



(51) Classification internationale des brevets :
B64G 1/28 (2006.01) *B64G 1/10* (2006.01)
B64G 1/38 (2006.01) *F02K 9/84* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/052287

(22) Date de dépôt international :
26 octobre 2010 (26.10.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0905292 5 novembre 2009 (05.11.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ASTRIUM SAS [FR/FR]; 6 Rue Laurent Pichat,
F-75016 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : CAYE, Paul
[FR/FR]; 7 Clos des Saules, F-95800 Courdimanche
(FR).

(74) Mandataires : BLOCH & BONNETAT et al.; 23bis rue
de Turin, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FLYING AIR- OR SPACECRAFT PROVIDED WITH A PROPULSION SYSTEM HAVING AN DIRECTABLE
JET NOZZLE

(54) Titre : ENGIN VOLANT, SPATIAL OU AÉRIEN, POURVU D'UN SYSTÈME PROPULSIF À TUYÈRE ORIENTABLE

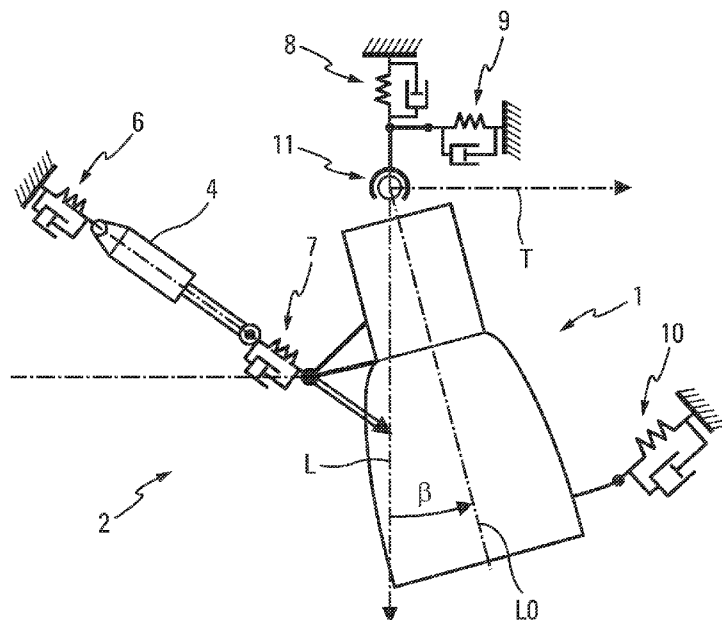


Fig. 1

(57) Abstract : The flying vehicle comprises a means (4) that is capable of moving the jet nozzle (1) in the absence of propulsion so as to generate inertial forces for stabilizing the vehicle.

(57) Abrégé : L'engin volant comporte des moyens (4) qui sont aptes à déplacer la tuyère (1), en l'absence de propulsion, pour engendrer des forces inertielles destinées à le stabiliser.

WO 2011/055061 A1



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

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

Engin volant, spatial ou aérien, pourvu d'un système propulsif à tuyère orientable.

La présente invention concerne un engin volant, qui est muni d'un système propulsif comprenant au moins un moteur pourvu d'une tuyère orientable.

Dans le cadre de la présente invention, ledit engin volant peut notamment être :

- un véhicule aérien tel qu'un avion ; ou
- un véhicule spatial tel qu'une fusée par exemple.

On sait que pour maintenir en vol un véhicule (spatial ou aérien) dans un état stabilisé, il convient :

- d'équilibrer le véhicule avec l'incidence et le dérapage souhaités ;
- dans le cas d'un véhicule instable, de le rendre stable à cette valeur d'incidence ou de dérapage ; et
- de rejeter les perturbations (en particulier éviter des mouvements trop importants du véhicule face à une perturbation telle qu'un vent violent par exemple).

L'équilibrage du véhicule, peut être obtenu :

- par action sur la position du foyer aérodynamique (braquage statique de surfaces aérodynamiques pour un avion) ; et/ou
- par orientation de la force de propulsion (braquage statique d'une tuyère pour un lanceur ou action sur la poussée vectorielle pour un avion) ; et/ou
- par action sur la position du centre de gravité (positionnement statique d'une masse mobile qui peut être le kérosène pour un avion).

