

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 02428

(54)

Système d'équilibrage pour pantin d'apprentissage.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. 3). B 25 J 1/02; B 05 B 15/00; F 16 F 15/00.

(22)

Date de dépôt 5 février 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 7-8-1981.

(71)

Déposant : REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT, résidant en France.

(72)

Invention de : Jean Le Rouzo.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Michel Tixier, Régie nationale des usines Renault,
8-10, av. Emile-Zola, 92109 Boulogne-Billancourt.

Système d'équilibrage pour pantin d'apprentissage

La présente invention, due à la collaboration de Monsieur
Jean LE ROUZO, est relative à un système d'équilibrage pour pantin
5 d'apprentissage.

Il est connu depuis un certain temps d'utiliser des robots pour
effectuer une peinture de finition de bonne qualité sur des objets de
grandes dimensions tels que des carrosseries de voitures automobiles.
10 Une telle application présente bien des problèmes si l'on veut que
le robot soit apte à effectuer de façon pleinement satisfaisante les
raccordements entre surfaces extérieures élémentaires, la peinture de
surfaces tourmentées et celle des surfaces intérieures d'une carros-
serie.

15 A cet effet, on doit commencer par définir une trajectoire d'appli-
cation de la peinture qui doit être continue et conduire à un revê-
tement d'épaisseur uniforme sans bavures et sans "coulures". L'enre-
gistrement de la trajectoire doit être continu. Les positions succes-
sives et la vitesse de parcours en chaque point sont importantes et
20 doivent être enregistrées pour permettre ensuite au robot de peinture
de reproduire automatiquement la trajectoire désirée avec toutes ses
caractéristiques. On procède donc à l'apprentissage.

25 En apprentissage direct, l'opérateur "tient la main du robot". Si une
telle méthode est concevable dans le cas de petits robots, elle se
trouve rapidement exclue du fait des inerties et des frottements
inévitables d'autant plus importants que le robot est de grande
taille. Dès que le manipulateur est rapide et puissant, la manoeuvre
30 directe présente même un danger réel pour l'opérateur.

Il est alors connu de remplacer le robot par un pantin pour la phase
d'apprentissage et l'enregistrement des trajectoires. La construction
du pantin en structure légère respecte la géométrie du robot. Malgré
35 cette légèreté de la structure, son équilibrage devient indispensable
afin de soulager l'opérateur chargé de la manoeuvre du pantin.

Dans le cas d'un pantin à six axes, l'expérience montre qu'un équi-

librage approché à l'aide de contrepoids et d'un ressort compensateur allège correctement le pantin.

5 Dans le cas d'une trajectoire d'application de peinture sur une carrosserie d'automobile dont on veut recouvrir successivement l'extérieur puis l'intérieur, l'expérience montre que l'on doit avoir recours à un robot à sept axes et l'équilibrage du pantin correspondant à sept axes se complique singulièrement.

10 L'objet de la présente invention est précisément de résoudre ce problème.

Suivant l'invention, le système d'équilibrage pour pantin d'apprentissage à au moins six axes, qui est du type comportant au moins :
15 premier axe vertical, un deuxième axe horizontal, un premier bras pivotant dans un plan vertical à l'intersection du premier axe et du second axe par une de ses extrémités et qui supporte à sa seconde extrémité un troisième axe horizontal, un second bras qui pivote dans le même plan vertical autour du point commun au premier bras et au
20 troisième axe par une de ses extrémités et qui supporte à sa seconde extrémité un quatrième axe, un troisième bras débattant dans un plan normal au plan défini par le second bras et le quatrième axe autour de leur point commun par une de ses extrémités et qui supporte à sa seconde extrémité une trompe d'éléphant et faisant usage de contre-
25 poids pour son équilibrage, est remarquable en ce que l'équilibrage du pantin est réalisé par disposition homothétique de la structure du pantin avec transmission d'angle relativement à son deuxième axe, à son troisième axe et à son quatrième axe, à son premier, à son second et à son troisième bras.

