

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 749 650**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **96 07076**

⑤1 Int Cl⁶ : G 01 C 21/00, G 05 D 1/00 // B 64 D 43/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 07.06.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 12.12.97 Bulletin 97/50.

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) : *SEXTANT AVIONIQUE SOCIETE ANONYME — FR.*

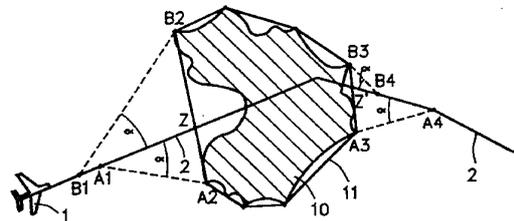
⑦2 Inventeur(s) : DEKER GUY.

⑦3 Titulaire(s) : .

⑦4 Mandataire : THOMSON CSF.

⑤4 PROCÉDE DE PILOTAGE D'UN VÉHICULE EN VUE D'EFFECTUER UN CHANGEMENT DE CAP ET APPLICATION DU PROCÉDE AU CONTOURNEMENT LATERAL D'UNE ZONE.

⑤7 Pour le pilotage d'un véhicule en vue d'effectuer un changement de cap, le véhicule (1) suivant une première portion de route (R1) rectiligne, pour rejoindre une seconde portion de route (R2) rectiligne formant un angle prédéterminé (θ) avec la première portion de route (R1), en passant par le point de jonction (A) entre les deux portions de route (R1, R2), le procédé selon l'invention comprend le calcul et le suivi par le véhicule (1) d'une trajectoire courbe (17) de changement de cap passant par ledit point de jonction (A), dont le centre de giration (O) se trouve sur la bissectrice intérieure (3) de l'angle (θ) formé par les deux portions de route (R1, R2).



FR 2 749 650 - A1



PROCEDE DE PILOTAGE D'UN VEHICULE EN VUE D'EFFECTUER UN
CHANGEMENT DE CAP ET APPLICATION DU PROCEDE AU
CONTOURNEMENT LATERAL D'UNE ZONE.

5

La présente invention concerne un procédé de pilotage d'un véhicule suivant une trajectoire comprenant deux segments de route non alignés définissant un changement de cap, avec survol obligatoire du point commun aux deux segments.

10

Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, au pilotage d'un aérodyne dont la route suivie est généralement définie par un ensemble de points de passage reliés par des segments de trajectoire rectilignes, ces
15 points de passage ou "waypoint" indiquant des changements de cap.

Ces changements cap doivent généralement être effectués avec un rayon de giration prédéterminé, par exemple qui
20 varie en fonction de la vitesse de l'aérodyne de manière à conserver un angle de roulis constant. Pour respecter un rayon de giration prédéterminé, il est donc nécessaire, de

commencer le virage soit avant le point de passage, auquel cas l'aérodrome se trouvera à l'intérieur du virage prévu, soit au moment du survol du point de passage, auquel cas l'aérodrome se trouvera après survol du point de passage, à
5 l'extérieur du virage prévu et devra suivre ensuite une trajectoire de rejointe vers la route initialement prévue.

Dans le second cas, il s'avère, comme représenté sur la figure 4, que lors de son changement de cap $\Delta\psi$, au moment
10 du survol du point de passage, l'aérodrome s'éloigne significativement de la route prévue R1, R2, et se retrouve même à une distance d relativement importante de celle-ci, ce qui d'une part entraîne un allongement de trajectoire relativement important, et d'autre part n'est pas
15 souhaitable vis-à-vis de la surveillance et du contrôle aérien (respect de marges latérales de largeur variables).

La présente invention a pour but de supprimer ces inconvénients. A cet effet, elle propose un procédé de
20 pilotage d'un véhicule en vue d'effectuer un changement de cap, le véhicule suivant une première portion de route rectiligne, pour rejoindre une seconde portion de route rectiligne formant un angle prédéterminé avec la première portion de route, en passant par le point de jonction entre
25 les deux portions de route.

