

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 90400587.3

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F42B 10/66**

22 Date de dépôt: 02.03.90

30 Priorité: 03.03.89 FR 8902785

43 Date de publication de la demande:  
05.09.90 Bulletin 90/36

84 Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **THOMSON-BRANDT ARMEMENTS**  
Tour Chenonceaux 204, rond-point du Pont  
de Sèvres  
F-92516 Boulogne-Billancourt(FR)

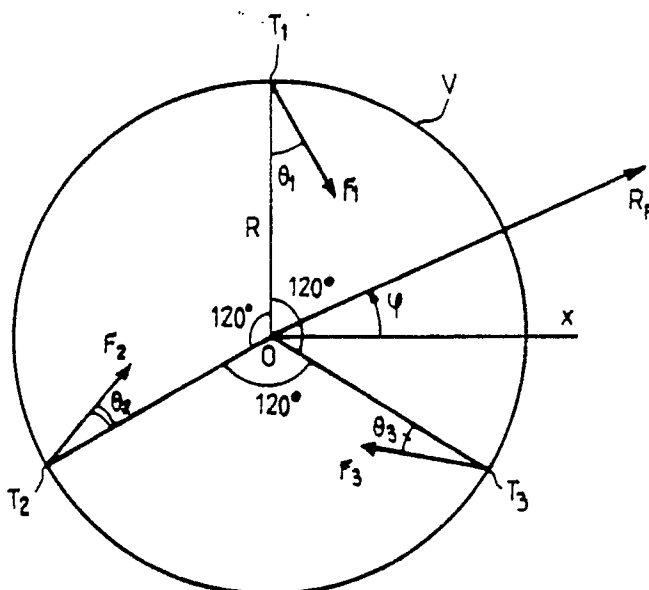
72 Inventeur: **Bernard, Marc**  
Thomson-CSF, SCPI - Cédex 67  
F-92045 Paris La Défense(FR)

74 Mandataire: **Benoit, Monique et al**  
**THOMSON-CSF SCPI**  
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67(FR)

54 **Système de guidage d'un vecteur par jets de gaz continus.**

57 L'invention a pour objet un système de guidage en lacet, tangage et roulis, qui permet d'utiliser un nombre réduit (trois) de tuyères ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ), fournissant chacune un jet de gaz continu et orientable autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe du vecteur ( $V$ ) qui les porte, le débattement de chacune des tuyères étant limité de préférence à  $\pm 60^\circ$ .

**FIG\_1**



## SYSTEME DE GUIDAGE D'UN VECTEUR PAR JETS DE GAZ CONTINUS

La présente invention a pour objet un système de guidage d'un vecteur à l'aide de tuyères orientables, alimentées en continu par un générateur de gaz.

On entend ici par vecteur tout engin volant guidé, propulsé ou non. On entend par ailleurs par guidage, par extension, aussi bien un guidage du centre de gravité du vecteur que son pilotage autour de son centre de gravité.

On connaît différents systèmes de guidage, aérodynamiques ou pyrotechniques.

Les systèmes aérodynamiques présentent différentes limitations tenant notamment à leur complexité, leur temps de réponse et leur variabilité en fonction de la vitesse du vecteur.

Les systèmes pyrotechniques sont de plusieurs types : les impulseurs discrets ou continus, les barreaux explosifs, les systèmes utilisant une commutation des jets de tuyères multiples et, enfin, les systèmes utilisant l'orientation du jet de la tuyère du propulseur principal.

Le premier système (impulseurs) consiste à disposer d'un ensemble d'impulseurs, chacun étant susceptible de délivrer une impulsion d'intensité pré-établie et dont la durée est soit continue, soit également prédéfinie. Ceci implique que le vecteur soit constamment en rotation autour de son axe de roulis ou bien piloté par un système complémentaire en roulis ; une solution alternative consiste à piloter le bloc d'impulseurs lui-même en roulis ; cette nécessité constitue bien entendu un inconvénient. De plus, quels que soient la disposition et le nombre des impulseurs, le nombre de corrections possibles est limité.

La solution consistant à utiliser des barreaux explosifs présente des inconvénients et limitations du même type que ceux des impulseurs précédents. De plus, ce genre de dispositif fournit des impulsions très intenses et très brèves, du type choc, qui peuvent ne pas convenir à tous les types de vecteurs.