30 Suivant une première caractéristique de réalisation, l'équilibrage est réalisé avec une transmission mécanique.

Suivant une seconde caractéristique de réalisation, l'équilibrage est
35 fractionné et déjeté de chaque côté du premier axe.

Suivant une troisième caractéristique de réalisation, l'équilibrage est réalisé dans l'axe grâce à un premier axe virtuel.

Suivant une quatrième caractéristique de réalisation, l'équilibrage est déjeté sur un des côtés du premier axe.

5 D'autres caractéristiques ressortiront de la description qui suit et qui n'est donnée qu'à titre d'exemple. A cet effet, on se reportera au dessin joint dans lequel :

- 10 - la figure 1 représente un pantin d'apprentissage équipé d'un premier mode de réalisation d'un système d'équilibrage suivant la présente invention, à savoir un système d'équilibrage fractionné et déjeté de chaque côté de l'axe fondamental du pantin,
- 15 - la figure 2 représente un pantin d'apprentissage équipé d'un second mode de réalisation d'un système d'équilibrage suivant la présente invention, à savoir un système d'équilibrage déjeté sur un des côtés de l'axe fondamental du pantin,
- 20 - la figure 3 représente un pantin d'apprentissage équipé d'un troisième mode de réalisation d'un système d'équilibrage suivant la présente invention qui se situe dans l'axe fondamental du pantin.

Les mêmes références désignent les mêmes éléments sur les différentes figures.

25. Suivant le mode de réalisation illustré à la figure 1, le pantin d'apprentissage comporte une table de rotation 10 à axe vertical 11 constituant le premier axe, un bras 14 constituant le premier bras et un avant-bras 17 constituant le deuxième bras qui se déplacent dans un plan vertical. Cet ensemble est articulé au moyen de deux coudes 30 12 et 15 ayant chacun un axe horizontal 13 et 16 respectivement. Un troisième bras 20 débat dans un plan normal au plan défini par les bras 14 et 17 autour d'un coude 18 admettant un quatrième axe 19. Ce troisième bras 20 porte à son extrémité éloignée du coude 18, par l'intermédiaire d'une fixation 21, une trompe polyarticulée 22 35 capable de balayer un certain volume autour de cette fixation. Cette trompe polyarticulée peut être du type décrit dans la demande de brevet N° 77/02387 déposée par la demanderesse le 23 janvier 1977 pour "bras polyarticulé pour robot ou automate". Le volume balayé par

ladite trompe est rapporté au cinquième et au sixième axes du pantin et ladite trompe 22 supporte à sa seconde extrémité éloignée de la fixation 21 une seconde fixation 23 par laquelle elle se raccorde à un septième axe qui est celui d'un pistolet de peinture 24.

Cette structure du pantin est connue et classique. L'invention porte sur un système permettant d'équilibrer les différents poids correspondant aux éléments essentiels du pantin de façon à parvenir à un équilibre indifférent pour l'ensemble, ce qui réduit au maximum la fatigue de l'opérateur qui manipule le pistolet 24 à l'extrémité du pantin.

La table de rotation 10 avec son axe vertical 11 ne demande pas d'équilibrage. La trompe 22 et le pistolet 24 dont l'influence n'est pas déterminante sont traités globalement avec le troisième bras 20 et estimés correspondre à un poids P_3 . Suivant l'invention, les poids P_1 correspondant au premier bras 14, P_2 correspondant au second bras 17 et P_3 défini précédemment sont équilibrés homothétiquement par rapport au deuxième axe 13. A cet effet et suivant la figure 1, un premier étrier 28 est disposé par sa partie centrale suivant l'axe 13. Cet étrier 28 porte un premier bras latéral 37 parallèle au bras 14 du pantin et qui supporte à son extrémité un poids 30 correspondant aux poids P_1 du bras 14. Un second étrier 27 est disposé avec sa partie centrale suivant l'axe 16. Il est solidaire du coude 15 et ses bras latéraux 34, 35 sont dans le plan défini par l'axe 16 et le second bras 17. De même, le premier étrier 28 avec ses bras latéraux 36, 37 est dans le plan défini par l'axe 13 et le premier bras 14 du pantin. L'extrémité libre du bras latéral 35 du second étrier 27 est reliée de manière articulée au moyen d'une première tringlerie 32, 39 à l'extrémité libre du bras latéral 36 du premier étrier 28 et, d'une manière analogue, l'extrémité libre du bras latéral 34 du second étrier 27 est reliée de manière articulée au moyen d'une seconde tringlerie 33, 38 au bras latéral 37 du premier étrier 28 en un point 41 situé en deçà de l'extrémité supportant le poids 30. Le bras 39 de la première tringlerie se prolonge au delà du point d'articulation 42 par un bras 48 qui supporte à son extrémité libre un poids 29 correspondant au poids P_3 défini précédemment. D'une manière analogue, le