Selon l'invention, ce procédé est caractérisé en ce qu'il comprend le calcul et le suivi par le véhicule d'une trajectoire courbe de changement de cap passant par ledit
30 point de jonction, dont le centre de giration se trouve sur la bissectrice intérieure de l'angle formé par les deux portions de route.

Une telle trajectoire de changement de cap offre de
35 nombreux avantages par rapport à la trajectoire de l'art antérieur illustrée par la figure 4. En effet, elle permet de réaliser un gain de plusieurs secondes (jusqu'à 35 secondes ou 4,5 milles nautiques pour un virage à 90°).

Elle s'écarte moins de la route prévue définie par les tronçons de route rectilignes (moins de 30% de l'écart induit par la trajectoire de transition classique), ce qui présente un intérêt important pour la surveillance et le
5 contrôle aérien. Elle présente également un risque moindre d'aboutir à des enchaînements de virages qui s'entrecroisent si les segments de route sont courts.

Par ailleurs, si on compare cette trajectoire de changement
10 de cap avec la trajectoire classique qui est constituée par une courbe tangente aux deux portions de route, située à l'intérieur du virage, on constate que la trajectoire selon l'invention s'écarte moins des portions de route que la trajectoire classique.

15
Avantageusement, le procédé selon l'invention comprend le calcul et le suivi de deux portions de trajectoire courbe de liaison, respectivement entre la première portion de route et la trajectoire de changement de cap, et entre
20 celle-ci et la seconde portion de route, ces deux portions de trajectoire de liaison ayant le même rayon de courbure que celui de la trajectoire de changement de cap, et étant tangents à celle-ci et respectivement aux deux portions de route.

25
L'invention concerne également un procédé d'évitement d'une zone polygonale fixe appliquant le procédé de changement de cap à chaque angle de la zone polygonale.

30 Il s'avère en effet nécessaire dans certains cas de contourner une zone avec interdiction d'y pénétrer. De tels cas se présentent notamment lorsque survient l'interdiction de survoler une zone de l'espace aérien, comme une zone militaire, ou un état.

35
Le procédé d'évitement vise à déterminer la nouvelle route à suivre, en réduisant au maximum la distance à parcourir. A cet effet, il comprend les étapes suivantes :

- la modélisation du contour de la zone à éviter par une forme polygonale convexe, par approximation du contour de la zone par une succession de segments, et élimination
5 des points de concavité et des segments trop courts,
- la localisation de la route prévue par rapport à la zone modélisée,
- 10 - le calcul de tronçons de route bâbord et tribord de sortie et de retour à la route prévue, formant un angle prédéterminé avec celle-ci et rejoignant le point anguleux de la forme polygonale le plus proche de la route prévue, de manière à obtenir deux routes
15 d'évitement bâbord et tribord formées par les tronçons de route de sortie et retour et par les portions du contour modélisé reliant respectivement les tronçons de route de transition bâbord et tribord de sortie et de retour, et
- 20 - la sélection d'une des deux routes d'évitement bâbord ou tribord.

Grâce à ces dispositions, la trajectoire suivie passe au plus près des limites de la zone sans jamais y pénétrer.

25

Un mode de réalisation du procédé selon l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

30 La figure 1 représente schématiquement l'équipement électronique embarqué à bord d'un aérodyne permettant de mettre en oeuvre le procédé d'évitement selon l'invention ;

35 La figure 2 montre schématiquement l'algorithme exécuté pour mettre en oeuvre le procédé d'évitement ;

La figure 3 montre une zone interdite se situant sur la route d'un aérodyne pour illustrer le procédé d'évitement ;

5 La figure 4 représente schématiquement la trajectoire de transition entre deux tronçons de route selon l'art antérieur ;

La figure 5 montre la trajectoire de changement de cap élaborée par le procédé de pilotage selon l'invention ; et

10 La figure 6 montre la trajectoire de transition optimisée dans le cas de deux changements de cap proches.

Tel que représenté sur la figure 1, le procédé d'évitement selon l'invention est particulièrement conçu pour être
15 exécuté par un ordinateur 4 installé à bord d'un aérodyne, qui est couplé par l'intermédiaire d'un bus de transmission de données 5 appelé "bus avion", aux équipements de navigation incluant un dispositif de pilotage automatique 14 et des instruments de navigation
20 16, à un dispositif de transmission de données 15, par exemple Data-Link, ainsi qu'à un dispositif d'interface homme/machine (IHM) 6 comprenant un élément de commande et des éléments de signalisation, tel qu'un écran de visualisation 7 et un haut-parleur 8 installés dans le
25 cockpit.