Quant à la stabilisation et au rejet de perturbations, ils peuvent être obtenus de la même façon, mais à condition que les actions ne soient plus statiques mais dynamiques avec une bande passante suffisante. On peut également utiliser des jets de gaz (système à réaction de commande d'assiette de type « RCS » pour « Reaction Control System » en anglais), des

roues de réaction ou des gyroscopes de type « CMG » (« Control Momentum Gyros » en anglais).

La présente invention a pour objet de fournir des moyens, de masse réduite et facilement aménageables, qui permettent de stabiliser en vol un
5 engin volant de type spatial ou aérien. On entend par stabiliser un engin volant le fait de le rendre stable (à une valeur particulière d'incidence ou de dérapage) s'il est instable et/ou de rejeter des perturbations telles que précisées ci-dessous.

La présente invention concerne plus particulièrement un engin volant,
10 à savoir un véhicule spatial ou un véhicule aérien, qui est muni d'un système propulsif comprenant au moins un moteur pourvu d'une tuyère mobile, ainsi que des premiers moyens de commande aptes à déplacer (statiquement) ladite tuyère, lors d'une propulsion, dans le but d'orienter la force propulsive engendrée par le moteur.

15 Selon l'invention, ledit engin volant est remarquable en ce qu'il comporte, de plus, des seconds moyens de commande qui sont activables en l'absence de propulsion générée par le moteur et qui sont aptes à déplacer (dynamiquement) ladite tuyère, en l'absence de propulsion, pour engendrer des forces inertielles destinées à stabiliser ledit engin volant.

20 Ainsi, grâce à l'invention, on commande la mobilité de la tuyère (en la soumettant à une accélération), en l'absence d'éjection de gaz par cette tuyère, pour engendrer des forces inertielles qui agissent sur l'engin volant.

De plus, on réalise la commande de manière à obtenir des forces inertielles permettant de stabiliser ledit engin volant, c'est-à-dire soit de le
25 rendre stable s'il est instable, soit d'amortir des perturbations telles que des oscillations d'incidence ou de roulis hollandais par exemple.

Comme l'invention est installée sur un engin volant dont la tuyère est déjà mobile (dans le but d'orienter la force propulsive engendrée par le moteur lors d'une propulsion), l'agencement de l'invention est facilité et entraîne tout
30 au plus une augmentation réduite de masse.

De façon avantageuse, lesdits seconds moyens de commande comportent :

- des moyens pour engendrer des consignes d'accélération ; et
 - au moins un actionneur qui reçoit lesdites consignes d'accélération et qui
- 5 déplace ladite tuyère en fonction de ces consignes d'accélération reçues.

De préférence, lesdits seconds moyens de commande comportent deux actionneurs qui agissent selon deux axes différents, notamment orthogonaux.

10 Dans un mode de réalisation préféré, lesdits premiers et seconds moyens de commande comprennent le ou les mêmes actionneurs, ce qui facilite la mise en place de la présente invention et n'entraîne pas d'augmentation de masse, puisqu'aucun dispositif mécanique spécifique n'est nécessaire.

15 La présente invention peut être appliquée à tout type d'engin volant muni d'un système propulsif comprenant au moins un moteur pourvu d'une tuyère orientable. Elle est, toutefois, plus particulièrement adaptée aux véhicules dont le domaine de vol présente des phases à faible pression dynamique, pendant lesquelles le contrôle par surfaces aérodynamiques est impossible.

20 La présente invention présente ainsi de nombreux avantages :

- un coût pratiquement nul, car elle utilise de préférence des moyens existant déjà sur l'engin volant ;
 - pour la même raison, une masse et un encombrement négligeables, le seul besoin étant une augmentation de l'énergie de la source de puissance
- 25 (électrique ou hydraulique) ;
- une linéarité du moment généré ; et
 - une suppression de dispositifs usuels complexes, comme des systèmes à réception de commande d'assiette de type RCS.

30 Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 montre schématiquement une tuyère d'un engin volant, munie de moyens permettant de commander son orientation.