La commutation de jets est par principe discontinue ; la valeur moyenne de la force de guidage est obtenue par modulation dans le temps, ce qui implique des vitesses de commutation élevées par rapport au temps de réponse du vecteur ; ces vitesses de commutation sont difficiles à réaliser mécaniquement. De plus, un commutateur est toujours une source d'excitations mécaniques de la structure du vecteur. Enfin, le nombre minimum de tuyères qui permet d'obtenir simultanément tangage, lacet et roulis est de six, ce qui est élevé et implique complexité et poids.

La dernier système, qui consiste à orienter le jet du propulseur principal du vecteur, utilise soit une ou plusieurs gouvernes dans le flux de gaz chaud au niveau du divergent de la tuyère, soit des moyens de braquage de la ou des tuyères elles-mêmes. La principale limitation de ce système est qu'il nécessite la présence d'un moteur principal en fonctionnement pendant toute la durée de la phase guidée.

La présente invention a pour objet un système de guidage qui permette d'éviter les inconvénients et limitations précédents par l'utilisation d'un nombre réduit (trois) de jets de gaz continus et orientables autour d'un axe sensiblement parallèle à celui du vecteur, dans un mode de réalisation, et dont le débattement peut être limité à  $\pm 60^\circ$ .

Plus précisément, l'invention a pour objet un système de guidage d'un vecteur tel que défini par la revendication 1.

D'autres objets, particularités et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées, qui représentent :

- la figure 1, un schéma explicatif du système de guidage selon l'invention ;
- la figure 2, le schéma d'un mode de réalisation d'une tuyère utilisée dans le système de guidage selon l'invention.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

La figure 1 est donc un schéma explicatif du système de guidage selon l'invention.

Sur cette figure, on a représenté l'enveloppe extérieure V du vecteur, vue en coupe radiale, ou transversale (c'est-à-dire coupe réalisée perpendiculairement à l'axe longitudinal du vecteur), et par exemple en forme de cercle, la trace de l'axe longitudinal du vecteur étant le centre O du cercle. Selon l'invention, le vecteur est guidé par trois et seulement trois tuyères orientables, disposées sensiblement à  $120^\circ$  dans un même plan transversal (celui de la figure), à la périphérie du vecteur. Ces tuyères sont orientables autour d'un axe sensiblement parallèle à l'axe longitudinal du vecteur, c'est-à-dire que, alimentées par un générateur de gaz, elles sont susceptibles de fournir un jet de gaz continu sensiblement dans le plan de la figure, dans une direction quelconque à l'intérieur de limites prédéfinies formant l'angle de débattement de la tuyère. La poussée de chacune des tuyères résulte en forces appliquées sur le vecteur, repérées  $F_1$ ,  $F_2$  et  $F_3$  ; les points d'application de ces forces sur l'enveloppe du vecteur sont repérés  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ . La force ( $F_1$ - $F_3$ ) produite par chacune des tuyères fait avec les rayons  $OT_1$ ,  $OT_2$  et  $OT_3$  un angle  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  et  $\theta_3$ , respectivement, qui est fonction de l'orientation des tuyères. Ces trois forces ont une

résultante  $R_F$  qui fait un angle  $\phi$  avec un rayon de référence OX.

La résultante de ces trois forces dans les plans tangage, lacet et roulis s'écrivent de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned} -\cos \theta_1 + \cos \left( \frac{\pi}{3} - \theta_2 \right) + \cos \left( \frac{\pi}{3} + \theta_3 \right) &= a \cdot \sin \phi \\ \sin \theta_1 + \sin \left( \frac{\pi}{3} - \theta_2 \right) - \sin \left( \frac{\pi}{3} + \theta_3 \right) &= a \cdot \cos \phi \end{aligned} \right. \\
 & \left\{ \begin{aligned} \sin \theta_1 + \sin \theta_2 + \sin \theta_3 &= b \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

avec :  $a = R_F/F$

$b = C/R.F$

$F = F_1 = F_2 = F_3$

R étant la distance des points d'application des poussées des tuyères à l'axe longitudinal du vecteur, c'est-à-dire le rayon du vecteur, et C le couple de roulis.

La résolution de ce système d'équations montre que, quelle que soit la valeur de  $\phi$  comprise entre 0 et  $2\pi$ , la force résultante  $R_F$  a une valeur égale à F pour un débattement limité pour chacune des tuyères à  $\pm 60^\circ$ . Il apparaît donc que la commande couplée de trois tuyères permet de réaliser simultanément tangage, lacet et roulis avec l'intensité et le sens désirés.