D'une manière connue, le dispositif de pilotage automatique 14 comprend une mémoire dans laquelle est enregistrée la trajectoire prévue de l'aérodyne constituée d'une succession de segments de droite entre le point de départ
30 et le point de destination, et de trajectoires de transition permettant de relier un segment à l'autre.

Le dispositif de transmission de données 15 est susceptible de recevoir des informations indiquant que le survol d'une

zone aérienne indiquée par exemple par son nom est momentanément interdit. Par ailleurs, le calculateur 4 est par exemple couplé à une base de données géographiques de navigation 9 dans laquelle sont mémorisés notamment les contours des zones aériennes du territoire normalement survolé par l'aérodyne. Le pilote de l'aérodyne peut également introduire lui-même les contours de la zone interdite au moyen de l'interface homme/machine 6.

10 L'algorithme montré sur la figure 2 est exécuté par le calculateur 4 installé à bord de l'aérodyne. Il consiste tout d'abord à acquérir les données fournies par le dispositif de transmission de données 15 et par le pilote par l'intermédiaire du dispositif d'interface homme/machine
15 6 (étape 21).

Lorsqu'une information relative à l'interdiction de traversée d'une zone aérienne est reçue, le calculateur 4 procède à la localisation de la route définie par le plan de vol prévu, par rapport à la zone interdite. Pour cela, lorsque l'information reçue n'est pas complétée par une définition du contour de la zone, le calculateur 4 va rechercher ces informations dans sa base de données 9, et accède à la définition du plan de vol prévu, lequel est par exemple mémorisé par le dispositif de pilotage automatique
25 14 (étape 22).

Si l'aérodyne ne va pas pénétrer dans la zone interdite, on revient au début 20 de l'algorithme pour poursuivre l'analyse des informations fournies par le dispositif de transmission de données 15 et par l'IHM 6. Dans le cas contraire, le calculateur 4 envoie à l'étape 23 un message destiné à l'afficheur 7 pour avertir le pilote que la route 2 à parcourir par l'aérodyne 1 traverse une zone interdite
30 10 (figure 3). Cette information peut être complétée par la l'affichage sur l'écran 7 de la carte de la région survolée avec indication en surimpression de la zone interdite et éventuellement de ses caractéristiques.

Le calculateur déclenche ensuite le calcul d'une trajectoire d'évitement (étape 24) qui consiste tout d'abord, à modéliser les contours de la zone interdite 10.

5 Cette modélisation consiste à assimiler le contour de la zone 10 à un polygone, puis à éliminer les angles concaves du polygone et les côtés trop courts, de manière à obtenir un polygone 11 entièrement convexe.

10 Il s'agit ensuite de déterminer les portions de route bâbord B1-B2 et tribord A1-A2 de sortie de la route prévue pour éviter la zone interdite 10. A cet effet, le calculateur 4 positionne la route 2 prévue par rapport aux contours modélisés de la zone 10. Ces portions de route

15 s'écartent de la route prévue 2 d'un angle α prédéterminé de 45° ou 30° en fonction de la réglementation aérienne en vigueur dans la région survolée, et rejoignent respectivement les points B2, A2 du polygone 11 les plus proches de la route prévue 2 de part et d'autre du point

20 d'entrée Z de la route prévue 2 dans le polygone 11.

Cependant, il peut s'avérer qu'il soit impossible de déterminer les portions de route de sortie, lorsque l'aérodrome 1 se trouve trop proche de la zone interdite 10.

