

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 949 219

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

09 04021

51 Int Cl⁸ : B 64 C 13/24 (2006.01), B 63 H 25/14

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.08.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.02.11 Bulletin 11/08.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : *RAIER FIGEAC Société par actions simplifiée* — FR.

72 Inventeur(s) : ANTRAYGUE CEDRIC.

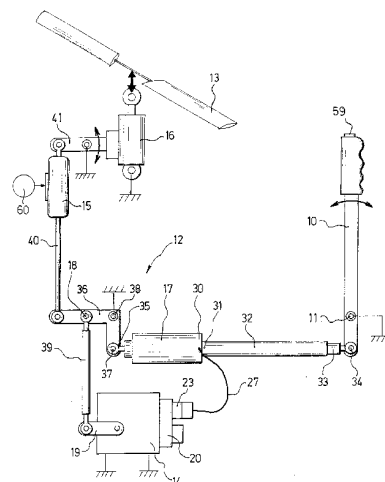
73 Titulaire(s) : *RAIER FIGEAC Société par actions simplifiée*.

74 Mandataire(s) : CABINET BARRE LAFORGUE & ASSOCIES.

54 DISPOSITIF DE PILOTAGE D'UN VEHICULE ET PROCEDE D'ASSISTANCE MOTORISEE ET DE CONTROLE D'UN TEL DISPOSITIF DE PILOTAGE.

57 L'invention concerne dispositif de pilotage comprenant un organe de pilotage (10) relié à au moins un organe de conduite (13), au moins un capteur d'efforts (17) mesurant les efforts impartis par ledit organe de pilotage (10) dans la chaîne cinématique (12), un circuit logique (23) adapté pour élaborer un signal de référence de vitesse selon une fonction prédéterminée desdits signaux d'efforts, et un circuit de commande en vitesse d'au moins un actionneur parallèle (14).

Elle s'étend à un procédé d'assistance motorisé et de contrôle d'un tel dispositif et à un aéronef comprenant un tel dispositif.



FR 2 949 219 - A1



DISPOSITIF DE PILOTAGE D'UN VÉHICULE ET PROCÉDÉ D'ASSISTANCE MOTORISÉE ET DE CONTRÔLE D'UN TEL DISPOSITIF DE PILOTAGE

L'invention concerne un dispositif de pilotage d'un véhicule -notamment un véhicule comprenant au moins une gouverne aérodynamique ou hydrodynamique tel qu'un aéronef ou un navire-. Elle s'étend à un procédé d'assistance motorisée et de contrôle d'un tel dispositif de pilotage d'un véhicule mis en œuvre dans un dispositif de pilotage selon l'invention.

Dans tout le texte, le terme « pilotage » et ses dérivés désignent, sauf indication contraire, la conduite d'un véhicule par un pilote humain manoeuvrant au moins un organe de pilotage tel qu'un manche, une manette, un palonnier, une pédale...

Le terme « bielle » désigne de façon générale tout dispositif capable de transmettre des efforts dans les deux sens (traction et compression) selon une direction (direction longitudinale) passant par deux points. Il peut s'agir par exemple d'une tige rigide unique s'étendant entre lesdits deux points, ou d'une pluralité de tiges parallèles, ou d'une pluralité de câbles tendus associés à des renvois appropriés, ou de toute autre structure apte à remplir cette fonction.

Les termes « aval » et « amont » sont utilisés en référence au sens de la chaîne cinématique allant de l'organe de pilotage vers un organe de conduite ; les termes « proximal » et « distal » désignent respectivement des extrémités ou portions proches de l'organe de pilotage et/ou orientées vers ce dernier, et des extrémités ou portions proches d'un organe de conduite et/ou orientées vers ce dernier.

De façon traditionnelle, un dispositif de pilotage d'un véhicule comprend au moins un organe de pilotage relié, au moins partiellement par une chaîne cinématique, à au moins un organe de conduite -notamment une gouverne du véhicule, et au moins un actionneur motorisé, dit actionneur parallèle, présentant un organe menant accouplé en parallèle dans la chaîne cinématique de façon à permettre un pilotage automatique et/ou à simuler un comportement dynamique spécifique de l'organe de pilotage pour créer un rappel au neutre et des sensations

appropriées (notamment sensations d'effort musculaire) permettant ou facilitant le pilotage par un pilote humain.

Les dispositifs de pilotage traditionnels dits à commandes mécaniques comprennent une chaîne cinématique reliant intégralement
5 mécaniquement les organes de conduite aux organes de pilotage. Typiquement, la chaîne cinématique comporte une timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s), permettant la transmission des commandes de déplacements et des efforts mécaniquement (avec éventuellement amplification) entre l'organe de pilotage et chaque organe de conduite. De tels dispositifs de pilotage à commandes
10 intégralement mécaniques restent largement utilisés dans de nombreux véhicules terrestres, aériens (avions de petites dimensions, hélicoptères...) ou aquatiques (navires flottants ou sous-marins).

Des dispositifs de pilotage dits à commandes de vol électriques, dans lesquels les organes de conduite ne sont pas entièrement
15 mécaniquement reliés par une chaîne cinématique aux organes de pilotage ont été développés pour le pilotage de certains aéronefs. Cela étant, certains dispositifs de pilotage à commandes de vol électriques présentent une chaîne cinématique partielle, par exemple entre des organes de pilotage et un ensemble de capteurs de position reliés à des calculateurs de commandes de vol générant des signaux de
20 commande pour une servo commande à entrée électrique actionnant un ou plusieurs organes de conduite.

L'invention concerne un dispositif de pilotage comprenant une chaîne cinématique reliée à un organe de pilotage, et à un dispositif d'entraînement d'au moins un organe de conduite du véhicule, et pouvant être aussi bien du type à
25 commandes mécaniques, ou du type à commandes électriques, selon la nature dudit dispositif d'entraînement.

Dans certaines situations, par exemple pour la commande de vol en lacet (en général du type intégralement mécanique) d'un hélicoptère, la chaîne cinématique doit incorporer un dispositif de friction (c'est-à-dire procurant
30 un frottement statique au moins pour certaines positions de l'organe de pilotage).

Par exemple EP 0478430 prévoit un dispositif de friction formé d'un frein magnétique à hystérésis en sortie du réducteur irréversible d'un actionneur parallèle. Un tel dispositif de pilotage incorpore nécessairement un grand nombre de réducteurs induisant des jeux et des risques de grippage. En outre, le niveau de friction induit n'est pas facilement ajustable. Également, la détection d'une reprise en main de l'organe de pilotage nécessite des micros contacts qui présentent également des jeux et sont peu fiables.

EP 0713443 décrit aussi un procédé de simulation d'efforts de frottement appliqués en fonction de la position mesurée de l'organe de pilotage. Dans un tel procédé, la sensation de frottement n'est générée qu'à partir du moment où l'organe de pilotage est en mouvement. Il n'y a donc pas génération de frottement statique. En outre, ce procédé ne permet pas de compenser les frottements statiques ou dynamiques intrinsèques à la chaîne cinématique (notamment timonerie) dont la valeur peut varier dans le temps et en fonction de la température. De surcroît, la mise en œuvre de ce procédé nécessite l'incorporation d'autres éléments dans la chaîne cinématique pour assurer la commande de l'organe de conduite à partir d'un pilote automatique.

