

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction

2 552 907

(21) N° d'enregistrement national :

84 15185

(51) Int Cl⁴ : G 09 B 9/08.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 3 octobre 1984.

(30) Priorité : GB, 3 octobre 1983, n° 8326442.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 14 du 5 avril 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : *BRITISH AEROSPACE PUBLIC LIMITED COMPANY*, — GB.

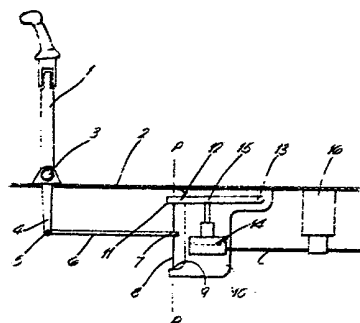
(72) Inventeur(s) : Donald John Acklam.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Novapat - Cabinet Chereau.

(54) Système de simulateur de vol.

(57) Un dispositif apportant une sensation de raideur pour simulateur de vol, pouvant être utilisé avec la colonne de commande d'une gouverne de profondeur 1 et la barre d'une gouverne de direction comporte un câble 8 soumis à une tension variable, pouvant être dévié transversalement par suite du déplacement de la colonne de commande de profondeur ou de la barre d'une gouverne de direction, d'où il résulte l'obtention d'une raideur de commande variable d'une manière simple et efficace.



FR 2 552 907 - A1

D

1.

La présente invention concerne un appareil permettant d'appliquer une force variable pour s'opposer au déplacement d'un élément mobile. Plus spécialement, bien que non exclusivement, elle s'applique particulièrement aux simulateurs de vol, où un élément de commande doit avoir de la raideur, c'est-à-dire présenter de la résistance au mouvement, laquelle est fournie de manière à simuler des forces de commande. Dans un mode de réalisation de simulateur de vol, l'invention fournit ainsi cette sensation de raideur.

Dans l'art antérieur, s'agissant des simulateurs de vol, un tel appareil est réalisé avec des agencements relativement simples constitués d'un ressort et d'un levier, ou avec un ordinateur relativement compliqué, commandé par des agencements électro-hydrauliques. Dans le premier cas, bien que le coût soit relativement faible, il s'est avéré difficile ou impossible de faire varier la raideur de commande en conformité avec les conditions de vol de l'avion simulé. Dans le second cas, en dehors du fait qu'on obtient une raideur de commande

2.

variable, il est possible de représenter une vaste gamme de caractéristiques de commande telles que la friction et autres non-linéarités. Bien que les forces statiques puissent être correctement représentées, il est
5 difficile de représenter les forces dynamiques. En outre, ce dernier agencement est coûteux.

Par conséquent, un objet de la présente invention est un appareil qui permette de faire varier la raideur de commande, par exemple par un moyen d'ordina-
10 teur, mais qui est aussi relativement peu coûteux. L'objet ne nécessite pas forcément la représentation des non-linéarités.

Selon un aspect de la présente invention, un appareil permettant d'appliquer une force variable de manière à s'opposer au mouvement d'un élément comprend, en
15 combinaison, une structure fixe, un élément allongé soumis à une force de tension qui est portée par la structure fixe et a des parties extrêmes espacées et une zone intermédiaire entre celles-ci, la zone intermédiaire étant
20 capable de s'éloigner d'un plan comprenant les deux parties extrêmes, un moyen pour fournir une tension variable à l'intérieur de l'élément en sollicitant les parties extrêmes pour les écarter relativement, et un moyen d'engagement mobile par rapport à la structure fixe en réponse
25 au déplacement de l'élément et venant en contact avec l'élément entre ses extrémités de manière à l'éloigner dudit plan.

La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les des-
30 sins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique d'un agencement pour la simulation de la colonne de commande d'une gouverne de profondeur d'un avion;

La figure 2 est une représentation schématique
35 d'un agencement pour la simulation d'une barre de commande

3.

de gouverne de direction d'un avion; et

La figure 3 est un diagramme servant à expliquer la théorie à la base de la présente invention.