25 Cette situation se produit lorsque l'angle de sortie de la route initiale qui permet d'éviter la zone est supérieur à un angle α prédéterminé. Lorsque ce cas se produit, le calculateur 4 exécute l'algorithme à partir de l'étape 29 où est déclenché l'affichage d'un message "évitement

30 automatique impossible".

Dans le cas contraire, le calculateur 4 détermine ensuite les portions de route bâbord B3-B4 et tribord A3-A4 de retour à la route prévue 2. Ces portions de route

35 rejoignent la route prévue avec un angle α et sont reliées au polygone 11 respectivement aux points B3, A3 les plus proches de la route prévue 2, de part et d'autre du point de sortie Z' de la route prévue 2 du polygone 11.

Pour déterminer complètement les routes d'évitement tribord A1-A4 et bâbord B1-B4 de la zone interdite 10, il suffit ensuite de relier respectivement les portions de route de
5 sortie tribord A1-A2 et bâbord B1-B2 aux portions de route de retour tribord A3-A4 et bâbord B3-B4 par les portions de contour A2-A3, B2-B3 du polygone 11 reliant les points respectivement A2 et A3, et B2 et B3.

10 Les points de sortie de route tribord A1 et bâbord B1 pouvant être différents, de même que les points de retour tribord A4 et bâbord B4 sur la route prévue, il importe de reconstituer des routes d'évitement ayant les mêmes points d'extrémité. Ainsi, si A1 est plus rapproché de la zone que
15 B1, comme dans la figure 3, on rajoute le segment B1-A1 à la trajectoire tribord A1-A2-A3-A4. De même, si le point de retour B4 est plus proche de la zone que A4, on rajoute le segment B4-A4 à la trajectoire bâbord B1-B2-B3-B4.

20 Il s'agit ensuite de choisir l'une des deux routes d'évitement tribord A1-A4 et bâbord B1-B4 ainsi déterminées. Pour cela, le calculateur 4 calcule la longueur de chacune des deux nouvelles routes B1-A1-A2-A3-A4, B1-B2-B3-B4-A4, pour sélectionner la plus courte, et si
25 ces deux nouvelles routes sont d'égale longueur, on choisit celle qui se trouve au vent de la zone 10.

La route d'évitement sélectionnée permet de modifier le plan de vol initial fourni par le dispositif de pilotage
30 automatique 14, qui peut être affiché sur l'écran 7, avec demande de validation par le pilote.

A l'étape 25, le calculateur 4 se met en attente de la validation par le pilote du nouveau plan de vol incluant la
35 route d'évitement A1-A4 sélectionnée, et ce jusqu'à ce que soit dépassé le point de sortie A1 de la route 2 initialement prévue 2 (étape 26). Pendant cette attente, le calculateur 4 calcule et affiche la valeur de la distance

de ce point de sortie A1, compte tenu de la position courante de l'aérodyne 1, cette valeur étant rafraîchie périodiquement (étape 27).

5 Si pendant cette attente, le pilote a validé le nouveau plan de vol, celui-ci est envoyé au dispositif de pilotage automatique 14 en remplacement de celui 2 initialement prévu, qui devient alors actif (étape 28). Ce nouveau plan de vol permet l'évitement automatique de la zone si les
10 systèmes de gestion de plan de vol et de pilotage automatique en mode latéral sont en fonction.

Si le pilote n'a pas validé le nouveau plan de vol avant le franchissement du point de sortie A1, le calculateur 4
15 envoie à l'étape 29 un message au pilote pour indiquer que ce point de sortie est dépassé et que l'évitement de la zone est maintenant impossible. Ensuite, à l'étape 30, il calcule la distance entre la position courante de l'aérodyne 1 et le point Z d'entrée dans la zone interdite
20 délimitée par le polygone 12. Tant que l'aérodyne 1 n'a pas atteint le point Z, cette distance est affichée avec rafraîchissement périodique (étape 31). Lorsque ce point Z est franchi, le calculateur 4 envoie un message d'alerte qui signale au pilote que l'aérodyne 1 se trouve dans une
25 zone interdite (étape 32). Le calculateur 4 se met ensuite en attente de la sortie de la zone interdite 10, compte tenu de la position du point de sortie Z' de cette zone, ainsi que de la position courante et de la vitesse de l'aérodyne 1 (étape 33), avant de revenir à l'étape 18
30 d'acquisition des données, avec effacement du message d'alerte.