Les dispositifs de pilotage connus à chaîne cinématique - notamment à commandes mécaniques- nécessitent par ailleurs, outre un actionneur parallèle (dit aussi actionneur ou vérin de trim) : un amortisseur en général monté en parallèle à l'organe de pilotage pour amortir les mouvements brusques du pilote ; un vérin hydraulique monté en série à l'aval de l'actionneur parallèle pour compenser les frottements de la timonerie et former appui pour les éléments de la chaîne cinématique situés à l'aval de ce vérin vers l'organe de conduite (et donc assurant l'irréversibilité des efforts et des mouvements induits par le pilote automatique, ces derniers n'étant pas répercutés vers l'organe de pilotage) ; un actionneur motorisé, monté en série, de type électrique ou électromécanique, permettant d'injecter dans la chaîne cinématique des commandes de faibles amplitudes et de grandes fréquences à partir du pilote automatique ; et une servo commande hydraulique à entrée mécanique dont la sortie est reliée mécaniquement

à l'organe de conduite pour en contrôler la position. Tous ces éléments sont lourds, encombrants, sources de défauts et d'usures, ne sont pas réglables et nécessitent des alimentations électriques et hydrauliques en divers endroits de la chaîne cinématique.

5 L'invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un dispositif de pilotage à chaîne cinématique reliée à l'organe de pilotage et qui permette :

- de compenser les frottements de la chaîne cinématique (notamment de la timonerie),
- 10 – de simuler une friction (frottement statique),
- l'injection de commandes d'un pilote automatique de façon irréversible, c'est-à-dire sans induire des déplacements de l'organe de pilotage au moins lorsque ce dernier n'est pas manipulé par le pilote humain,
- l'injection de commandes d'un pilote automatique de
- 15 façon réversible, c'est-à-dire induisant des déplacements de l'organe de pilotage,
- des ajustements et des réglages, de façon simple et y compris après montage sur le véhicule,
- et qui de surcroît est moins encombrant, plus simple, plus léger, plus fiable que les dispositifs connus.

20 L'invention vise également à proposer un tel dispositif de pilotage qui de surcroît puisse présenter une grande précision, une grande sensibilité, et soit compatible avec son utilisation à bord de toutes sortes de véhicules, y compris les aéronefs tels que les hélicoptères, par exemple pour la commande en lacet.

25 L'invention vise également à proposer un procédé d'assistance motorisée et de contrôle d'un tel dispositif de pilotage et qui présente les mêmes avantages.

Pour ce faire, l'invention concerne un dispositif de pilotage d'un véhicule comprenant :

– une chaîne cinématique reliée à un organe de pilotage, et à un dispositif d'entraînement (du type à entrées mécaniques, ou à capteurs de position et entrées électriques) d'au moins un organe de conduite du véhicule,

– au moins un actionneur motorisé, dit actionneur
5 parallèle, présentant un organe menant accouplé dans la chaîne cinématique en parallèle à l'organe de pilotage,
caractérisé en ce qu'il comprend :

– au moins un capteur d'efforts adapté pour mesurer les efforts impartis par ledit organe de pilotage dans la chaîne cinématique,

10 – un circuit logique relié audit capteur d'efforts de façon à recevoir des signaux d'efforts délivrés par ce dernier, et adapté pour élaborer un signal, dit signal de référence de vitesse, selon une fonction prédéterminée de la valeur desdits signaux d'efforts,

– un circuit, dit circuit de commande en vitesse, recevant
15 le signal de référence de vitesse et modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle susmentionné en fonction dudit signal de référence de vitesse.

La commande en vitesse du circuit de commande en vitesse peut être du type en boucle ouverte notamment si le niveau de frottement dans la chaîne cinématique est suffisant. Néanmoins, de préférence, avantageusement et
20 selon l'invention, ledit circuit de commande en vitesse comprend une boucle d'asservissement en vitesse (commande en boucle fermée) recevant le signal de référence de vitesse et modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle, cette boucle d'asservissement étant adaptée pour asservir la vitesse de l'organe menant de ce dernier à partir dudit signal de référence de vitesse.

25 Il s'est avéré en effet de façon inattendue que la combinaison d'une mesure d'efforts et d'une commande en vitesse -notamment d'un asservissement en vitesse- d'un actionneur parallèle permet en réalité de simplifier considérablement le dispositif et de réaliser un grand nombre de fonctionnalités en réduisant le nombre d'organes nécessaires à cet effet. En particulier, l'invention
30 permet de supprimer l'utilisation de tout amortisseur au niveau de l'organe de

pilotage, et de tout actionneur hydraulique série pour compenser les frottements de la chaîne cinématique. En outre, le dispositif selon l'invention peut faire l'objet de nombreux ajustements et réglages, est exempt de jeux, présente une grande sensibilité et une grande précision, est compatible avec son association à un pilote automatique, et peut présenter une grande durée de vie qui peut être aisément estimée et certifiée.

La mesure des efforts peut être obtenue par un ou plusieurs capteur(s) d'efforts associé(s) de toute façon appropriée à la chaîne cinématique. En particulier, avantageusement et selon l'invention, ledit capteur d'efforts est interposé en série dans la chaîne cinématique. Il peut s'agir par exemple d'une simple jauge de contraintes. Plus particulièrement avantageusement et selon l'invention ledit capteur d'efforts comprend une extrémité, dite extrémité proximale, reliée directement par une timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) à un point d'actionnement dudit organe de pilotage, et une extrémité, dite extrémité distale, reliée directement par une timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) à un point d'accouplement de l'organe menant de l'actionneur parallèle, ce capteur d'efforts étant interposé dans la chaîne cinématique entre le point d'actionnement dudit organe de pilotage et le point d'accouplement de l'organe menant de l'actionneur parallèle.

Par ailleurs, dans un dispositif selon l'invention du type à commandes mécaniques, la chaîne cinématique relie intégralement ledit organe de pilotage à au moins un organe de conduite, et est adaptée pour transmettre intégralement mécaniquement les commandes de déplacement et les efforts depuis l'organe de pilotage sur chaque organe de conduite. Avantageusement et selon l'invention, le point d'accouplement de l'organe menant dudit actionneur parallèle est disposé dans la chaîne cinématique de façon à recevoir les efforts de réaction de chaque organe de conduite relié audit organe de pilotage et de tout élément de la chaîne cinématique interposé en série entre cet organe menant et un tel organe de conduite. Ainsi, l'actionneur parallèle peut supporter ces efforts de réaction et, étant commandé -notamment asservi- en vitesse, empêche la retransmission à l'organe de

pilotage des efforts de réaction, notamment ceux induits par des actionneurs intégrés dans la chaîne cinématique à l'aval du point d'accouplement de l'actionneur parallèle.

En outre, avantageusement et selon l'invention, ladite chaîne cinématique est adaptée pour transmettre mécaniquement les commandes de déplacement et les efforts depuis l'organe de pilotage sur chaque organe de conduite. Cette transmission mécanique peut ou non incorporer des moyens d'amplification des déplacements et/ou des efforts.