En liaison avec la figure 1, un simulateur de
5 vol comprend une colonne 1 de commande d'une gouverne
de profondeur qui est en saillie sur une structure fixe 2
sur laquelle elle est montée de manière à être animé
d'un mouvement de pivotement dans les directions avant
et arrière autour d'un axe horizontal 3. S'étendant au-
10 dessous de la structure fixe se trouve un bras de levier
4 qui est en une pièce avec la colonne 1 et par consé-
quent se déplace avec elle. Au bras de levier 4 est reliée
l'extrémité 5 d'une tige de poussée-traction 6, dont
l'autre extrémité 7 est fixée à un câble 8. Le câble 8
15 est situé dans une direction généralement transversale
au sens de déplacement de la tige de poussée-traction,
et l'extrémité 7 de la tige de poussée-traction est fi-
xée à la hauteur du point médian du câble ou à proximité
de ce point. Une extrémité 9 du câble est fixée à un sup-
20 port de montage 10 en 11. Les extrémités 9 et 11 se trou-
vent généralement dans un plan imaginaire désigné par
P-P. La tension exercée sur le câble 8 est réglée au
moyen d'un vérin pneumatique 14 porté par le support et
agissant de manière à exercer une poussée sur une partie
25 intermédiaire 15 d'un levier 12.

Le vérin 14 est choisi de manière à être du
type à membrane à faible friction qui comporte peu, voir
aucun, joints de frottement entre parties mobiles.

Un régulateur de pression à commande numérique-
30 ment est prévu en 16 dans la conduite pneumatique reliée
au vérin 14. Ce régulateur est commandé par ordinateur
de façon qu'une pression variable désirée soit transmise
au vérin et, par conséquent, le câble 8 est soumis à une
tension variable.

35 Un autre mode de la réalisation de la présente

invention est représenté en figure 2.

Dans ce mode de réalisation, une barre de gouvernail 20 pivote autour d'un axe vertical 21 sur un élément de base 22. A ses extrémités latérales, la barre de gouvernail comporte des pédales 23. L'élément de base 22 est monté en coulissement d'une manière connue sur des rails 24 s'étendant longitudinalement, ce qui permet un réglage adapté aux pilotes. Naturellement, les rails 24 sont ancrés à une structure fixe. Un câble 25 s'étend longitudinalement aux rails et est fixé à l'une de ses extrémités 26 à la structure fixe et à son autre extrémité 27 à un point intermédiaire d'un levier 28. Les extrémités 26 et 27 se trouvent dans un plan imaginaire désigné par P'-P'. Le levier pivote sur la structure fixe en un point 29 de sorte que la mise sous tension variable du câble 25 peut être effectuée par un vérin pneumatique 30 et un contrôleur de pression 31 semblable aux éléments ayant respectivement pour référence 14 et 16 en figure 1.

A la barre 20 est fixé un élément transversal 32 dont les extrémités comportent des guides ayant la forme de paires de rouleaux 33 et 34. Le câble 25 passe entre les rouleaux de chaque paire de sorte que le mouvement de pivotement de la barre de gouvernail se traduit par une déviation du câble sous l'effet des guides respectifs dans des directions opposées.

Dans chaque mode de réalisation, le câble 8, 25 peut être remplacé par tout autre élément flexible, par exemple, par une série de maillons sous forme de chaîne, ou même par une bande de matériau. Dans le mode de réalisation de la figure 1, le câble 8 peut être remplacé par des maillons jumelés comme on le discutera ultérieurement en liaison avec la figure 3.

Dans chaque mode de réalisation, des ressorts séparés ayant des taux de fléchissement relativement

5.

faibles peuvent être prévus pour représenter des effets d'éclatement.

En liaison maintenant avec la figure 3; une force de tension F est appliquée à une extrémité d'un élément flexible ABC (c'est-à-dire au câble 8 de la figure 1 ou au câble 25 de la figure 2) au moyen d'un appareil approprié de mise en tension (c'est-à-dire les articles 12, 14 et 16 de la figure 1 et les articles 28, 30 et 31 de la figure 2). L'élément peut comprendre et est commodément représenté par une paire de maillons tournant librement AB et BC, respectivement. L'analyse des forces montre que :

1. $T \cos \theta = F$ où T = tension du câble (ou du maillon)
F = force appliquée
 θ = angle de déviation
2. $f = 2T \sin \theta$ où f = force de commande d'entrée
3. $x = y \sin \theta$ où x = déformation d'entrée
y = longueur du maillon, c'est-à-dire demi-longueur du câble.