Avant l'envoi du nouveau plan de vol au dispositif de pilotage automatique, mais après validation par le pilote,
35 le calculateur 4 procède à l'étape 28 au calcul de la trajectoire permettant le suivi de ce nouveau plan de vol, et en particulier, les trajectoires de transition

permettant de passer d'un tronçon de route du plan de vol à un autre.

La transition au niveau des points de changement de cap tels que A1 et A4, en dehors des contours de la zone polygonale 11 se fait de manière classique par l'intérieur du virage, en déterminant un cercle de rayon prédéterminé tangent aux deux tronçons de route à relier.

Lorsqu'il s'agit de points de changement de cap appartenant au contour de la zone polygonale convexe 11, il n'est pas possible d'effectuer le changement de cap par l'intérieur du virage, car cela implique de pénétrer dans la zone interdite 10. Le calculateur 4 va donc, selon l'invention, élaborer une trajectoire passant par l'extérieur du virage et par le point de virage.

Tel que représenté sur la figure 5 montrant deux tronçons de route reliés à un point A, formant un angle θ , et impliquant un changement de cap d'un angle $\Delta\Psi$, le calculateur 4 calcule une trajectoire courbe 17 passant par le point A, dont le centre de giration O est situé sur la bissectrice intérieure 3 de l'angle θ et à une distance R du point A. Cette distance R correspond au rayon de giration de la trajectoire courbe 17, qui est déterminé en fonction de la vitesse de l'aérodyne 1 qui doit effectuer le virage avec un angle de roulis prédéterminé.

Il s'agit ensuite de déterminer les portions de trajectoire de liaison 18, 19 entre les trajectoires rectilignes le long des tronçons de route R1, R2, et la trajectoire courbe 17. La trajectoire de liaison 18 permettant de relier le tronçon R1 avec la trajectoire courbe 17 est constituée par une portion de trajectoire courbe de même rayon de giration R, et est tangente en T1 au tronçon de route R1 et en T2 à la trajectoire courbe 17. De même la trajectoire de liaison 19 est une portion de trajectoire courbe de rayon de giration R, qui est tangente en T3 à la trajectoire courbe 17 et en T4 au tronçon de route R2.

Il est à noter que les points T2 et T3 correspondent au point d'intersection de la trajectoire courbe 17 avec les médiatrices des segments d délimités respectivement par les
5 points d'intersection I1, I2, I3, I4 de droites perpendiculaires aux tronçons de route R1, R2, passant par le centre de giration O, avec les tronçons de route R1, R2 et la trajectoire courbe 17.

10 On peut également remarquer sur la figure 6 que le procédé selon l'invention convient parfaitement lorsque l'on se trouve en présence de deux points A, B de changement de cap rapprochés. Cette figure montre trois tronçons de route R1, R2, R3 reliés par les points A et B, et formant en A et B
15 des angles θ et θ' . Comme précédemment, pour effectuer ces deux changements de cap, on calcule deux trajectoires courbes 17, 17' passant respectivement par A et B, et présentant un centre de giration O, O' et un rayon de giration R, ces deux trajectoires courbes rejoignant
20 respectivement les tronçons de route R1 et R3 aux points T1 et T4' par deux trajectoires de liaison 18, 19'.

Dans l'exemple de la figure 6, il n'est pas possible de relier les trajectoires courbes 17, 17' au tronçon de route
25 R2, celui-ci étant trop court. Dans ce cas, il suffit de relier les deux trajectoires 17, 17' par une trajectoire de liaison 20 tangente à celles-ci aux points T5 et T5'.

Si l'on compare la trajectoire de la figure 4 avec celles
30 illustrées par les figures 5 et 6, ces dernières s'écartent beaucoup moins de la route R1-R2 prévue et rejoignent celle-ci beaucoup plus rapidement, ce qui permet une surveillance et un contrôle aérien plus efficace.