En particulier, avantageusement et selon l'invention, ladite chaîne cinématique est constituée, entre le point d'accouplement de l'organe menant dudit actionneur parallèle et chaque organe de conduite, successivement d'un actionneur motorisé monté en série et d'une servo commande hydraulique à entrée mécanique, et de tout mécanisme à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) approprié permettant la liaison mécanique et la transmission d'efforts entre ces différents organes. De préférence, la chaîne cinématique d'un dispositif selon l'invention est exempte de tout autre élément actif. En particulier, ledit actionneur série peut être un actionneur électrique ou électromécanique permettant d'injecter des commandes de faibles amplitudes -notamment de l'ordre de 10% de l'amplitude de variation totale de l'organe de conduite (commande de vol)- et de grandes fréquences -notamment de l'ordre de 5 à 10 Hz- dans la chaîne cinématique à partir d'un pilote automatique. La chaîne cinématique d'un dispositif de pilotage selon l'invention peut ainsi être exempte d'actionneur hydraulique série et de dispositif spécifique d'amortissement de l'organe de pilotage.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, ledit circuit logique est adapté pour fournir un signal de référence de vitesse correspondant à une vitesse nulle lorsque la valeur absolue des signaux d'efforts est inférieure à une valeur seuil, dite seuil de friction, de façon à simuler la présence d'efforts de friction dans la chaîne cinématique. En conséquence, tant qu'aucun effort n'est imparti sur l'organe de pilotage ou qu'un effort inférieur au seuil de friction est imparti sur l'organe de pilotage, l'organe menant de l'actionneur parallèle bloque tout

mouvement de la chaîne cinématique, donc de chaque organe de conduite correspondant. Il en résulte donc la génération d'une sensation de friction dans l'organe de pilotage pour un pilote humain agissant sur ce dernier.

5 Ainsi, dans un dispositif selon l'invention, l'intégralité de la friction dans la chaîne cinématique est générée par l'actionneur parallèle, et la valeur du seuil de friction étant prédéterminée et comparée aux efforts mesurés par le capteur d'efforts, les variations éventuelles de la friction dans la timonerie et, plus généralement, dans l'ensemble de la chaîne cinématique, sont pris en compte automatiquement.

10 En outre, le dispositif selon l'invention est exempt de tout autre élément actif pour compenser les frottements et/ou créer une irréversibilité des efforts et des mouvements, et en particulier ne comporte pas de vérin hydraulique série. Ainsi, la chaîne cinématique est exempte d'actionneur hydraulique autre que la servo commande associée à chaque organe de conduite, et tous les organes de la chaîne cinématique situés entre l'organe de pilotage et la servo commande hydraulique reliée à chaque organe de conduite sont exclusivement des organes mécaniques de timonerie et des actionneurs électriques ou électromécaniques.

15 Également, ce blocage de la chaîne cinématique impartit par l'actionneur parallèle lorsque les efforts mesurés sont inférieurs au seuil de friction autorise l'injection, à l'aval du point d'accouplement de l'organe menant de l'actionneur parallèle, de commandes du pilote automatique via l'actionneur série dont les mouvements sont intégralement répercutés à l'organe de conduite via la servo commande hydraulique, et non à l'organe de pilotage qui reste alors immobile, bloqué par l'actionneur parallèle dont l'organe menant est maintenu à vitesse nulle.

25 Également, avantageusement et selon l'invention, ledit circuit logique est adapté pour fournir un signal de référence de vitesse dont la valeur, lorsqu'elle correspond à une vitesse non nulle, est une fonction croissante des signaux d'efforts, de façon à simuler une fonction d'amortissement prédéterminée dans la chaîne cinématique. Il est à noter que l'invention permet d'utiliser une fonction d'amortissement quelconque, et même qui peut varier selon des conditions

30

prédéterminées. Cette fonction d'amortissement peut consister par exemple en un amortissement linéaire, ou au contraire en un amortissement dégressif, par exemple de type parabolique ou autre. Le circuit logique peut être adapté pour mémoriser une pluralité de fonctions d'amortissement prédéterminées et le dispositif selon
5 l'invention peut incorporer des moyens permettant (au pilote humain selon ses préférences ou à un mécanicien selon les caractéristiques du véhicule, avant utilisation) de le configurer pour choisir une fonction d'amortissement parmi cette pluralité. Le circuit logique peut également être adapté pour choisir lui-même automatiquement une fonction d'amortissement prédéterminée parmi ladite pluralité
10 en fonction de conditions de fonctionnement prédéterminées.

En outre, avantageusement, dans un dispositif selon l'invention, l'amortissement dans la chaîne cinématique peut être intégralement généré par l'actionneur parallèle (c'est-à-dire par la fonction d'amortissement appliquée par le circuit logique de ce dernier). Ainsi, un dispositif selon l'invention
15 peut être exempt de tout autre élément amortisseur, et en particulier ne comporte pas d'amortisseur associé à l'organe de pilotage, ce dernier étant relié uniquement au capteur d'efforts. En outre, dans un dispositif selon l'invention, l'amortissement est stable en température et indépendant du reste de la chaîne cinématique, ce qui représente un autre avantage par rapport aux dispositifs antérieurs.

Par ailleurs, avantageusement et selon l'invention, ledit organe de pilotage est doté d'au moins un organe de définition de la position neutre. Il peut s'agir d'un simple bouton permettant de désactiver le seuil de friction du circuit
20 logique. Le pilote humain peut donc déplacer l'organe de pilotage jusqu'à une position qu'il considère comme devant être la position neutre à partir de laquelle lorsqu'il relâche le bouton, le circuit logique réactive le seuil de friction. Le
25 dispositif selon l'invention permet donc un réglage de trim.

En outre, avantageusement et selon l'invention, la boucle d'asservissement comprend une entrée recevant un signal de consigne de vitesse et est adaptée pour cumuler ce signal de consigne de vitesse avec le signal de
30 référence de vitesse. Un tel signal de consigne de vitesse est par exemple fourni par

un pilote automatique. La boucle d'asservissement commande alors l'alimentation de l'actionneur parallèle en fonction de la somme du signal de consigne de vitesse et du signal de référence de vitesse diminuée d'une valeur de la vitesse mesurée de l'organe menant de l'actionneur parallèle.

5 Dans une application particulièrement avantageuse de l'invention, le véhicule étant un aéronef, l'organe de pilotage est relié par la chaîne cinématique à une gouverne de l'aéronef.

L'invention s'étend également un procédé d'assistance motorisée et de contrôle mis en œuvre dans un dispositif de pilotage selon
10 l'invention. L'invention concerne donc également un procédé d'assistance motorisée et de contrôle d'un dispositif de pilotage d'un véhicule comprenant :

- une chaîne cinématique reliée à un organe de pilotage, et à un dispositif d'entraînement d'au moins un organe de conduite du véhicule,
- au moins un actionneur motorisé, dit actionneur
15 parallèle, présentant un organe menant accouplé dans la chaîne cinématique en parallèle à l'organe de pilotage, caractérisé en ce que :
 - on mesure les efforts impartis par ledit organe de pilotage dans la chaîne cinématique,
 - un signal, dit signal de référence de vitesse, est élaboré
20 selon une fonction prédéterminée desdits efforts mesurés,
 - au moins un actionneur parallèle susmentionné est alimenté selon une commande en vitesse à partir dudit signal de référence de vitesse, en modulant l'alimentation dudit l'actionneur parallèle à partir dudit signal
25 de référence de vitesse.

Avantageusement et selon l'invention, ladite commande en vitesse est un asservissement en boucle fermée modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle susmentionné, cet asservissement étant adapté pour asservir la vitesse de l'organe menant de ce dernier à partir dudit signal de référence de

vitesse. En variante, rien n'empêche de prévoir que la commande en vitesse soit du type en boucle ouverte.

Avantageusement et selon l'invention, le signal de référence de vitesse est maintenu à une valeur correspondant à une vitesse nulle lorsque la valeur absolue des signaux d'efforts est inférieure à une valeur seuil, dite seuil de friction, de façon à simuler la présence d'efforts de friction dans la chaîne cinématique.

Par ailleurs avantageusement et selon l'invention, la valeur du signal de référence de vitesse, lorsqu'elle correspond à une vitesse non nulle, est élaborée selon une fonction croissante des signaux d'efforts, de façon à simuler une fonction d'amortissement prédéterminée dans la chaîne cinématique.

En outre, avantageusement et selon l'invention, le signal de référence de vitesse est cumulé avec un signal de consigne de vitesse.