La figure 2 est le schéma synoptique de moyens utilisés conformément à l'invention pour commander l'orientation d'une tuyère.

5 La présente invention s'applique à un engin volant, spatial ou aérien, que l'on veut stabiliser. Cet engin volant est muni d'un système propulsif 2 comprenant au moins un moteur (non représenté) pourvu d'une tuyère 1 qui est orientable. Plus précisément, comme représenté sur la figure 1, cette tuyère 1 peut tourner autour d'axes qui sont orthogonaux à un axe longitudinal
10 L, qui est l'axe longitudinal L0 de la tuyère 1 en position neutre et qui peut correspondre à l'axe longitudinal de l'engin volant si ce dernier est pourvu d'une seule tuyère agencée longitudinalement.

Sur la figure 1, on a représenté une tuyère 1 qui est apte à tourner autour d'un cardan 11 usuel dans toutes les directions. Cette tuyère 1 est
15 commandée par un système d'actionnement 3 muni d'actionneurs 4 et 5 usuels. Dans un mode de réalisation préféré, ce système d'actionnement 3 comporte, comme représenté sur la figure 2, deux actionneurs 4 et 5 qui agissent selon deux axes différents, décalés de préférence de 90°.

Comme montré sur la figure 1, la tuyère 1 et l'actionneur 4 (qui est le
20 seul actionneur représenté sur cette figure 1) sont pourvus de moyens de liaison 6, 7, 8, 9 et 10 usuels, mettant en œuvre des fonctions d'amortissement et de liaison élastique. L'actionneur 4 permet de faire tourner la tuyère 1 d'un angle β par rapport à la position neutre.

Ces actionneurs 4 et 5 sont commandés par un système de
25 commande 12 qui comporte, notamment, des moyens 13 pour engendrer des ordres de déplacement de la tuyère 1 lorsque le moteur génère un flux qui est éjecté par ladite tuyère 1, c'est-à-dire en mode de propulsion.

Dans ce cas, la rotation de la tuyère 1 est utilisée pour orienter la force propulsive. La composante transverse de la poussée permet le pilotage
30 de l'engin volant. Lesdits moyens 13 engendrent et transmettent des consignes de position aux actionneurs 4 et 5, via une liaison électrique 14,

pour orienter la poussée et donc sa composante transverse dans une direction donnée.

Selon l'invention, ledit système de commande 12 comporte, de plus, des moyens 15 aptes à engendrer des consignes d'accélération qui sont transmises aux actionneurs 4 et 5 par l'intermédiaire d'une liaison électrique 16, afin d'agir sur la tuyère 1 (comme illustré par des flèches 17 et 18 en traits mixtes sur la figure 2), pour la déplacer en rotation.

Lesdits moyens 15 sont uniquement activables en l'absence de propulsion (c'est-à-dire en l'absence d'éjection de gaz par la tuyère 1), et sont formés de manière à engendrer une accélération en rotation de la tuyère 1 qui génère un effort dans le plan perpendiculaire à l'axe moteur (axe longitudinal L), dans une direction orthogonale à l'axe de rotation de la tuyère 1, par exemple dans la direction T pour une rotation engendrée par l'actionneur 4 de la figure 1.

Ainsi, la présente invention permet de commander la mobilité de la tuyère 1 (en la soumettant à une accélération), en l'absence d'éjection de gaz par cette tuyère 1, pour engendrer des forces inertielles qui agissent sur l'engin volant (spatial ou aérien). De plus, cette commande est réalisée de manière à obtenir des forces inertielles permettant de stabiliser ledit engin volant, c'est-à-dire de le rendre stable s'il est instable, et/ou d'amortir des perturbations telles que des oscillations d'incidence ou de roulis hollandais.

Comme la présente invention est installée sur un engin volant dont la tuyère 1 est déjà orientable (dans le but d'orienter la force propulsive engendrée par le moteur lors d'une propulsion), son agencement est facilité et entraîne, tout au plus, une augmentation réduite de masse.