35 Ainsi, l'écart dans le cas d'un contournement avec survol classique du point (figure 4) est égal à $R(1-\cos \Delta\Psi)$. Dans la solution proposée par l'invention, cet écart n'est plus

que de $R(1-\cos\Delta\Psi/2)$, soit environ trois fois plus petit à $\Delta\Psi = 90^\circ$.

Par ailleurs, dans le cas d'un tronçon de route R2 court,
5 d'après la figure 6, on reste proche de la route prévue.
Par contre dans le cas de la figure 4, il apparaît
clairement qu'on aura du mal à rejoindre le tronçon de
route R3 suivant.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de pilotage d'un véhicule en vue d'effectuer un changement de cap, le véhicule (1) suivant
5 une première portion de route (R1) rectiligne, pour rejoindre une seconde portion de route (R2) rectiligne formant un angle prédéterminé (θ) avec la première portion de route (R1), en passant par le point de jonction (A) entre les deux portions de route (R1, R2),
10 caractérisé en ce qu'il comprend le calcul et le suivi par le véhicule (1) d'une trajectoire courbe (17) de changement de cap passant par ledit point de jonction (A), dont le centre de giration (O) se trouve sur la bissectrice intérieure (3) de l'angle (θ) formé par les deux portions
15 de route (R1, R2).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre le calcul et le suivi de deux portions de trajectoire courbe de liaison
20 (18, 19), respectivement entre la première portion de route (R1) et la trajectoire de changement de cap (17), et entre celle-ci et la seconde portion de route (R2), ces deux portions de trajectoire de liaison (18, 19) ayant le même rayon de giration (R) que celui de la trajectoire de
25 changement de cap (17), et étant tangentes à celle-ci et respectivement aux deux portions de route (R1, R2).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, dans le cas de deux changements de
30 cap rapprochés (A, B), il comprend en outre le calcul et le suivi d'une seconde trajectoire courbe de changement de cap (17') reliée à la première trajectoire de changement de cap (17) par une trajectoire de liaison (20) rectiligne tangente aux deux trajectoires courbes de changement de cap
35 (17, 17').

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayon de giration (R) est calculé en fonction de la vitesse du véhicule (1) de manière à
5 respecter un angle de roulis prédéterminé du véhicule.

5. Procédé pour l'évitement latéral par un véhicule d'une zone interdite (10) par le suivi d'une route d'évitement comprenant une succession de changements de
10 cap, ledit procédé appliquant le procédé de pilotage selon l'une des revendications précédentes à chaque point de changement de cap de la route, caractérisé en ce qu'il comprend une phase (24) de calcul de la route d'évitement comprenant :

15

- la modélisation du contour de la zone à éviter (10) par une forme polygonale convexe (11), par approximation du contour de la zone par une succession de segments, et élimination des points de concavité et des segments trop
20 courts,
- la localisation de la route prévue (2) par rapport à la zone modélisée (11),
- 25 - le calcul de tronçons de route bâbord et tribord de sortie et de retour (A1-A2, B1-B2, A3-A4, B3-B4) à la route prévue (2), formant un angle (α) prédéterminé avec celle-ci et rejoignant un point anguleux (A2, B2, A3, B3) du contour polygonal (11), de manière à obtenir deux
30 routes d'évitement bâbord (B1-B4) et tribord (A1-A4) formées par les tronçons de route de sortie (A1-A2, B1, B2) et de retour (A3-A4, B3-B4) et par les portions (A2-A3, B2-B3) du contour modélisé (11) reliant respectivement les tronçons de route bâbord et tribord de
35 sortie et de retour (A1-A2, B1-B2, A3-A4, B3-B4), et
- la sélection d'une (A1-A4) des deux routes d'évitement bâbord (B1-B4) et tribord (A1-A4).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les tronçons de route bâbord et tribord de sortie et de retour (A1-A2, B1-B2, A3-A4, B3-B4) 5 relie la route prévue (2) respectivement aux points anguleux (A2, B2, A3, B3) du contour polygonal (11), situés de part et d'autre de la route prévue, et les plus proches des points d'intersection (Z, Z') de la route prévue (2) avec le contour polygonal (11).