Réciproquement, l'invention s'étend également à un dispositif de pilotage dans lequel un tel procédé d'assistance motorisée et de contrôle selon l'invention est mis en œuvre.

L'invention s'applique avantageusement en particulier à un aéronef tel qu'un hélicoptère. L'invention s'étend donc également à un aéronef comprenant au moins un organe de pilotage et au moins une gouverne reliée à cet organe de pilotage par une chaîne cinématique à transmission mécanique d'efforts, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif de pilotage selon l'invention pour la commande d'au moins une gouverne de cet aéronef. L'invention s'applique cependant également à d'autres types de véhicules, notamment les véhicules terrestres et les navires flottants ou sous-marins, par exemple pour la commande d'au moins une gouverne hydrodynamique de ces derniers.

L'invention concerne également un dispositif de pilotage d'un véhicule, un procédé d'assistance motorisée et de contrôle d'un dispositif de pilotage d'un véhicule, et un aéronef, caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres buts, caractéristiques, et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées données uniquement à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquelles :

- 5 – la figure 1 est un schéma général représentant un dispositif de pilotage selon l'invention,
- la figure 2 est un schéma fonctionnel d'un premier mode de réalisation d'un actionneur parallèle d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 3 est un schéma fonctionnel d'un deuxième mode de réalisation d'un actionneur parallèle d'un dispositif selon l'invention,
- 10 – la figure 4 est un graphe représentant une première fonction d'amortissement d'un procédé selon l'invention et pouvant être utilisée dans un actionneur parallèle d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 5 est un graphe représentant une deuxième fonction d'amortissement d'un procédé selon l'invention et pouvant être utilisée dans
15 un actionneur parallèle d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 6 est un schéma fonctionnel illustrant un module de détection d'un actionnement par un pilote humain de l'organe de pilotage d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 7 est un graphe représentant la caractéristique
20 utilisée par le module de détection de la figure 6.

La figure 1 représente un schéma général fonctionnel d'un dispositif selon l'invention. Sur cette figure, les différents éléments sont représentés uniquement de façon schématique pour illustrer fonctionnellement l'invention. En particulier le nombre, la nature, la forme et les dimensions des différents éléments
25 de la chaîne cinématique (notamment de la timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s)) ne sont pas réalistes, peuvent varier considérablement d'un véhicule à l'autre, et les échelles ne sont pas respectées.

Le dispositif de pilotage représenté sur la figure 1 selon l'invention comprend un organe de pilotage 10 qui est représenté à titre d'exemple
30 sous la forme d'un manche articulé autour d'un axe 11 de pivot horizontal (mais qui

pourrait prendre toute autre forme, par exemple plusieurs manches associés les uns aux autres (par exemple un manche de pilote et un manche de copilote) un ou plusieurs palonnier(s), une ou plusieurs pédale(s), une ou plusieurs tirette(s), un ou plusieurs volant(s)...). Cet organe de pilotage 10 est relié par une chaîne cinématique 12 à au moins un organe de conduite 13 qui, dans l'exemple représenté, est une gouverne aérodynamique d'aéronef (mais qui pourrait prendre toute autre forme, par exemple un variateur de pas d'une hélice, une gouverne hydrodynamique, une roue directrice...).

Il est à noter qu'un dispositif de pilotage selon l'invention s'applique aussi bien au cas d'un organe de pilotage 10 relié à un seul organe de conduite 13, qu'au cas d'un organe de pilotage 10 relié à une pluralité d'organes de conduite 13 (la chaîne cinématique 12 comprenant alors plusieurs branches). Par exemple, un même palonnier peut être relié simultanément d'une part à une gouverne de direction ou à un rotor arrière d'hélicoptère et à une roulette directionnelle avant.

La chaîne cinématique 12 est adaptée pour transmettre mécaniquement les commandes de déplacement et les efforts impartis par un pilote humain sur l'organe de pilotage 10, en les amplifiant éventuellement, à chaque organe de conduite 13 auquel cet organe de pilotage 10 est relié. Cette chaîne cinématique 12 se compose :

- d'une timonerie (à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s)) pouvant être réalisée de toute façon connue en soi,
- d'un ou plusieurs organes actifs (actionneur(s) motorisé(s) tel(s) que vérin(s), organe(s) de rappel...), dont, pour chaque organe de conduite 13, un actionneur parallèle 14 à moteur électrique, un actionneur série 15 à moteur électrique et une servo commande 16 hydraulique à entrée mécanique dont la sortie est reliée à l'organe de conduite 13 pour en imposer la position et en contrôler les déplacements,
- et d'un ou plusieurs organe(s) de mesure ou de contrôle, dont un capteur d'efforts 17 série.

Dans l'exemple représenté, la servo commande 16 hydraulique à entrée mécanique constitue un dispositif d'entraînement de l'organe de conduite 13, de sorte que le dispositif de pilotage est du type à commande intégralement mécanique. Rien n'empêche (en variante non représentée) de prévoir au contraire
5 que la servo commande 16 à entrée mécanique soit remplacée par un ensemble de capteurs de position associée à des calculateurs aptes à générer des signaux de commande d'une servo commande hydraulique à entrée électrique, c'est-à-dire que le dispositif de pilotage selon l'invention soit du type à commandes électriques.

L'actionneur parallèle 14 comprend un moteur électrique 20
10 dont l'arbre de sortie est accouplé à une transmission mécanique 21 faisant notamment office de réducteur, et un circuit 22 d'alimentation du moteur 20, ce circuit 22 d'alimentation comprenant un circuit logique 23 et une boucle 24 d'asservissement en vitesse du moteur 20.

La sortie de la transmission mécanique 21 présente un organe,
15 dit organe menant 19, entraîné par le moteur 20 et relié en parallèle à un point d'accouplement 18 dans la chaîne cinématique 12. L'actionneur parallèle 14 est adapté pour que l'organe menant 19 soit bloqué en position, immobile, lorsque le moteur 20 est commandé à vitesse nulle, c'est-à-dire est à l'arrêt. Pour ce faire, le moteur 20 est de préférence piloté en quatre quadrants (par un montage en pont
20 dans le cas d'un moteur à courant continu) de sorte que le moteur 20 est aussi bien capable de freiner que d'entraîner l'organe menant 19 et l'organe de pilotage 10 : si le moteur 20 est commandé à une vitesse nulle et si on applique un effort sur l'organe de pilotage 10, le moteur 20 va s'opposer à cet effort (par la boucle d'asservissement) pour maintenir la vitesse nulle. En variante non représentée, il
25 peut être prévu que la transmission mécanique entre l'organe menant 19 et l'organe de pilotage 10 soit adaptée pour être irréversible, le moteur 20 pouvant alors être commandé en deux quadrants.

Au moins un capteur 25, 26 est associé au moteur 20 et/ou à la
transmission 21 pour permettre la génération d'un signal, dit signal 42 de vitesse
30 mesurée, représentatif de la vitesse réelle $\omega_{\text{réel}}$ mesurée du moteur 20 et/ou de

l'organe menant 19. Il peut s'agir, notamment lorsque que le moteur 20 est un moteur synchrone à courant continu à aimants permanents sans balais, d'un ou plusieurs capteur(s) 25 de position détectant la position angulaire de l'arbre de sortie du moteur 20, et dont les signaux sont fournis, par l'intermédiaire d'un circuit 51 de mise en forme du signal, à un circuit dérivateur 53 permettant de générer un signal de vitesse mesurée. En variante, il s'agit d'un ou plusieurs capteur(s) 26 de vitesse associé(s) à l'arbre de sortie du moteur 20 et/ou à l'organe menant 19.