Par ailleurs, ledit système de commande 12 peut être notamment :

- un système qui calcule automatiquement les consignes en fonction de paramètres mesurés, calculés et/ou reçus ; ou
- des moyens d'actionnement ou d'entrée de données qui permettent, dans le cas d'un engin volant habité, à un pilote d'entrer lesdites consignes qui sont ensuite transmises aux actionneurs 4 et 5 ; ou

- des moyens de réception de données qui reçoivent des consignes d'un poste de contrôle non embarqué.

A titre d'illustration, la présente invention peut être appliquée à un engin volant représentant un véhicule spatial qui effectue un vol suborbital et réalise sa phase ascensionnelle avec un moteur fusée, dont la tuyère 1 est pilotée par deux actionneurs 4 et 5. Si dans la phase de descente, moteur éteint, on souhaite contrôler les oscillations d'incidence et de roulis hollandais (ou de toute direction commandable), on peut utiliser l'accélération de la tuyère 1, conformément à la présente invention. La tuyère 1 soumise à une accélération β_0 exerce une force F transverse au niveau du cardan du moteur, qui vérifie l'expression :

$F = M \cdot a_0 \cdot \beta_0$, avec M la masse de la tuyère 1, et a_0 la distance entre le centre de rotation et le centre de gravité de la tuyère 1.

Le moment résultant M est le produit de cette force F par le bras de levier BdL (distance entre le cardan du moteur et le centre de gravité du véhicule spatial).

En prenant les valeurs numériques suivantes :

- $M = 800$ kg ;
 - $a_0 = 0,86$ m ;
 - $BdL = 6$ m ; et
 - $\beta_0 = 1,2$ rad/sec², ce qui correspond à une amplitude de $1,8^\circ$ à 1 Hz,
- on obtient le moment M suivant :

$$M = F \cdot BdL = 5000 \text{ Nm.}$$

Ce moment M peut être utilisé pour contrôler les oscillations dans toutes les directions commandables. A l'inverse d'un système usuel de type RCS, il présente l'avantage de n'être affecté d'aucune non linéarité.

Dans cette application, on obtient les avantages suivants :

- pour amortir des oscillations à la fréquence de 1Hz, la présente invention offre une efficacité en termes de moment crête, d'une tuyère de 500 N avec un bras de levier de 10 m ;

- dans les phases où la pression dynamique n'est pas suffisante pour assurer le contrôle avec des surfaces aérodynamiques, l'invention peut permettre de supprimer le système RCS ou de limiter le besoin en poussée ;
 - l'invention ne nécessite aucun matériel supplémentaire ; et
- 5 - l'impulsion disponible dépend uniquement de l'énergie des batteries alimentant les actionneurs 4 et 5 de pilotage de la tuyère 1.