bras 38 de la seconde tringlerie se prolonge au-delà du point d'articulation 43 et supporte à son extrémité libre un poids 31 correspondant au poids P_2 du second bras 17 du pantin. L'ensemble constitué par les deux étriers 27 et 28 et leurs bras latéraux et les deux tringleries 32, 39, d'une part, 33, 38, d'autre part, forme un système symétrique. Sur l'axe 19 du coude 18, à l'extérieur de ce dernier, est montée une première poulie 25. La poulie 25 appartient au bras 20 sur lequel elle est fixée. A l'extrémité supérieure de la partie 32 de la première tringlerie 32, 39 au-delà de son point de raccordement 44 avec le bras latéral 35 du second étrier 27 est montée une seconde poulie 26 et les deux poulies 25 et 26 qui sont toutes deux dans un plan parallèle au plan défini par le second bras 17 et l'axe 16 sont reliées l'une à l'autre par une courroie rigide 40. La poulie 26 appartient à la tringlerie 32 dont elle est solidaire en rotation.

Le contrepoids 30, réglable en position le long du prolongement 37 du bras 14 au-delà de l'axe horizontal 13, équilibre le poids dudit bras 14 ainsi que l'effort engendré sur l'axe 13 par le poids 31 correspondant au bras 17 équipé.

Le contrepoids 31, réglable en position le long de la tringlerie 38, équilibre le bras 17. Son débattement dans un plan parallèle au plan de débattement du bras 17 est assuré par le parallélogramme 34, 33, 38 et 37. Le contrepoids 31 est fixé sur la biellette 38 articulée en 41 sur le prolongement 37 du bras 14.

Le contrepoids 29, réglable en position le long de la tringlerie 39, équilibre l'ensemble du bras 20, de la trompe 22 et du pistolet 24. Son débattement dans un plan parallèle au plan de débattement du bras 20 est assuré par le parallélogramme 35, 32, 39 et 36. La poulie 25 solidaire en rotation du bras 20 entraîne en rotation le contrepoids 29 par l'intermédiaire de la poulie 26, de même diamètre, tourillonnant dans le bras 17 et liée à l'axe 48 du contrepoids 29 par l'intermédiaire de l'arbre 32 et deux joints de cardan 44 et 42. Cet arbre 32 matérialise l'un des côtés du parallélogramme 35, 32, 39 et 36.

Grâce à ce système d'équilibrage, quelle que soit la position du

pantin sous l'action d'un opérateur manipulant le pistolet 24, l'ensemble est toujours en équilibre indifférent, ce qui réduit beaucoup la fatigue de l'opérateur.

5 La figure 2 illustre un second mode de réalisation dans lequel l'équilibre est déjeté sur un des côtés du premier axe 11 du pantin. Selon ce mode de réalisation, le premier étrier 28 ne possède plus qu'un seul bras latéral 37 parallèle au bras 14 du pantin et le
10 second étrier 27 qu'un seul bras latéral 34 parallèle au bras 17 du pantin. Dans ces conditions, il n'existe plus qu'un seul parallélogramme latéral 37, 38, 32, 34. Le contrepoids 31 qui équilibre le bras 17 est réglable en position le long de la bielle 38 entre ses points de fixation 41 et 42. Dans ce mode de réalisation, la
15 poulie 25 solidaire en rotation du bras 20 entraîne en rotation le contrepoids 29 par l'intermédiaire de la poulie 26, de même diamètre, tourillonnant dans le bras 17 et liée à l'axe 47 du contrepoids 29 par l'intermédiaire de l'arbre 32 et de deux joints de cardan 45 et 46. L'arbre 33 matérialise l'un des côtés du parallélogramme 37, 38, 32, 34.