10

7. Procédé selon la revendication 5 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'ajout aux deux routes d'évitement tribord (A1-A4) et bâbord (B1-B4) de tronçons (B1-A1, B4-A4) de la route initiale (2) de manière 15 à ce que les deux routes d'évitement aient les mêmes extrémités, le calcul et la comparaison de la longueur des routes d'évitement bâbord (B1-B4-A4) et tribord (B1-A1-A4) obtenues, la route d'évitement (B1-A1-A4) la plus courte étant sélectionnée.

20

8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable de recherche du tronçon de la route prévue (2) traversant la zone interdite (10), et de calcul du point d'entrée (Z) 25 prévu dans ladite zone, le calcul de la route d'évitement étant effectué si le véhicule (1) se trouve suffisamment éloigné du point d'entrée prévu (Z) compte tenu de la vitesse du véhicule.

30

9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre périodiquement le calcul et l'affichage (27) de la distance entre la position courante du véhicule (1) et le point de sortie (A1) de la route initiale (2) vers la route d'évitement (A1-A4) 35 sélectionnée, l'activation (28) de la nouvelle route incluant la route d'évitement sélectionnée étant effectuée si cette nouvelle route a été validée.

10. Procédé selon l'une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend périodiquement le calcul et l'affichage (31) de la distance entre la position courante du véhicule (1) et de la zone à éviter (10), si le point de sortie (A1) est dépassé sans que la nouvelle route ait été validée, et l'affichage (32) d'un message d'alerte lorsque le véhicule (1) pénètre dans la zone à éviter (10).

