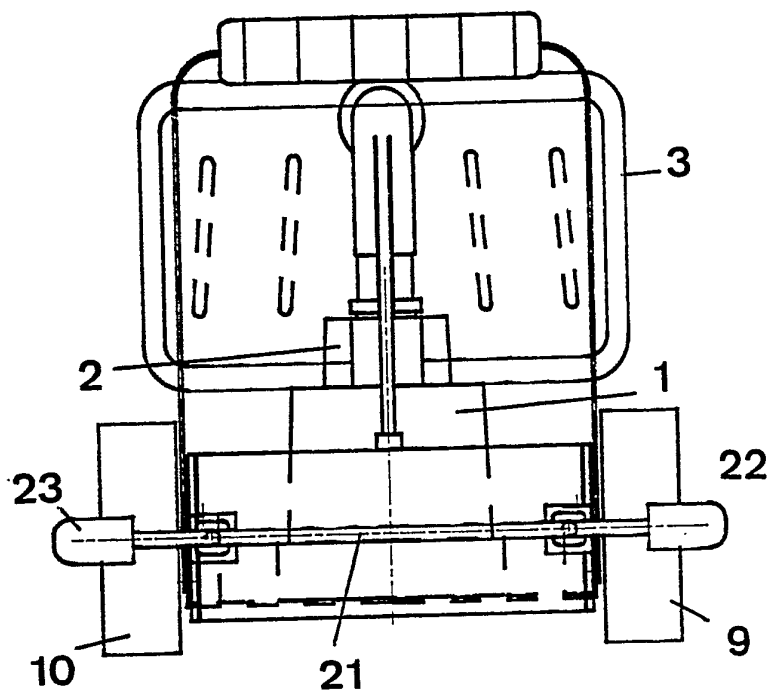


FIG.4

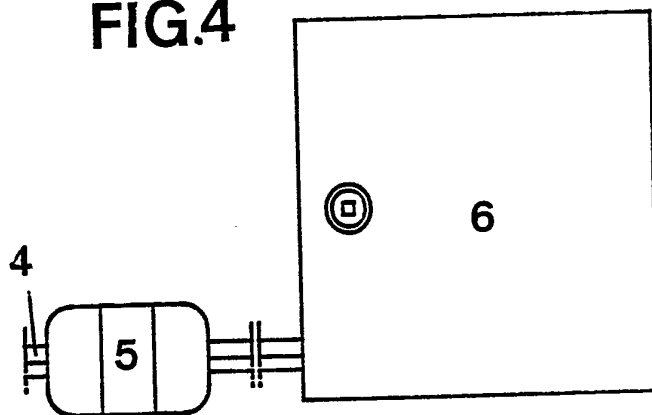


FIG.5