Plus précisément, on montre que lorsque le guidage en tangage et lacet est nul, la valeur du couple maximum en roulis est de  $\pm 3 FR$  pour un débattement de  $\pm 90^\circ$ . Lorsque le pilotage en roulis est nul, la valeur maximum de la force de manoeuvre de guidage est voisine de  $2,7 F$  pour un angle  $\phi$  égal à :

$$\frac{\pi}{3} + \frac{2k\pi}{3}$$

pour un débattement angulaire des tuyères de  $\pm 90^\circ$ . Enfin, cette force est voisine de  $2F$  pour un débattement angulaire des tuyères limité à  $\pm 60^\circ$  et pour un angle  $\phi$  égal à :

$$\frac{\pi}{3} + \frac{2k\pi}{3}$$

Ce dernier cas est particulièrement intéressant sur le plan technologique, du fait de la limitation de l'angle de débattement des tuyères à  $\pm 60^\circ$  : en effet, un angle allant jusqu'à  $\pm 90^\circ$  oblige à prendre certaines précautions pour que le jet de la tuyère n'endommage pas le vecteur.

La figure 2 représente schématiquement un mode de réalisation d'une tuyère orientable susceptible d'être utilisée dans le système selon l'invention.

Sur cette figure, on a représenté, vu en coupe longitudinale, un bloc tuyère 1 terminé par le divergent 2 de la tuyère ; l'ensemble est susceptible d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal ZZ par rapport à une partie fixe 52 à l'aide d'un moteur 3, par exemple électrique, par l'intermédiaire d'un axe 4 ; l'ensemble est tenu entre des paliers 50 et 51. L'axe de rotation ZZ est disposé de préférence aussi près que possible du centre de poussée, de façon à minimiser le couple parasite résultant d'une distance entre centre de poussée et axe de rotation.

En fonctionnement, les gaz parcourent le bloc tuyère longitudinalement (flèche 10) et sont éjectés par le divergent (flèche 11), donnant ainsi naissance à la poussée F dirigée selon l'axe YY du divergent, c'est-à-dire, sur la figure, normalement à l'axe ZZ.

Il est à noter que l'axe de rotation (ZZ) de chaque tuyère n'est pas nécessairement parallèle à l'axe longitudinal du vecteur. Il peut faire un angle avec ce dernier, de quelques degrés jusqu'à  $45^\circ$  par exemple, de façon à ce que les tuyères fournissent une composante de poussée constante sur l'axe du vecteur ; cela permet, par exemple, de compenser la traînée aérodynamique du vecteur ou l'attraction terrestre.

Plus généralement, l'axe YY peut ne pas être normal à l'axe ZZ ou la tuyère ne pas être mobile en rotation autour de son axe ZZ mais autour d'un deuxième axe, faisant un angle avec le précédent. Dans tous ces cas, les tuyères fournissent alors, outre les composants utiles au guidage dans un plan transversal décrites ci-dessus, une composante de poussée constante dans l'axe du vecteur.

Par ailleurs, ce système de trois tuyères peut être disposé dans un plan contenant ou non le centre de gravité.

En outre, le système de guidage selon l'invention est utilisable également pour un vecteur en

autorotation (roulis). A cet effet, l'ensemble des trois tuyères est monté sur une partie plus ou moins libre en rotation par rapport au vecteur, permettant le contrôle du couplage en roulis du système avec le vecteur.

On a décrit ci-dessus un système de guidage utilisant trois tuyères orientables, qui présente notamment les avantages suivants :

- 5 - la rusticité : ce système nécessite trois moteurs et trois blocs tuyères dont les tolérances de fabrication n'ont pas à être rigoureuses ;
- une masse réduite : les moteurs utilisés peuvent être petits, contrairement au cas d'un guidage aérodynamique, d'où gain de poids, d'encombrement et de coût ;
- une continuité du guidage : on évite ainsi les chocs, les difficultés de temps de commutation et la
- 10 limitation du nombre de corrections des systèmes pyrotechniques discrets ou commutés ;
- la simplicité : les moteurs assurent une orientation des tuyères en continu ; leur réalisation et leur utilisation ne posent pas de problème particulier.