En combinant ces équations, on obtient :

4. Charge d'entrée $f = 2F \tan \theta$
5. Raideur d'entrée $f/x = \frac{2F}{y \cos \theta}$

Par conséquent, la raideur d'entrée de commande est directement proportionnelle à la force appliquée F.

Dans la mesure où l'angle est limité à environ 20°, on obtient un niveau acceptable pour la linéarité.

L'appareil décrit offre un moyen simple et économique qui permet de faire varier la raideur de commande dans des simulateurs de vol. Des tests ont montré qu'on pouvait obtenir un niveau satisfaisant de la linéarité en même temps qu'une inertie minimale et de très faibles valeurs de friction.

De plus, l'utilisation d'un élément soumis à une tension, comme cela a été décrit, peut présenter des applications dans l'essai des vérins hydrauliques, en

6.

particulier, des petits vérins rapides, où les charges appliquées en essai par un système hydraulique peuvent ne pas avoir une fréquence de réponse assez élevée.

La présente invention n'est pas limitée aux
5 exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1 - Appareil pour appliquer une force variable afin de s'opposer au déplacement d'un élément, caracté-
risé en ce qu'il comprend, en combinaison, une structure
5 fixe (2), un élément allongé (8, 25) soumis à une tension
qui est porté par la structure fixe et comporte des parties
extrêmes (9, 11; 26, 27) espacées et une zone inter-
médiaire entre ses extrémités, la zone intermédiaire
étant capable de s'écarter d'un plan (P, P; P', P')
10 comportant les deux parties extrêmes, un moyen pour
fournir une tension variable à l'intérieur de l'élément
en sollicitant les parties extrêmes pour les écarter d'une
manière relative, et un moyen d'engagement mobile par
rapport à la structure fixe en réponse au déplacement de
15 l'élément et venant en contact avec l'élément entre ses
parties extrêmes afin d'effectuer son écartement par rap-
port au plan.

2 - Appareil selon la revendication 1, où le
moyen fournissant la tension variable comprend un bras de
20 levier (12, 28) qui pivote sur la structure fixe, une
partie extrême de l'élément soumis à une tension étant
portée par le bras de levier et l'autre partie extrême
par la structure fixe, et un moyen de mise sous tension
sollicitant le bras de levier de façon qu'il y ait appli-
25 cation d'une tension à l'intérieur de l'élément.

3 - Appareil selon la revendication 2, où le
moyen de mise sous tension comprend un vérin pneumatique
(14) du type à membrane à faible friction qui est porté
par la structure fixe.

30 4 - Appareil selon l'une quelconque des reven-
dications précédentes, où l'élément sous tension (8,25)
est du type flexible.

5 - Appareil selon l'une quelconque des reven-
dications précédentes, où l'élément mobile comprend une
35 colonne de commande (1) pivotant sur la structure fixe

8.

autour d'un axe (3) situé parallèlement au plan comportant les deux parties extrêmes (9,11) de l'élément mis sous tension (8) et le moyen d'engagement comprend une tige de poussée-traction (6) située généralement perpendiculairement à ce plan et s'étendant entre la colonne de commande et l'élément mis sous tension:

6 - Appareil selon la revendication 4, où l'élément mobile comprend une barre de commande (20) pivotant sur la structure fixe autour d'un axe (21) situé dans le plan comprenant les deux parties extrêmes (27, 26) de l'élément mis sous tension et le moyen d'engagement comprend un moyen de guidage (33, 34) pour l'élément mis sous tension qui est disposé à distance de l'axe porté par la barre de commande.

7 - Appareil selon la revendication 6, où le moyen de guidage comprend deux paires de rouleaux (33, 34), l'élément sous tension s'étendant entre les rouleaux de chaque paire.

8 - Appareil selon la revendication 6 ou la revendication 7, où la structure fixe comprend un moyen de rails (24) s'étendant parallèlement au plan sur lequel la barre de commande peut coulisser à des fins de réglage, l'élément sous-tension glissant lui-même à la hauteur du moyen de guidage pendant le réglage.