20 L'équilibrage déjeté sur l'un des côtés du premier axe 11 du pantin permet une construction simple de cet axe et dégage totalement une des faces du pantin. Il offre la possibilité de déjeter le mécanisme d'équilibrage à droite ou à gauche si la configuration du site
25 l'exige.

La figure 3 illustre un troisième mode de réalisation selon lequel l'équilibrage de toute la structure du pantin s'effectue dans l'axe. Tous les efforts passent donc en ligne évitant les déformations de la
30 structure.

Suivant la réalisation de la figure 3, le pantin est supporté par une table de rotation 61 ayant la forme générale d'une équerre : la partie horizontale 62 de cette dernière se termine par un roulement annulaire 60 dans lequel tourillonne le premier bras 14 du pantin. Ce
35 premier bras 14 se continue au-dessous du roulement annulaire 60 par une partie 50 sur laquelle est fixé le contrepoids 30 dans une position réglable. Le second bras 17 se poursuit au-delà du coude 15

par une partie 56 à l'extrémité de laquelle tourillonne la poulie 26 par l'intermédiaire d'un joint de cardan 58. Un arbre 32 s'étend à partir du joint de cardan 58 parallèlement au bras 14 du pantin. L'arbre 32 se termine à la partie inférieure en tourillonnant dans un

5 joint de cardan 46. Le contrepoids 31 qui équilibre le bras 17 est supporté en position réglable sur une bielle 38 qui prend appui par une extrémité en 41 sur le prolongement 50 du bras 14 et par sa seconde extrémité sur l'arbre 32 par l'intermédiaire du joint de cardan 46. Le contrepoids 29 qui équilibre le bras 20 et ses annexes

10 est supporté de manière réglable par une bielle 48 formant équerre avec l'arbre 32 et qui est entraînée en rotation autour de l'arbre 32 par l'intermédiaire des poulies 25, 26 et des joints de cardan 58 et 46. Ce système d'équilibrage est très simple et repose sur la constitution d'un seul parallélogramme comprenant le bras 14, l'arbre paral-

15 lèle 32, la bielle 38 et le prolongement 56. La rotation du bras 20 autour du coude 18 provoque la rotation concomitante du contrepoids d'équilibrage 29 autour de l'arbre 32 par le jeu des poulies 25, 26 et des joints de cardan 58 et 46.

REVENDEICATIONS

1. Système d'équilibrage pour pantin d'apprentissage à au moins six axes comportant au moins un premier axe vertical, un second axe horizontal, un premier bras qui pivote dans un plan vertical autour du point d'intersection des deux premiers axes à une de ses extrémités et qui supporte à sa seconde extrémité un troisième axe horizontal, un second bras qui pivote à une de ses extrémités dans le même plan vertical autour du point commun au premier bras et au troisième axe et qui supporte à sa seconde extrémité un quatrième axe, un troisième bras débattant dans un plan normal au plan défini par le second bras et le quatrième axe autour de leur point commun par une de ses extrémités et supportant par sa seconde extrémité une trompe polyarticulée et un pistolet et faisant usage de contrepoids pour son équilibrage, caractérisé en ce que ledit système d'équilibrage est réalisé par disposition homothétique de la structure du pantin avec transmission d'angle (25, 26, 42, 41), relativement à son second axe (13) et à ses trois premiers bras (14, 17, 20) et en ce que le centre d'homothétie est situé à l'intersection du premier axe (11) et du second axe (13).
2. Système d'équilibrage suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un parallélogramme (32, 34, 37, 38) (14, 38, 32, 56) dont les côtés sont respectivement parallèles au premier bras (14) et au second bras (17) du pantin et en ce qu'un côté (39) du parallélogramme qui supporte le contrepoids (29) relatif au troisième bras (20) est entraîné en rotation par un système de poulies (25, 26) asservies audit troisième bras.
3. Système d'équilibrage suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le contrepoids (30) correspondant au premier bras (14) du pantin est supporté par un prolongement du côté (37, 14) du parallélogramme qui est parallèle au côté (32) supportant le contrepoids (29) relatif au troisième bras (20) et en ce que le contrepoids (31) relatif du second bras (17) est porté par le côté (38) du parallélogramme qui est parallèle à ce second bras et inférieur au premier axe horizontal (13) du pantin.
4. Système d'équilibrage suivant la revendication 3, caractérisé en