## 15 Revendications

1. Système de guidage d'un vecteur en tangage, lacet et roulis à l'aide de jets de gaz continus, caractérisé par le fait qu'il comporte un générateur de gaz et trois tuyères susceptibles d'être alimentées en continu par le générateur de gaz, les tuyères étant disposées sensiblement à 120° dans un même plan transversal du vecteur, à la périphérie du vecteur, chacune des tuyères étant mobile en rotation autour d'un premier axe de sorte que la poussée qu'elle fournit ait au moins une composante dans le plan transversal, dans une direction contenue dans un angle de débattement prédéfini de la tuyère.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chacune des tuyères est disposée et est mobile de sorte que la poussée qu'elle fournit est sensiblement située dans le plan transversal.

25 3. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les tuyères comportent chacune un bloc tuyère ayant un deuxième axe de révolution et un divergent ayant un troisième axe de révolution, sensiblement normal au deuxième axe.

4. Système selon la revendication 3, caractérisé par le fait que le centre de poussée de chacune des tuyères est sensiblement sur le premier axe.

30 5. Système selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les troisièmes axes des trois tuyères sont sensiblement contenus dans le plan transversal.

6. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le premier axe est sensiblement parallèle à l'axe longitudinal du vecteur.

35 7. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'angle de débattement de chacune des tuyères est sensiblement limité à  $\pm 60^\circ$ .