Il est à noter que l'actionneur parallèle 14 est particulièrement simple dans ses éléments constitutifs, et en particulier est exempt de frein, de ressort et d'amortisseur.

Le capteur d'efforts 17 est situé dans la portion de la chaîne cinématique 12 s'étendant entre l'organe de pilotage 10 et le point d'accouplement 18 de l'organe menant 19 de l'actionneur parallèle 14. Ce capteur d'efforts 17 peut être formé d'une bielle capteur d'efforts à jauges de contraintes, ou d'un capteur de force à corps déformable et capteur de position linéaire (LVDT), par exemple tel que commercialisé sous la référence FE337000 par la société RATIER-FIGEAC (Figeac, France).

Dans l'exemple représenté, le capteur d'efforts 17 présente une extrémité proximale 30 fixée à une extrémité distale 31 d'une biellette 32 dont l'extrémité proximale 33 est articulée à l'organe de pilotage 10 autour d'un axe 34 parallèle à l'axe de pivot 11 de ce dernier. Le capteur d'efforts 17 présente également une extrémité distale 35 articulée sur une équerre 36 de renvoi selon un axe de pivot 37 parallèle à l'axe de pivot 38 autour duquel l'équerre 36 est articulée par rapport à un bâti du véhicule. L'organe menant 19 de l'actionneur parallèle 14 est relié à l'équerre 36 par l'intermédiaire d'une biellette 39 articulée à une extrémité à l'organe menant 19 et, à son autre extrémité, à l'équerre 36 autour de l'axe de pivot 18 qui fait office de point d'accouplement 18 de l'organe menant 19 dans la chaîne cinématique. L'actionneur série 15 est également articulé, par son extrémité proximale et par l'intermédiaire d'une biellette 40, à l'équerre 36 de renvoi, et, par

son extrémité distale, à une biellette 41 de commande d'entrée de la servo commande 16.

Le câble de sortie 27 du capteur d'efforts 17 est connecté à l'entrée du circuit logique 23 de l'actionneur parallèle 14, de sorte que le signal 28 d'efforts fourni par ce capteur d'efforts 17 est délivré à l'entrée du circuit logique 23.

Le circuit logique 23 est adapté pour générer un signal 29 de référence de vitesse représentatif d'une vitesse de référence ω_{ref} du moteur 20 et/ou de l'organe menant 19, à partir du signal 28 d'efforts délivré par le capteur d'efforts 17, et ce selon une loi prédéterminée, qui peut être déterminée à la fabrication ou choisie parmi une pluralité de lois mémorisées dans une mémoire associée au circuit logique 23.

Les figures 4 et 5 sont des exemples de deux lois vitesse/efforts pouvant être mises en œuvre par le circuit logique 23. Cette loi passe par l'origine, de sorte que la vitesse de référence ω_{ref} correspondant au signal 29 est nulle si aucun effort n'est imparté sur l'organe de pilotage 10. En outre, elle présente un palier imposant également une vitesse de référence ω_{ref} nulle lorsque que les efforts impartis sur l'organe de pilotage 10 sont en valeur absolue inférieurs à une valeur seuil, dite seuil de friction F_f . Autrement dit, il faut que les efforts impartis par le pilote humain sur l'organe de pilotage 10, tels que mesurés par le capteur d'efforts 17, dépassent dans un sens ou dans un autre (en compression ou en traction) le seuil de friction F_f pour que le signal 29 de référence de vitesse soit non nul.

Lorsque le circuit logique 23 génère un signal 29 de référence de vitesse correspondant à une vitesse ω_{ref} nulle, le moteur électrique 20 de l'actionneur parallèle 14 est arrêté et, par exemple du fait de la commande (quatre quadrants) du moteur électrique 20 et/ou de la transmission 21 mécanique incorporant un réducteur, l'organe menant 19 est bloqué en position (vitesse nulle). Il en résulte que l'équerre 36 est immobilisée et, d'une part, que les efforts de réaction en provenance de l'organe de conduite 13 et/ou de tous les éléments actifs présents dans la chaîne cinématique à l'aval du point d'accouplement 18, ne sont pas

retransmis vers l'organe de pilotage 10 et, d'autre part, que les commandes adressées à l'actionneur série 15 par le pilote automatique 60 ont pour effet d'entraîner uniquement la biellette 41 d'entrée de la servo commande 16, et donc l'organe de conduite 13, sans déplacer les organes de la chaîne cinématique situés à l'amont. Ainsi, l'actionneur parallèle 14 a pour effet d'assurer une irréversibilité des commandes de pilotage.

Par ailleurs, la loi vitesse/efforts utilisée par le circuit logique 23 est également adaptée pour générer une caractéristique d'amortissement lorsque le seuil de friction est dépassé et que donc l'organe de pilotage 10 est entraîné en mouvement. Selon cette caractéristique d'amortissement, la valeur de la vitesse de référence ω_{ref} du signal 29 de référence de vitesse est une fonction croissante des efforts mesurés par le capteur d'efforts 17. Autrement dit, il faut augmenter la valeur de l'effort imparti sur l'organe de pilotage 10 pour augmenter la valeur ω_{ref} du signal 29 de référence de vitesse, et donc celle de la vitesse avec laquelle l'organe de conduite 13 est entraîné en déplacement.

Dans l'exemple représenté figure 4, cette caractéristique d'amortissement est linéaire. Dans l'exemple de la figure 5, la caractéristique d'amortissement est dégressive, par exemple parabolique, le degré d'augmentation de la valeur absolue de la vitesse de référence ω_{ref} en fonction d'un taux prédéterminé d'augmentation en valeur absolue des efforts mesurés par le capteur d'efforts 17 impartis sur l'organe de pilotage 10 diminuant lorsque la valeur absolue des efforts mesurés augmente. D'autres exemples sont possibles et peuvent être utilisés, ou mémorisés pour pouvoir être utilisés selon une configuration donnée par un mécanicien ou un pilote.

La boucle 24 d'asservissement en vitesse du circuit 22 d'alimentation reçoit le signal 29 de référence de vitesse délivré par le circuit logique 23. Cette boucle 24 d'asservissement en vitesse comprend un circuit 45 additionneur algébrique qui reçoit le signal 29 de référence de vitesse, un signal 44 de consigne de vitesse, représentatif d'une vitesse de consigne ω_{cons} , éventuellement délivré par un pilote automatique 60 pour injecter des commandes

de grandes amplitudes -notamment supérieures à 10% de l'amplitude de variation totale de l'organe de conduite (commande de vol)- et faibles fréquences -notamment inférieures à 5Hz- dans la chaîne cinématique, et le signal 42 de vitesse mesurée. Bien sûr, les différentes vitesses considérées sont celles d'un même organe mobile de l'actionneur parallèle 14, à savoir de préférence soit la vitesse de rotation de l'arbre de sortie du moteur 20, soit celle de l'organe menant 19. Le circuit 45 additionneur algébrique délivre en sortie un signal 46 de correction de vitesse dont la valeur ω_{cor} est donnée par :

$$\omega_{cor} = \omega_{ref} + \omega_{cons} - \omega_{réel}$$

Le signal 44 de consigne de vitesse est élaboré par le pilote automatique 60, par exemple de la façon suivante: un calculateur de pilote automatique réalise un asservissement de position de l'organe de pilotage ; cet asservissement est du type cascade position/vitesse (une boucle sur la vitesse à l'intérieur d'une boucle de position : la boucle de position étant dans le calculateur de pilote automatique (qui dispose de l'information de position absolue de l'organe de pilotage par des signaux délivrés par des capteurs de positions) et la boucle de vitesse étant dans l'actionneur parallèle). La consigne de vitesse reçue par l'actionneur parallèle est la sortie du régulateur de position du calculateur de pilote automatique.