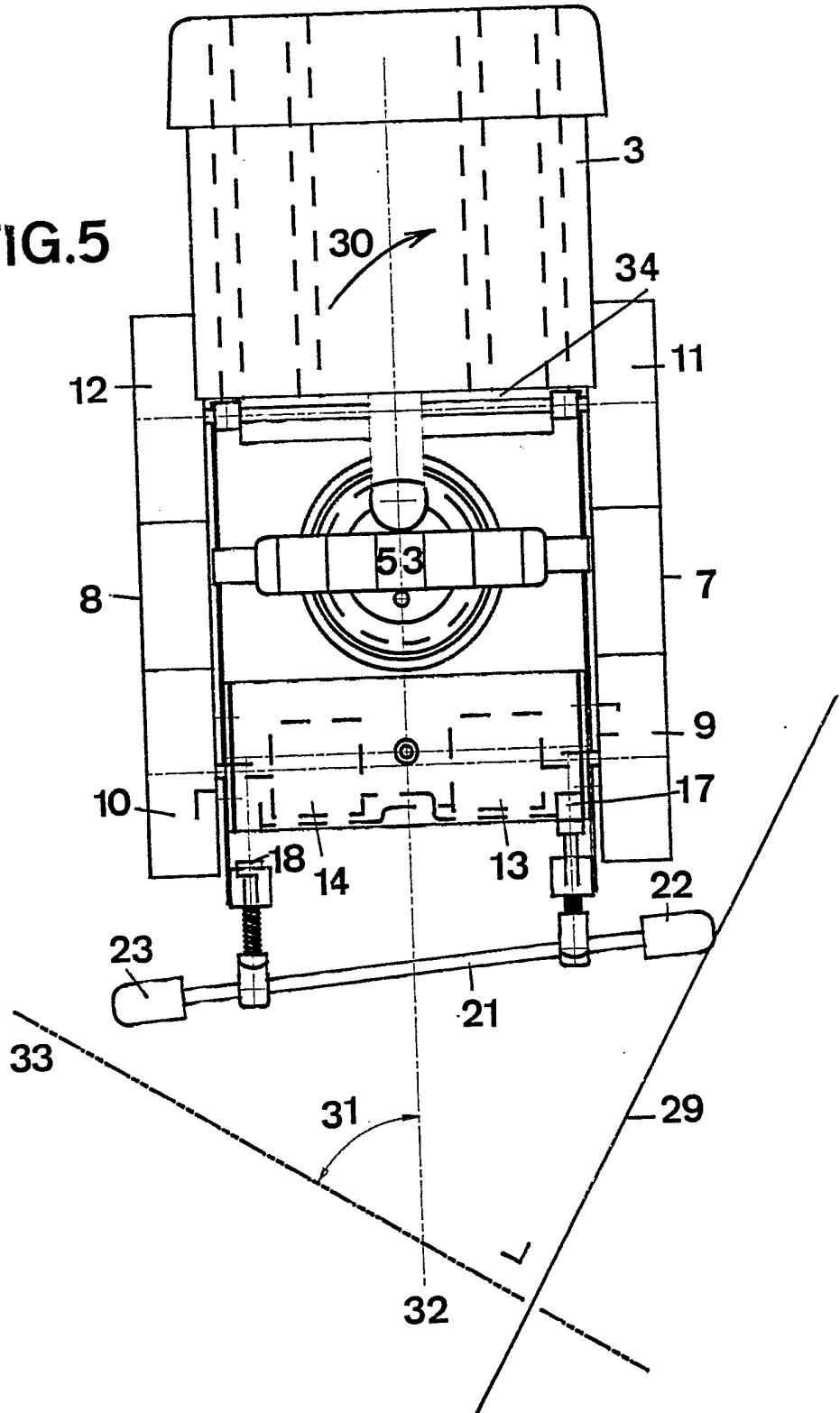


FIG.6

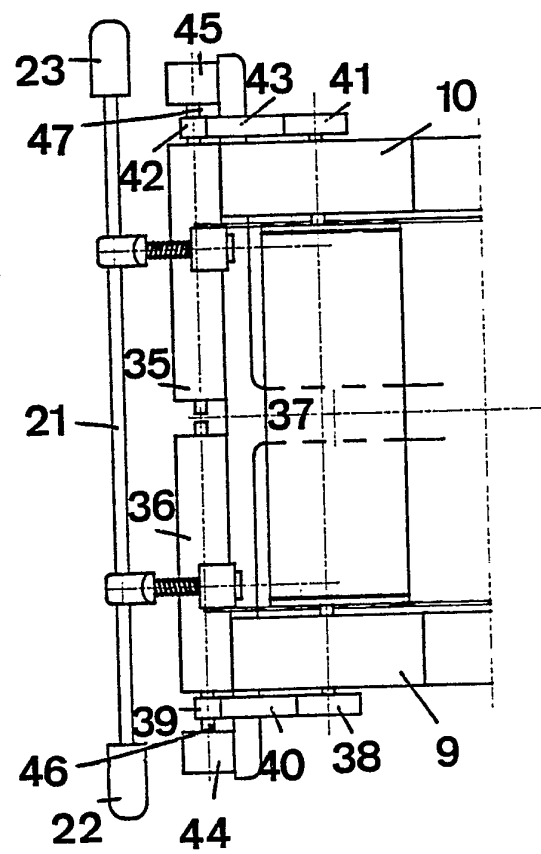
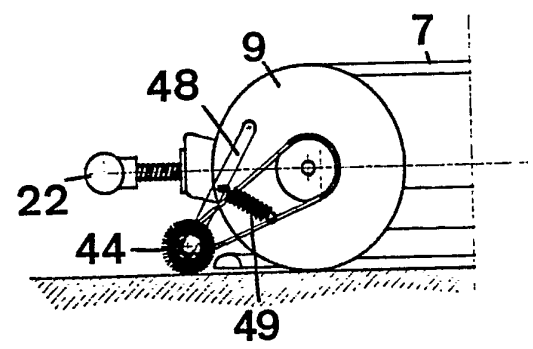