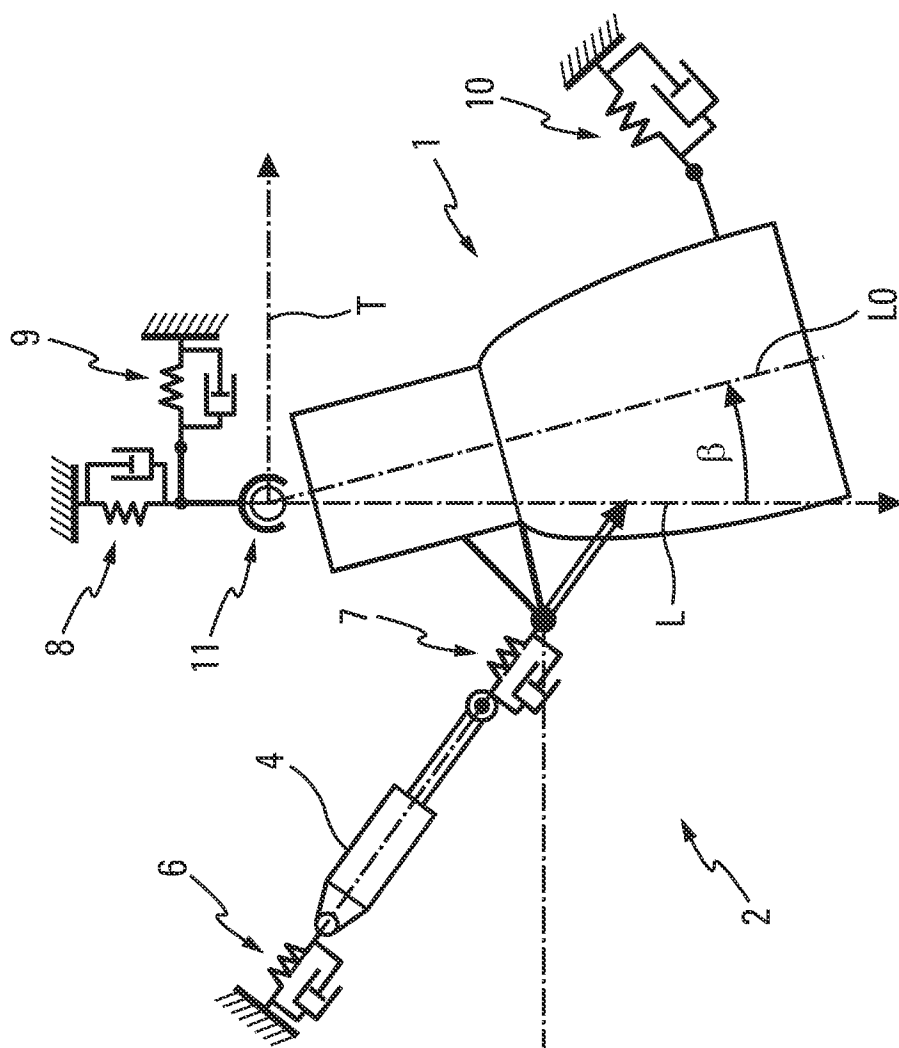
REVENDICATIONS

1. Engin volant muni d'un système propulsif (2) comprenant au moins un moteur pourvu d'une tuyère mobile (1) et des premiers moyens de commande (13, 4, 5) aptes à déplacer ladite tuyère (1), lors d'une propulsion, dans le but d'orienter la force propulsive engendrée par le moteur, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, des seconds moyens de commande (15, 4, 5) qui sont activables en l'absence de propulsion générée par le moteur et qui sont aptes à déplacer ladite tuyère (1), en l'absence de propulsion, pour engendrer des forces inertielles destinées à stabiliser ledit engin volant.

2. Engin volant selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de commande comportent :
- des moyens (15) pour engendrer des consignes d'accélération ; et
- au moins un actionneur (4, 5) qui reçoit lesdites consignes d'accélération et qui déplace ladite tuyère (1) en fonction de ces consignes d'accélération reçues.

3. Engin volant selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de commande comportent deux actionneurs (4, 5) qui agissent selon deux axes différents.

4. Engin volant selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits premiers et seconds moyens de commande comprennent les mêmes actionneurs (4, 5).