Le signal 46 de correction de vitesse est fourni à un circuit 47 régulateur de vitesse, qui peut être choisi notamment parmi un régulateur PI (proportionnel intégral), un régulateur PID (proportionnel intégral dérivé), un régulateur RST, ou un régulateur polynomial ou autre. Le circuit 47 régulateur de vitesse fournit un signal de commande pour un circuit 48 logique de commande de l'alimentation du moteur 20, et ce circuit 48 logique de commande fournit des signaux de commande à un circuit 49 de puissance fournissant les courants d'alimentation électrique du moteur 20. Dans le mode de réalisation préférentiel de la figure 2 dans lequel le moteur 20 est un moteur synchrone à aimants permanents sans balais triphasé, ce circuit 49 de puissance est formé d'un onduleur triphasé, et le circuit 48 logique de commande a pour fonction de déterminer les signaux de

commutation électronique des différentes phases du moteur 20. Le circuit 49 de puissance est relié à une source 50 d'énergie électrique fournissant un courant continu, par exemple à 28 V.

Un tel moteur 20 incorpore en général par construction pour
5 permettre sa commande, au moins un capteur 25 de position (codeur incrémental rotatif ou capteur décomposeur dit « resolver ») de son rotor qui délivre un signal de position. Le signal délivré par le capteur 25 de position est fourni à la branche de rétroaction de la boucle 24 d'asservissement en vitesse, c'est-à-dire à un circuit 51 de conditionnement des signaux issus de ce capteur, ce circuit 51 fournissant un
10 signal 52 de position mesurée représentatif de la position angulaire instantanée θ du rotor du moteur 20. Ce signal 52 de position mesurée est fourni au circuit 48 logique de commande du moteur 20 et à un circuit 53 dérivateur calculant la vitesse angulaire correspondante dont la sortie est fournie à un amplificateur 54 fournissant le signal 42 de vitesse mesurée.

15 La variante représentée figure 3 diffère de la précédente par le fait que le moteur 20 est un moteur monophasé à courant continu et que le capteur 25 de position est remplacé par un capteur 26 de vitesse angulaire de l'arbre du moteur, fournissant un signal à un circuit 55 de conditionnement dont la sortie fournit par l'intermédiaire d'un amplificateur 54, le signal 42 de vitesse mesurée.

20 La boucle 24 d'asservissement permet ainsi de commander le moteur 20 en vitesse en fonction de la valeur ω_{ref} calculée par le circuit logique 23 selon les efforts mesurés par le capteur d'efforts 17, et permet également de recopier les commandes du pilote automatique 60, les commandes exercées par le pilote humain sur l'organe de pilotage 10 représentées par la valeur de la vitesse de
25 référence ω_{ref} s'ajoutant aux commandes du pilote automatique 60 représentées par la valeur de la vitesse de consigne ω_{cons} .

L'organe de pilotage 10 est par ailleurs doté d'au moins un bouton 59 permettant le réglage, par le pilote humain, de la position neutre de l'organe de pilotage 10, et donc de chaque organe de conduite 13 auquel il est relié.
30 Ce bouton 59 permet en particulier de commander une annulation du seuil de

Le dispositif de pilotage selon l'invention présente un faible nombre de pièces, est exempt de jeux perturbateurs, est particulièrement fiable, de grande longévité et peu coûteux.

Un tel dispositif de pilotage peut être appliqué notamment à
5 bord d'un aéronef pour la commande d'au moins une gouverne de ce dernier. Il peut
s'agir en particulier de la commande en lacet d'un hélicoptère, l'organe de pilotage
10 étant un palonnier et l'organe de conduite 13 étant le rotor arrière de
l'hélicoptère.

L'invention peut faire l'objet de nombreuses autres
10 applications et de diverses variantes par rapport aux modes de réalisation décrits ci-
dessus et représentés sur les figures. En particulier, la boucle 24 d'asservissement en
vitesse peut être remplacée par une commande en boucle ouverte modulant
l'alimentation de l'actionneur parallèle en fonction du signal de référence de vitesse
et de façon à ce que la vitesse de l'actionneur parallèle varie en fonction de ce signal
15 de référence de vitesse. Une telle commande en boucle ouverte peut être envisagée
notamment lorsque le niveau de frottements dans la timonerie est supérieur et de
l'ordre du frottement à asservir. En effet, dans cette situation, les frottements dans la
timonerie sont suffisants pour maintenir une vitesse nulle en l'absence de
commande.

REVENDICATIONS

- 1/ - Dispositif de pilotage d'un véhicule comprenant :
- une chaîne cinématique (12) reliée à un organe de pilotage (10), et à un dispositif (16) d'entraînement d'au moins un organe de conduite (13) du véhicule,
 - au moins un actionneur motorisé, dit actionneur parallèle, présentant un organe menant accouplé dans la chaîne cinématique (12) en parallèle à l'organe de pilotage (10), caractérisé en ce qu'il comprend :
 - au moins un capteur d'efforts (17) adapté pour mesurer les efforts impartis par ledit organe de pilotage (10) dans la chaîne cinématique (12),
 - un circuit logique (23) relié audit capteur d'efforts (17) de façon à recevoir des signaux d'efforts délivrés par ce dernier, et adapté pour élaborer un signal, dit signal (29) de référence de vitesse, selon une fonction prédéterminée de la valeur desdits signaux d'efforts,
 - un circuit, dit circuit (24) de commande en vitesse, recevant le signal (29) de référence de vitesse et modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle (14) susmentionné en fonction dudit signal (29) de référence de vitesse.
- 2/ - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit capteur d'efforts (17) est interposé en série dans la chaîne cinématique (12).
- 3/ - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit capteur d'efforts (17) comprend une extrémité, dite extrémité proximale (30), reliée directement par une timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) à un point d'actionnement dudit organe de pilotage (10), et une extrémité, dite extrémité distale (35), reliée directement par une timonerie à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) à un point d'accouplement (18) de l'organe menant (19) de l'actionneur parallèle (14), ce capteur d'efforts (17) étant interposé

dans la chaîne cinématique (12) entre le point d'actionnement dudit organe de pilotage (10) et le point d'accouplement (18) de l'organe menant (19) de l'actionneur parallèle (14).

4/ - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chaîne cinématique (12) relie intégralement ledit organe de pilotage (10) à au moins un organe de conduite (13), et est adaptée pour transmettre intégralement mécaniquement les commandes de déplacement et les efforts depuis l'organe de pilotage (10) sur chaque organe de conduite (13), et en ce que le point d'accouplement (18) de l'organe menant (19) dudit actionneur parallèle (14) est disposé dans la chaîne cinématique (12) de façon à recevoir les efforts de réaction de chaque organe de conduite (13) relié audit organe de pilotage (10) et de tout élément de la chaîne cinématique (12) interposé en série entre cet organe menant (19) et un tel organe de conduite (13).

5/ - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la chaîne cinématique (12) est constituée, entre le point d'accouplement (18) de l'organe menant (19) dudit actionneur parallèle (14) et chaque organe de conduite (13), successivement d'un actionneur (15) motorisé monté en série et d'une servo commande (16) hydraulique à entrée mécanique, et de tout mécanisme à bielle(s) et/ou articulation(s) et/ou glissière(s) approprié permettant la liaison mécanique et la transmission d'efforts entre ces différents organes.