ce que le côté (37) du parallélogramme qui supporte le contrepoids (30) relatif au premier bras (14) est constitué par une première équerre (28, 37) pivotant autour dudit premier axe horizontal (13).

5 5. Système d'équilibrage suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le côté (34) du parallélogramme qui est parallèle au côté (38) supportant le contrepoids (31) relatif au second bras (17) est constitué par un montant latéral d'une seconde équerre (27, 34) rigidement solidaire du troisième axe (16) du pantin et située dans un plan
10 défini par ledit troisième axe (16) et le deuxième bras (17).

6. Système d'équilibrage suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'une des poulies (26) de renvoi d'angle est montée à l'aide d'un joint de cardan (45) à l'intersection de l'extrémité libre du montant
15 latéral (34) de la seconde équerre et du côté (32) du parallélogramme supportant le contrepoids (29) relatif au troisième bras (20).

7. Système d'équilibrage suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte deux parallélogrammes (32, 35, 36, 39 ; 33, 34, 37, 38)
20 disposés parallèlement et symétriquement par rapport au plan défini par les deux premiers bras (14, 17) du pantin.

8. Système d'équilibrage suivant la revendication 7, caractérisé en ce que dans le cas de deux parallélogrammes disposés parallèlement et
25 symétriquement par rapport au plan défini par les deux premiers bras, ces deux parallélogrammes reposent sur deux équerres dont la première (36, 28, 37) a sa partie médiane (28) confondue avec le premier axe (13) horizontal du pantin et oscille autour de cet axe tandis que la seconde (35, 27, 34) est rigidement solidaire par sa partie médiane
30 (27) du second axe (16) horizontal du pantin et tout entière située dans le plan défini par ledit second axe (16) et le deuxième bras (17).

9. Système d'équilibrage suivant la revendication 8, caractérisé en ce
35 que le contrepoids (30) relatif au premier bras (14) est supporté par un prolongement d'un des côtés (37) du premier parallélogramme tandis que le contrepoids (29) relatif au troisième bras (20) est supporté par un prolongement d'un des côtés (32) du second parallélogramme par

l'intermédiaire d'une troisième équerre (48).

10. Système d'équilibrage suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le contrepoids (31) relatif au second bras (17) est supporté
5 par un prolongement d'un des côtés (38) du premier parallélogramme parallèle audit second bras (17).

11. Système d'équilibrage suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le pantin est supporté par une table de rotation (61) ayant la
10 forme d'une équerre dont la partie horizontale (62) se termine par un roulement annulaire (60) dans lequel tourillonne le premier bras (14) du pantin qui se poursuit en dessous dudit roulement annulaire (60) par une partie rectiligne (50) à l'extrémité de laquelle est fixée
15 dans une position réglable le contrepoids (30) relatif audit premier bras (14) et sur laquelle, dans une position intermédiaire, est fixée une biellette (38) disposée parallèlement au second bras (17) et supportant dans une position réglable le contrepoids (31) relatif
audit second bras, ledit parallélogramme (14, 56, 38, 32) étant
construit sur ledit premier bras (14) et ladite biellette (38).

20

12. Système d'équilibrage suivant la revendication 11, caractérisé en ce que ledit second bras (17) à son extrémité relative au premier
bras (14) se poursuit au-delà du coude (15) par une portion rigide
(56) à l'extrémité de laquelle tourillonne une des poulies (26) de
25 renvoi d'angle par l'intermédiaire d'un second joint de cardan (58).