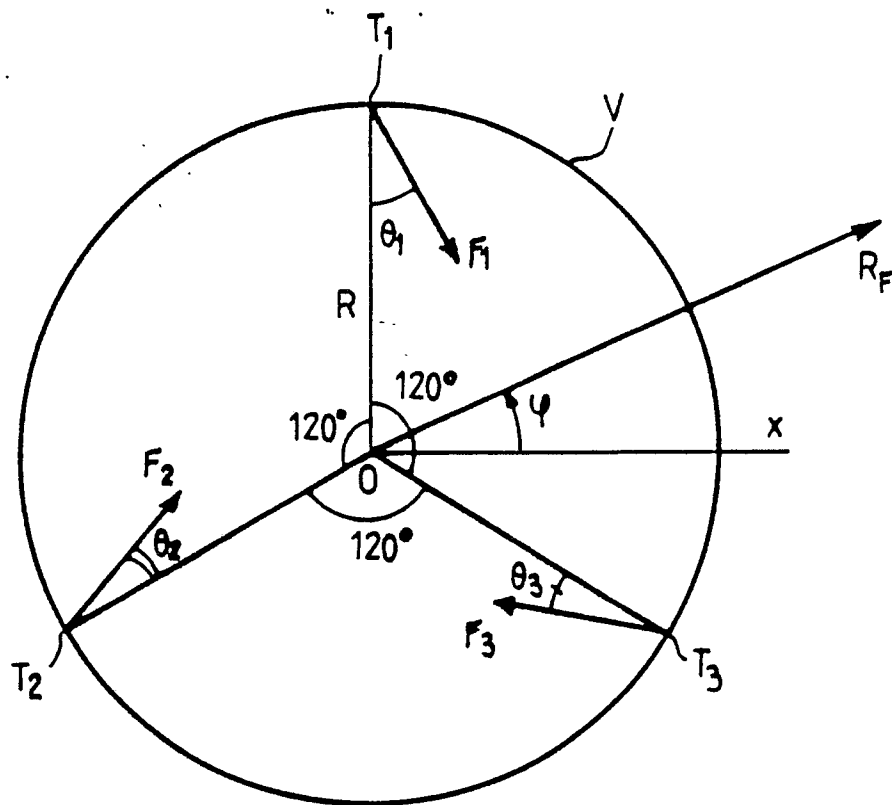
40

45

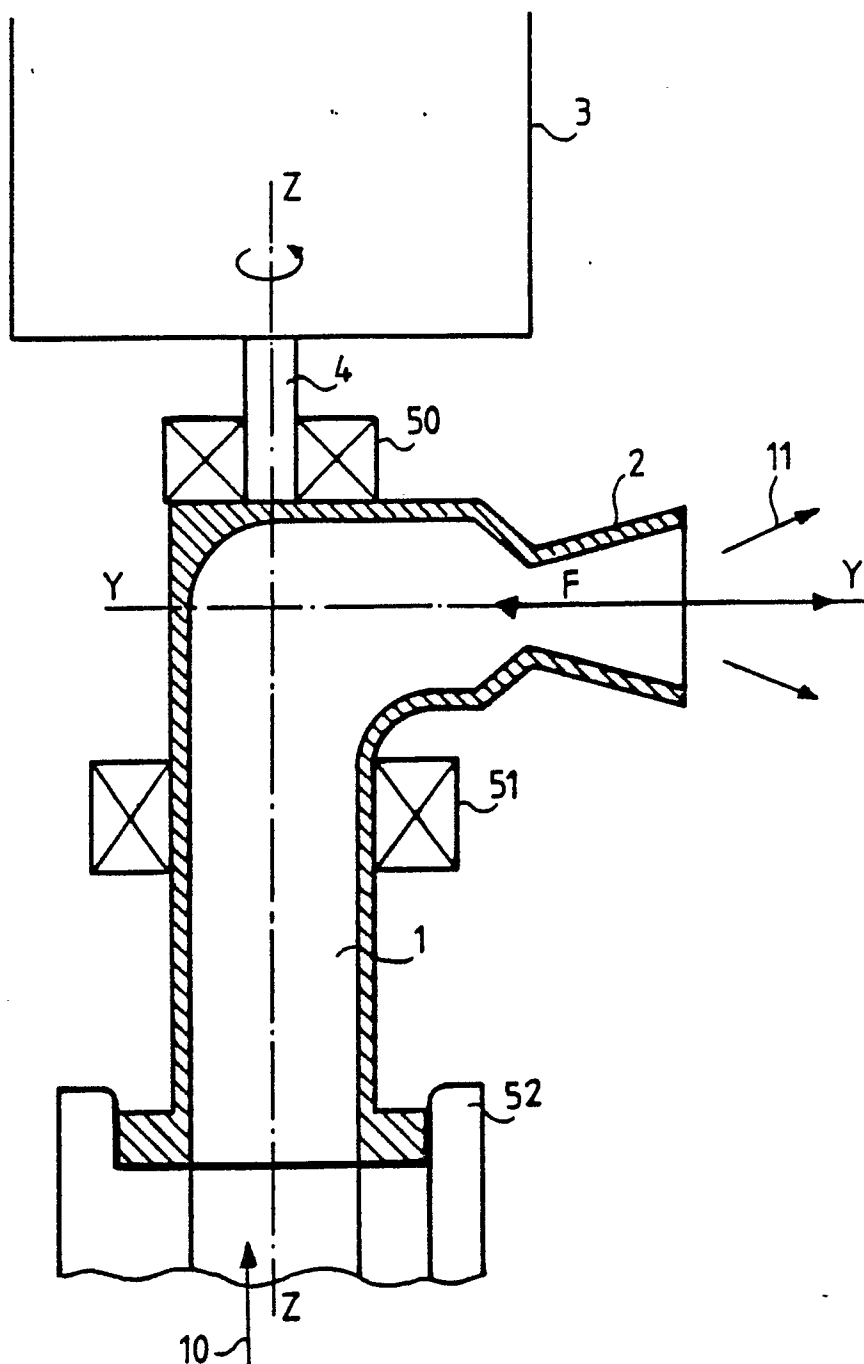
50

55

FIG. 1



FIG\_2





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	FR-A-2 612 289 (MESSERSCHMITT) * Page 5, lignes 32-25; page 6, lignes 1-9; page 7, lignes 17-35; page 8; page 9, lignes 1-2; figures 1,2a,2b,2c,2d,3 *	1,3-5	F 42 B 10/66
Y	FR-A-2 573 861 (MESSERSCHMITT) * Page 6, lignes 5-34; page 8, lignes 3-35; page 9, lignes 1-10; figures 1-5 *	1,2,6,7	
Y	US-A-3 599 899 (McCULLOUGH) * Figures 1,2; abrégé; colonne 1, lignes 30-68 *	1,2,6,7	
A	US-A-3 446 436 (DESJARDINS) * Colonne 4, lignes 6-57; figures 4,7 *	1,6,7	
A	FR-A-2 501 359 (MESSERSCHMITT) * Figure 2 *	1	
A	EP-A-0 110 774 (S.N.I.A.)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	DE-A-3 138 869 (MESSERSCHMITT)		F 42 B
A	DE-A-3 108 283 (MESSERSCHMITT)		
A	DE-C-3 429 798 (MESSERSCHMITT)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21-05-1990	Examineur RODOLAUSSE P.E.C.C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
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			