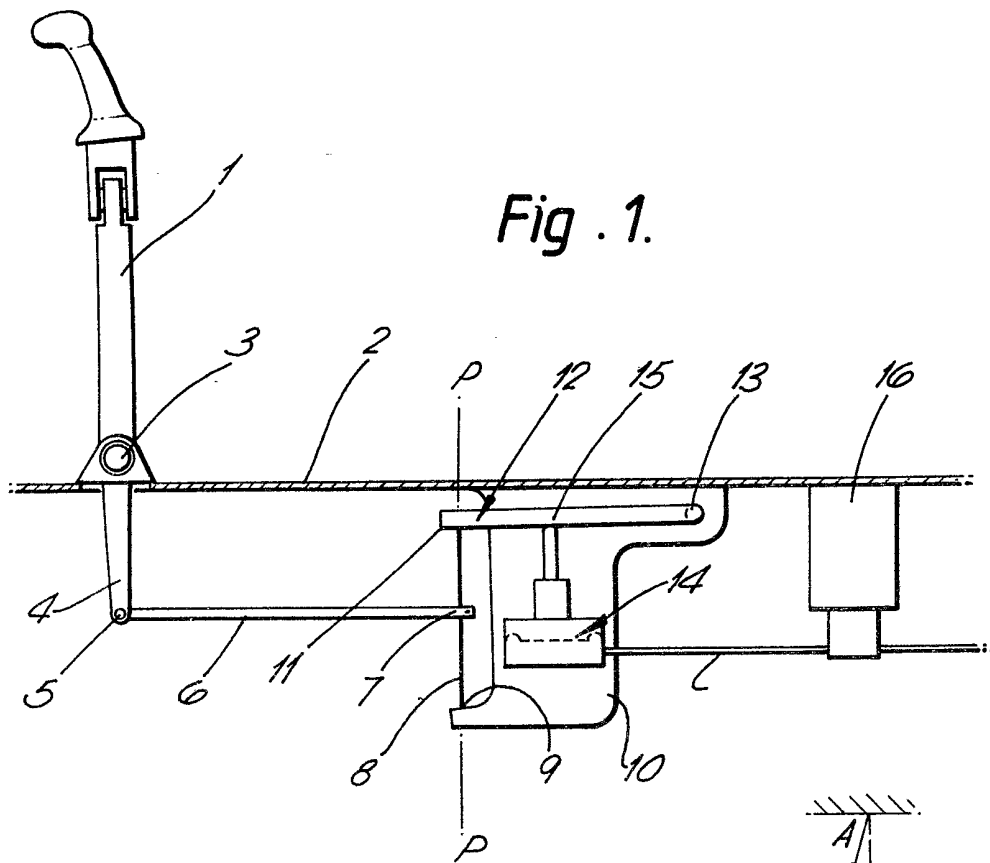


Fig. 3.

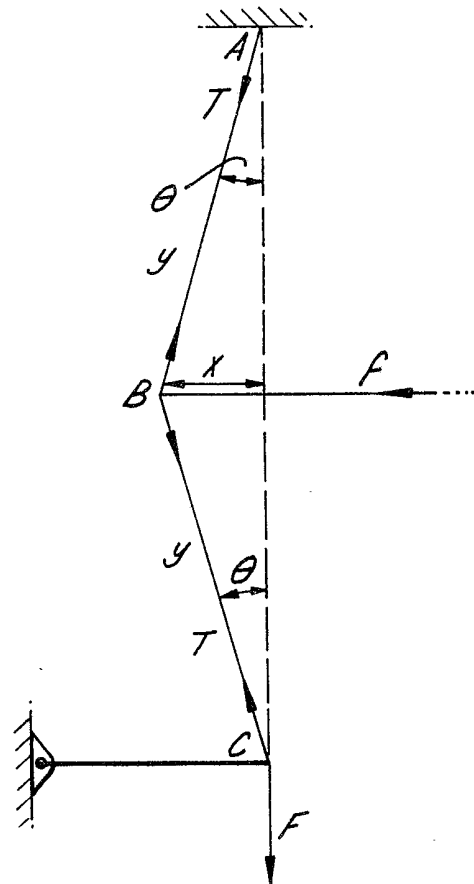


Fig. 2.