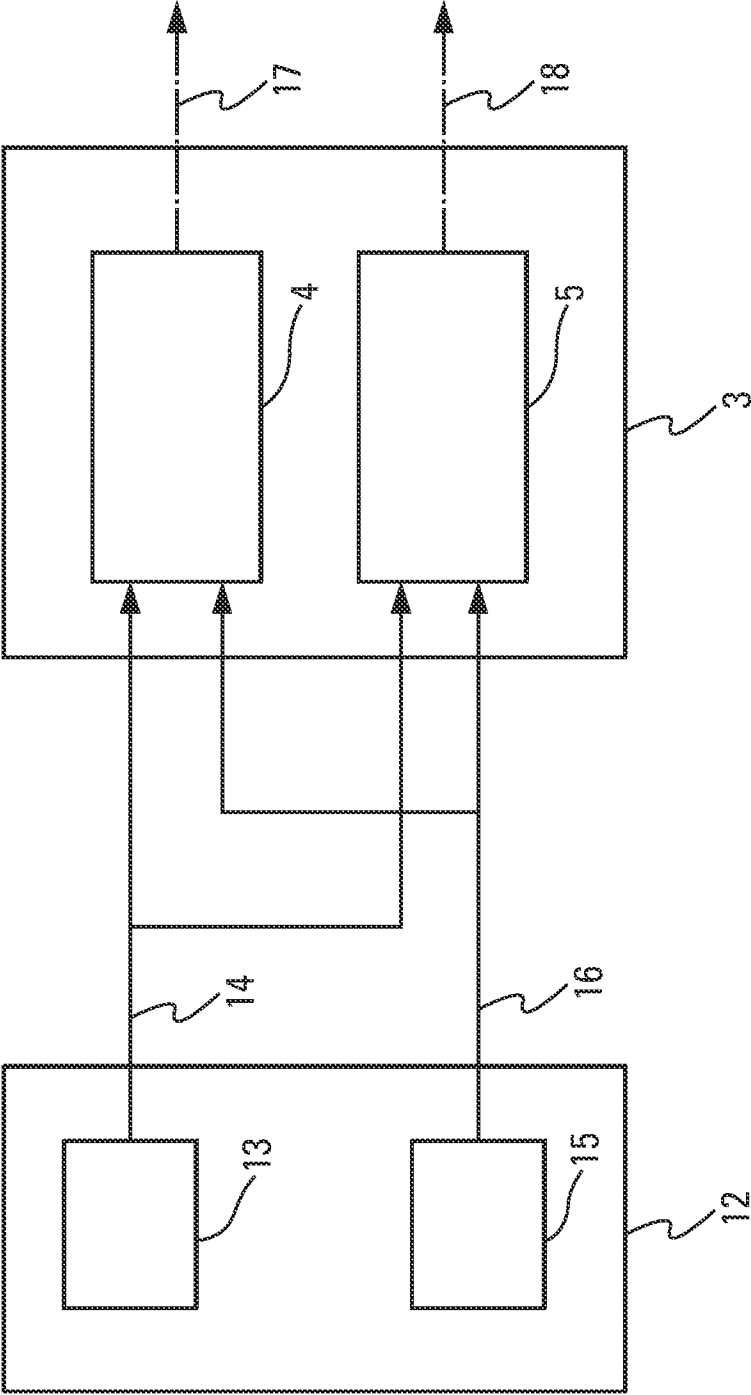


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/052287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B64G1/28 B64G1/38 B64G1/40 F02K9/84
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64G F02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/178886 A1 (POTTER CALVIN C [US] ET AL) 18 August 2005 (2005-08-18) paragraph [0001] paragraph [0018] - paragraph [0029] paragraph [0033] - paragraph [0035] figures	1, 3, 4
X	EP 0 780 298 A1 (HUGHES AIRCRAFT CO [US] HUGHES ELECTRONICS CORP [US]) 25 June 1997 (1997-06-25) column 3, line 3 - column 4, line 24 column 4, line 45 - column 5, line 13 column 5, line 56 - column 6, line 6 figures	1, 3, 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 January 2011

Date of mailing of the international search report

19/01/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weber, Carlos

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/052287

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005178886	A1	18-08-2005	NONE
EP 0780298	A1	25-06-1997	DE 69630767 D1 24-12-2003
			DE 69630767 T2 30-09-2004
			US 6102337 A 15-08-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/052287

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B64G1/28 B64G1/38 B64G1/40 F02K9/84
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

B64G F02K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2005/178886 A1 (POTTER CALVIN C [US] ET AL) 18 août 2005 (2005-08-18) alinéa [0001] alinéa [0018] - alinéa [0029] alinéa [0033] - alinéa [0035] figures -----	1, 3, 4
X	EP 0 780 298 A1 (HUGHES AIRCRAFT CO [US] HUGHES ELECTRONICS CORP [US]) 25 juin 1997 (1997-06-25) colonne 3, ligne 3 - colonne 4, ligne 24 colonne 4, ligne 45 - colonne 5, ligne 13 colonne 5, ligne 56 - colonne 6, ligne 6 figures -----	1, 3, 4

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 janvier 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/01/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Weber, Carlos

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/052287

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005178886	A1	18-08-2005	AUCUN	
EP 0780298	A1	25-06-1997	DE 69630767 D1	24-12-2003
			DE 69630767 T2	30-09-2004
			US 6102337 A	15-08-2000