6/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit (24) de commande en vitesse comprend une boucle d'asservissement (24) en vitesse recevant le signal (29) de référence de vitesse et modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle (14) susmentionné, cette boucle d'asservissement (24) étant adaptée pour asservir la vitesse de l'organe menant (19) de ce dernier à partir dudit signal (29) de référence de vitesse.

7/ - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que la boucle d'asservissement (24) comprend une entrée recevant un signal (44) de

consigne de vitesse et est adaptée pour cumuler ce signal (44) de consigne de vitesse avec le signal (29) de référence de vitesse.

8/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit circuit logique (23) est adapté pour fournir un signal (29) de référence de vitesse correspondant à une vitesse nulle lorsque la valeur absolue des signaux d'efforts est inférieure à une valeur seuil, dite seuil de friction, de façon à simuler la présence d'efforts de friction dans la chaîne cinématique (12).

9/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit circuit logique (23) est adapté pour fournir un signal (29) de référence de vitesse dont la valeur, lorsqu'elle correspond à une vitesse non nulle, est une fonction croissante des signaux d'efforts, de façon à simuler une fonction d'amortissement prédéterminée dans la chaîne cinématique (12).

10/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit organe de pilotage (10) est doté d'au moins un organe (59) de définition de la position neutre.

11/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le véhicule étant un aéronef, l'organe de pilotage (10) est relié par la chaîne cinématique (12) à une gouverne (13) de l'aéronef.

12/ - Procédé d'assistance motorisée et de contrôle d'un dispositif de pilotage d'un véhicule comprenant :

– une chaîne cinématique (12) reliée à un organe de pilotage (10), et à un dispositif (16) d'entraînement d'au moins un organe de conduite (13) du véhicule,

– au moins un actionneur motorisé, dit actionneur parallèle, présentant un organe menant accouplé dans la chaîne cinématique en parallèle à l'organe de pilotage, caractérisé en ce que :

– on mesure les efforts impartis par ledit organe de pilotage (10) dans la chaîne cinématique (12),

– un signal, dit signal (29) de référence de vitesse, est élaboré selon une fonction prédéterminée desdits efforts mesurés,

– au moins un actionneur parallèle (14) susmentionné est alimenté selon une commande en vitesse à partir dudit signal (29) de référence de vitesse, en modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle (14) susmentionné à partir dudit signal (29) de référence de vitesse.

13/ - Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite commande en vitesse est un asservissement en boucle fermée modulant l'alimentation d'au moins un actionneur parallèle (14) susmentionné, cet asservissement étant adapté pour asservir la vitesse de l'organe menant (19) de ce dernier à partir dudit signal (29) de référence de vitesse.

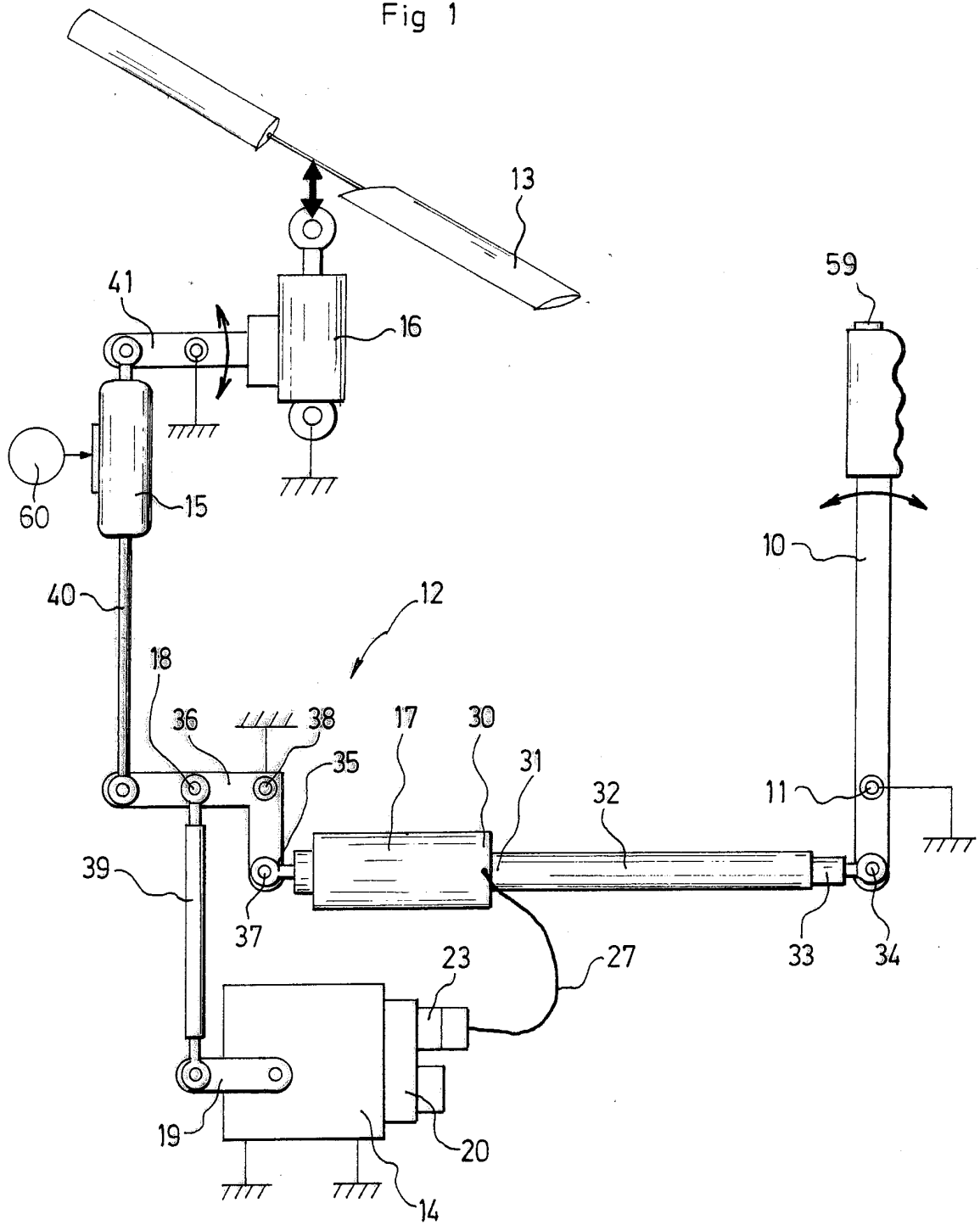
14/ - Procédé selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que le signal (29) de référence de vitesse est maintenu à une valeur correspondant à une vitesse nulle lorsque la valeur absolue des signaux d'efforts est inférieure à une valeur seuil, dite seuil de friction, de façon à simuler la présence d'efforts de friction dans la chaîne cinématique (12).

15/ - Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que la valeur du signal (29) de référence de vitesse, lorsqu'elle correspond à une vitesse non nulle, est élaborée selon une fonction croissante des signaux d'efforts, de façon à simuler une fonction d'amortissement prédéterminée dans la chaîne cinématique (12).

16/ - Aéronef comprenant au moins un organe de pilotage (10) et au moins une gouverne (13) reliée à cet organe de pilotage (10) par une chaîne cinématique (12) à transmission mécanique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif de pilotage selon l'une des revendications 1 à 11 pour la commande d'au moins une gouverne (13) de l'aéronef.