FIG.7

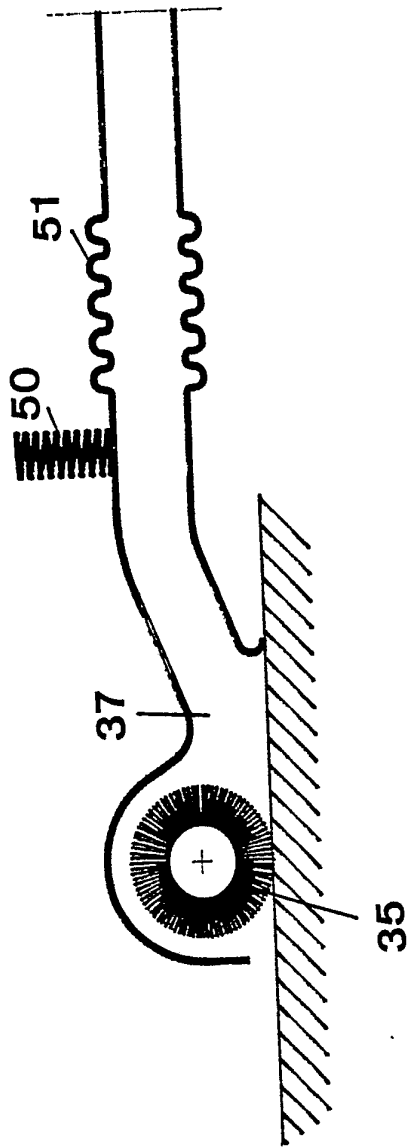


FIG.8

FIG.9

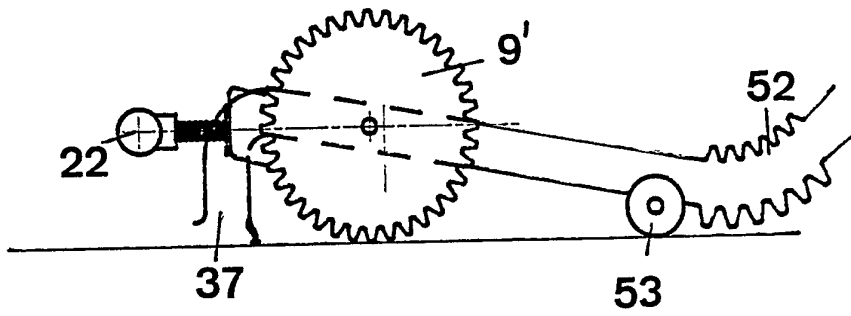
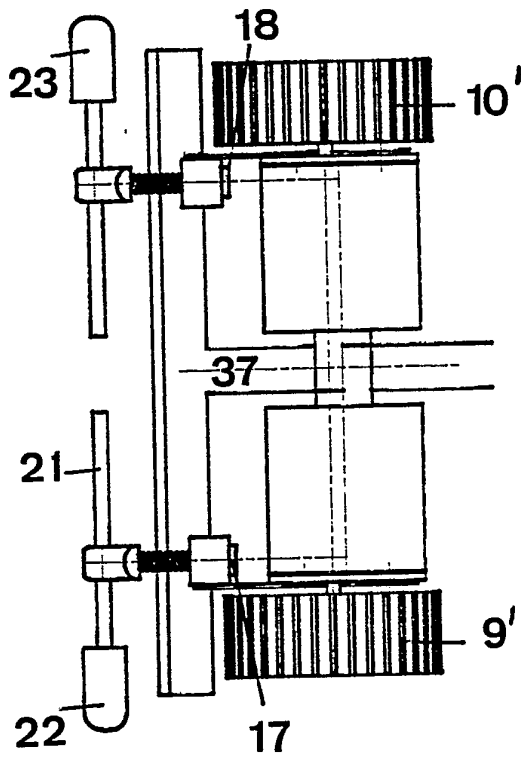