13. Système d'équilibrage suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le côté (32) du parallélogramme d'équilibrage qui s'étend
parallèlement au premier bras du pantin (14) à partir de la seconde
30 extrémité de ladite portion rigide (56) supporte à son extrémité inférieure une équerre (48) sur laquelle est fixé en position réglable le contrepoids (29) relatif au troisième bras (20), laquelle est susceptible de tourillonner par l'intermédiaire d'un joint de cardan et de tourner autour dudit côté (32).

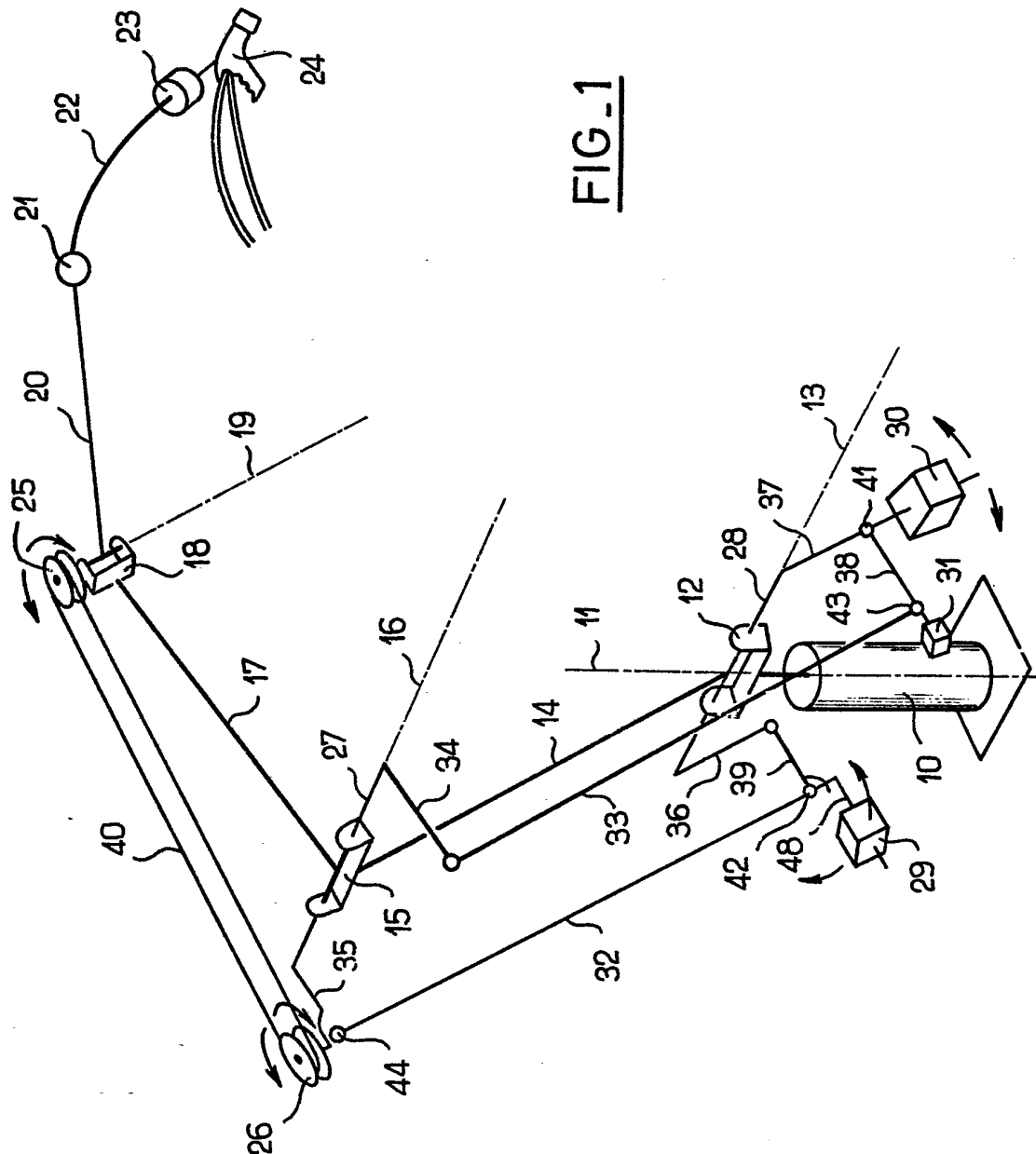
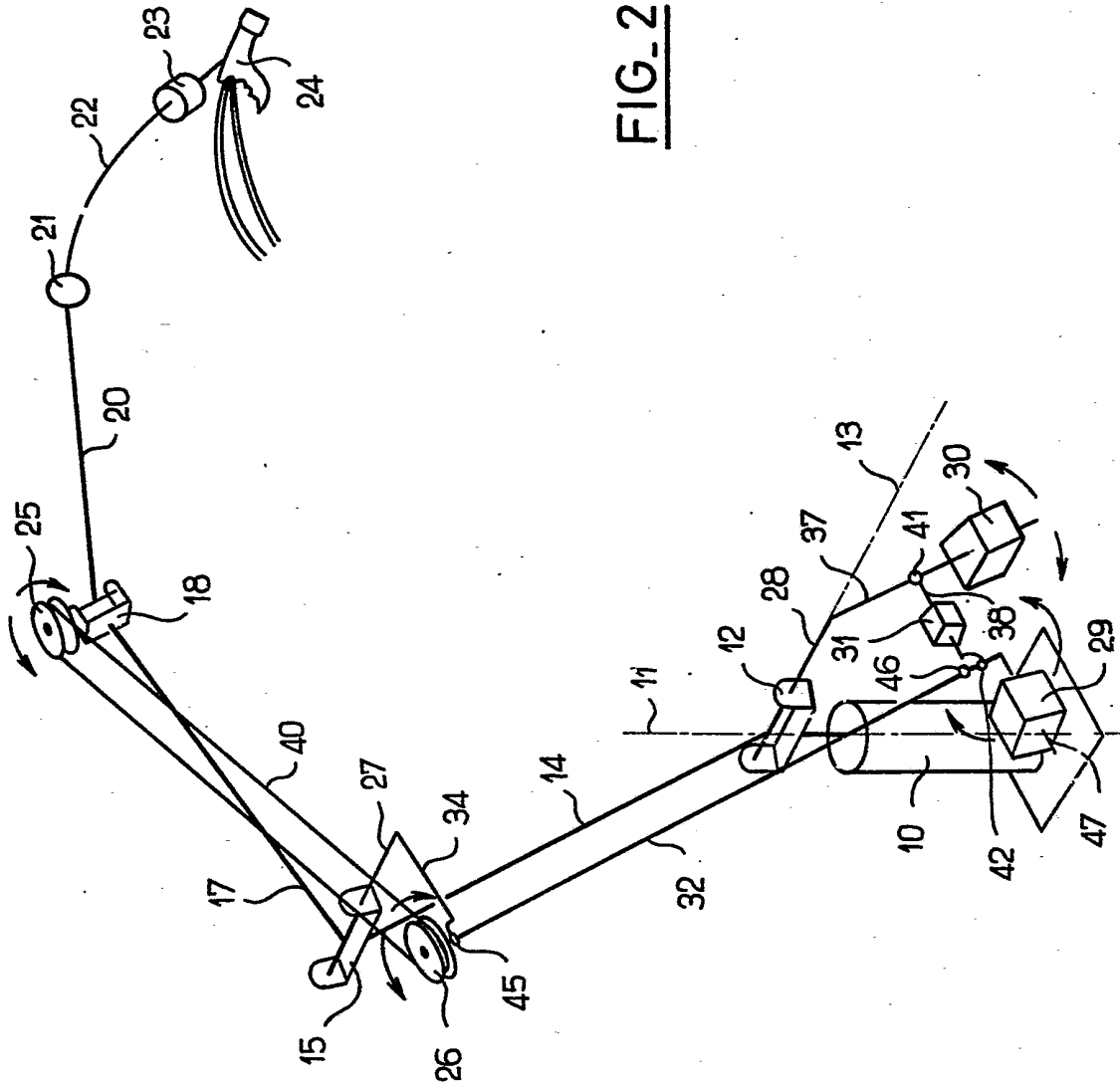