1/4

Fig 1



3/4

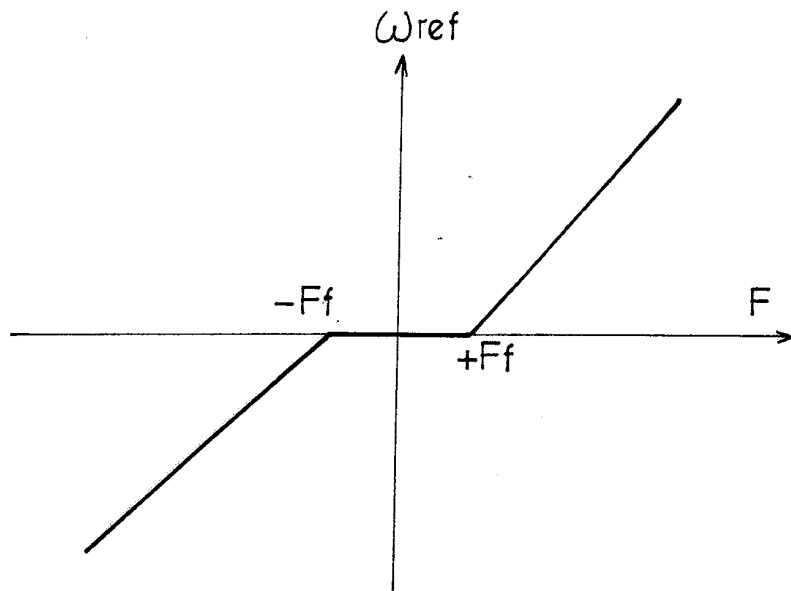


Fig 4

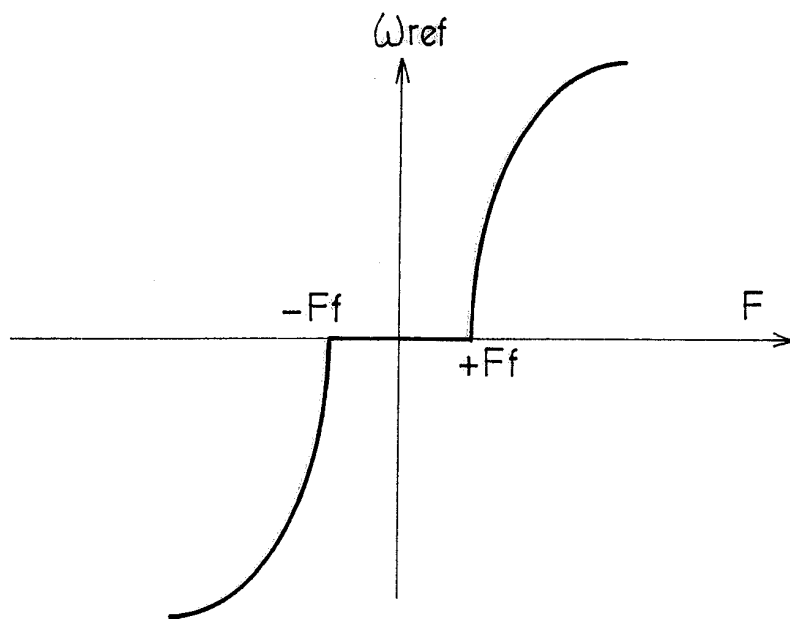
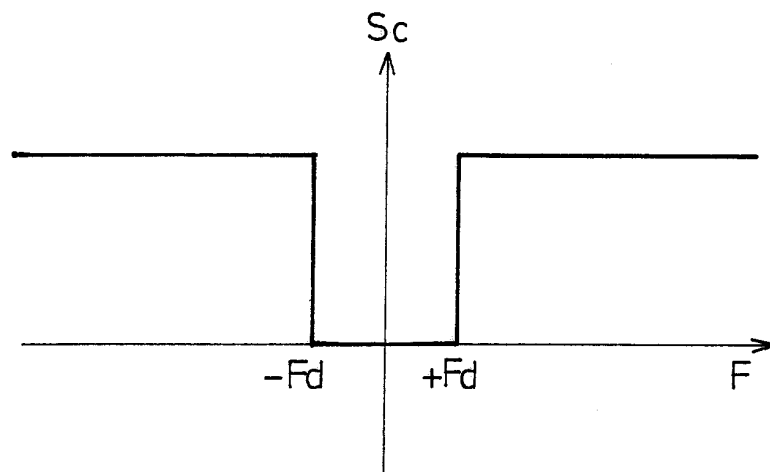
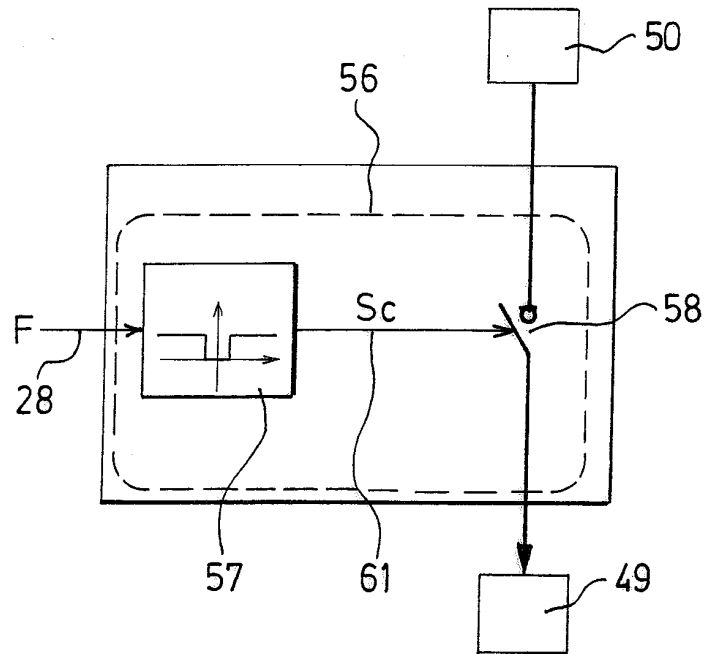


Fig 5

4/4





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 725656
FR 0904021

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 3 482 805 A (KNEMEYER SIEGFRIED) 9 décembre 1969 (1969-12-09) * colonne 2, ligne 41 - ligne 62 * * colonne 2, ligne 69 - colonne 3, ligne 9 * * colonne 5, ligne 57 - ligne 67; figure 1 * -----	1,12	B64C13/24 B63H25/14
A	US 2008/234881 A1 (CHEREPINSKY IGOR [US] ET AL) 25 septembre 2008 (2008-09-25) * alinéas [0037], [0042], [0043]; figures 2-4 *	1,12	
A	WO 93/23797 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 25 novembre 1993 (1993-11-25) * page 6, ligne 32 - page 7, ligne 11 * * page 17, ligne 5 - ligne 23; figures 1-3 *	1,12	
A	US 3 945 590 A (KENNEDY JR THOMAS W ET AL) 23 mars 1976 (1976-03-23) * colonne 2, ligne 14 - colonne 3, ligne 38; figure 1 * -----	1,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B64C B63H G05D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 mars 2010		Kaysan, Rainer	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0904021 FA 725656**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-03-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3482805	A	09-12-1969	AUCUN	

US 2008234881	A1	25-09-2008	EP 2134598 A2	23-12-2009
			WO 2008137217 A2	13-11-2008

WO 9323797	A1	25-11-1993	CA 2118025 A1	25-11-1993
			DE 69306386 D1	16-01-1997
			DE 69306386 T2	03-04-1997
			EP 0641464 A1	08-03-1995
			US 5310136 A	10-05-1994

US 3945590	A	23-03-1976	CA 1050138 A1	06-03-1979
			DE 2601827 A1	29-07-1976
			FR 2298822 A1	20-08-1976
			GB 1528939 A	18-10-1978
			JP 51087299 A	30-07-1976
			SE 7514191 A	26-07-1976