FIG.10



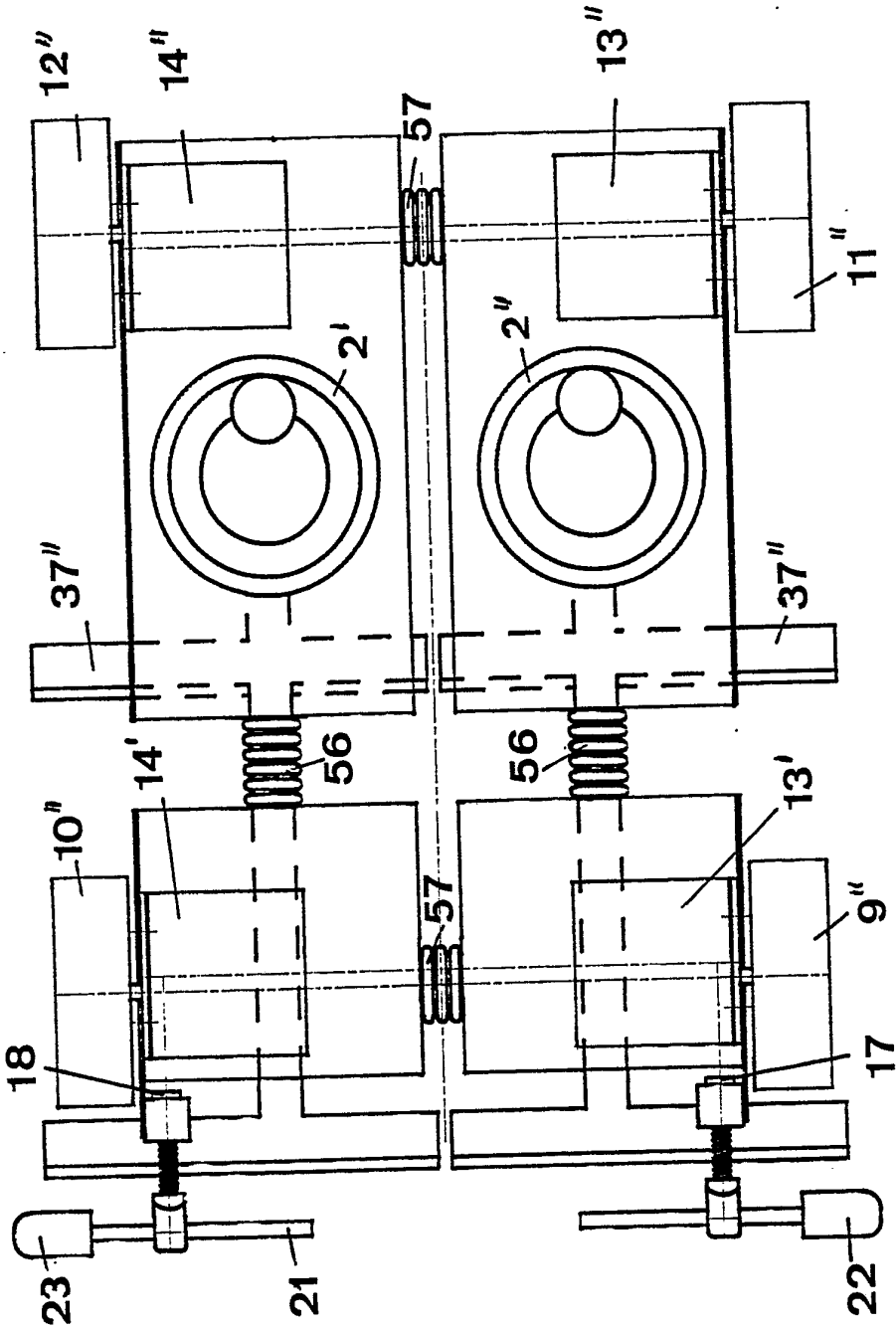


FIG.11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 9000671
B0 2590

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	US-A-3 892 282 (WULC) * Colonne 3, lignes 24-51; colonne 5, ligne 21 - colonne 8, ligne 18; colonne 9, ligne 59 - colonne 13, ligne 66; colonne 14, ligne 66 - colonne 15, ligne 42; colonne 15, ligne 61 - colonne 16, ligne 7; figures 1-7 *	1-8,10-12,15	E 04 H 4/16
D,A	US-A-3 551 930 (MYERS) * Colonne 2, ligne 70 - colonne 4, ligne 45; colonne 5, ligne 8 - colonne 6, ligne 29; figures 1-4,8-11,14-24 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) E 04 H
A	EP-A-0 257 006 (NYSTRÖM) * Page 6, lignes 8-21; figures 1,2 *	6	
A	US-A-4 749 478 (BROOKS) * Colonne 2, ligne 62 - colonne 3, ligne 2; figure 1 *	9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13-03-1991		BARBAS A.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0448)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 9000671
BO 2590

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 03/04/91
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A- 3892282	01-07-75	US-A- 3676884	18-07-72
US-A- 3551930	05-01-71	Aucun	
EP-A- 0257006	24-02-88	SE-A- 8603505 US-A- 4786334	21-02-88 22-11-88
US-A- 4749478	07-06-88	Aucun	