FIG. 1

FIG-2

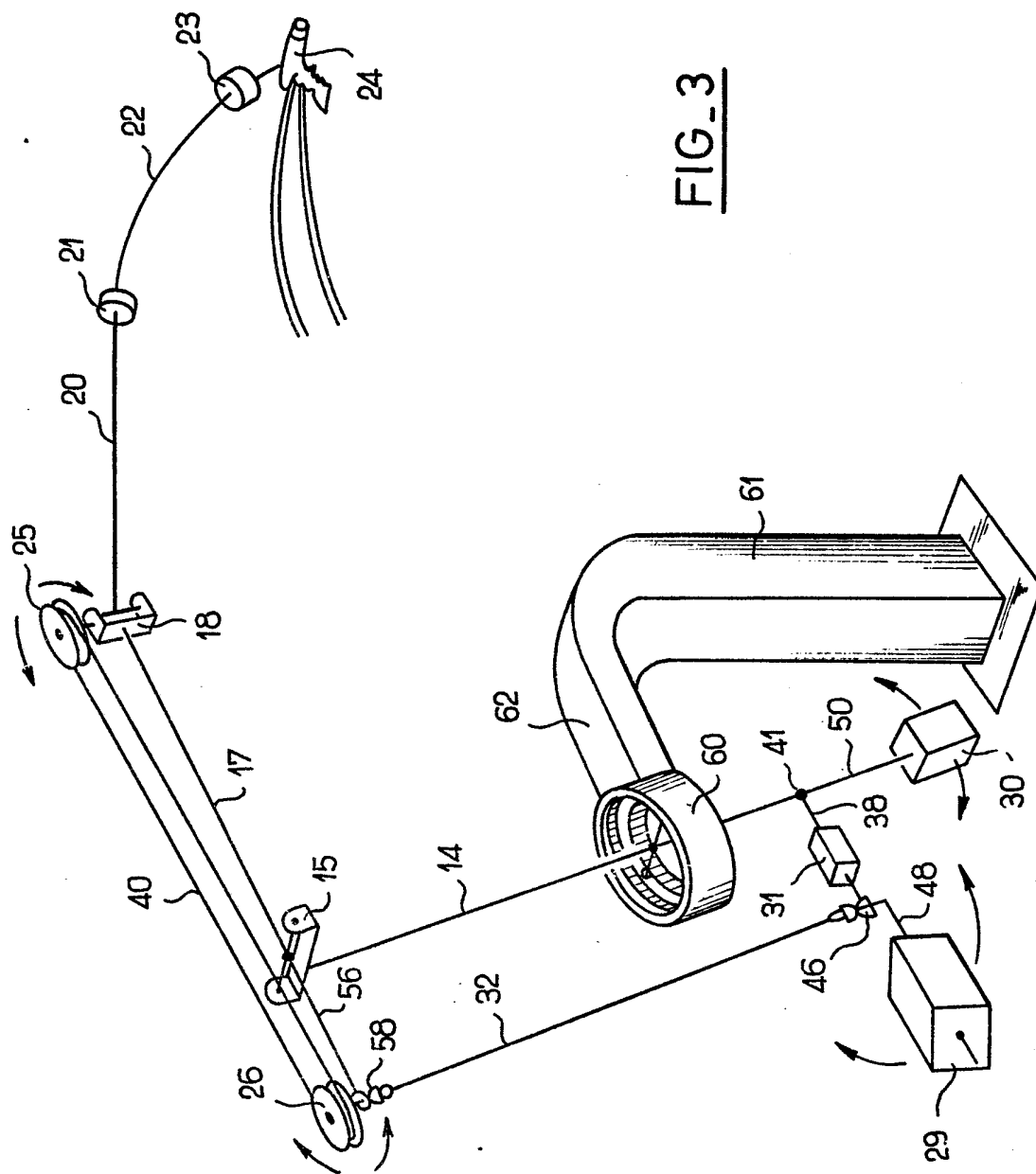


FIG. 3