1/2

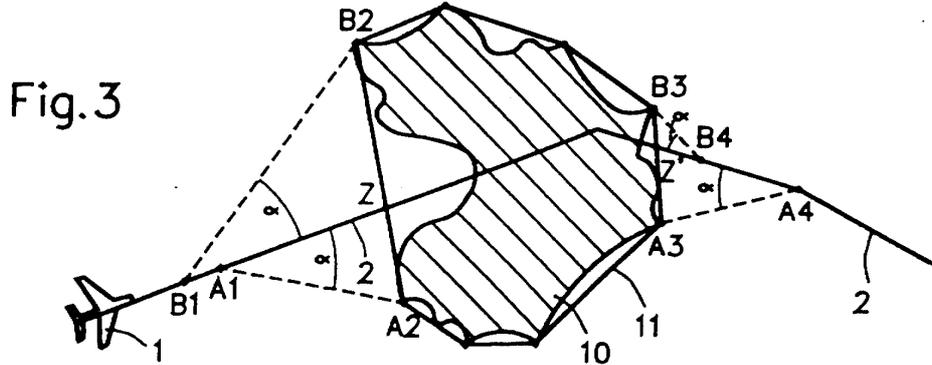
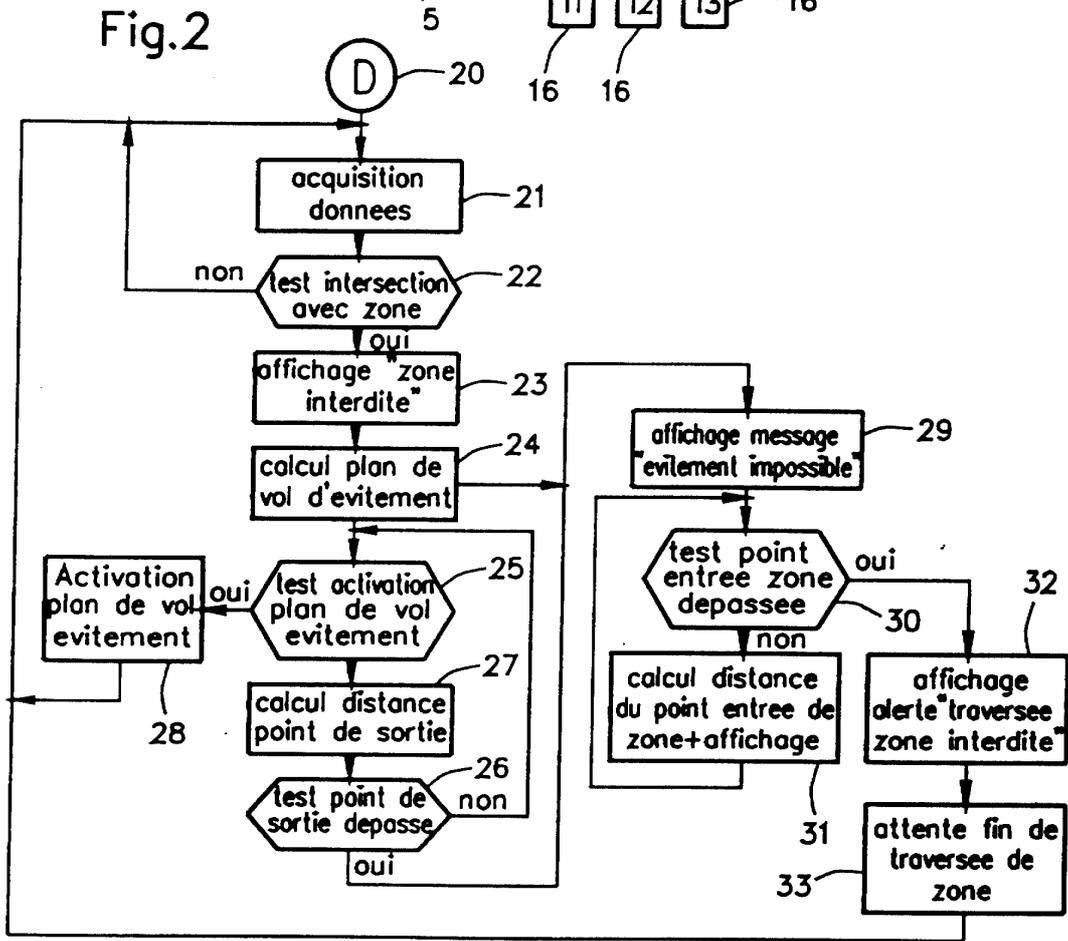
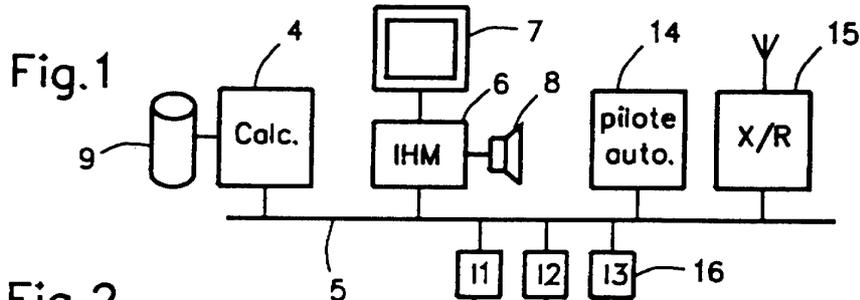


Fig. 4

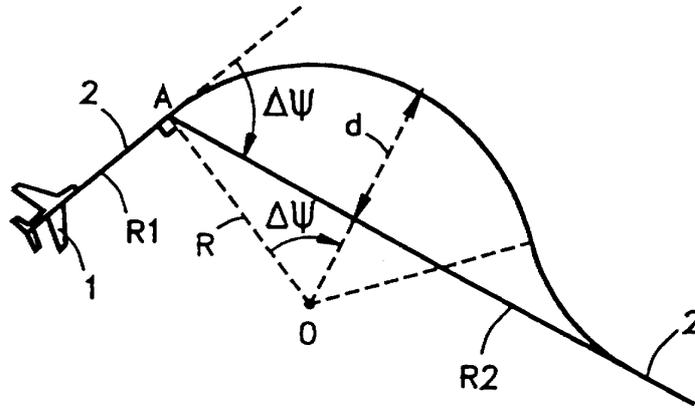


Fig. 5

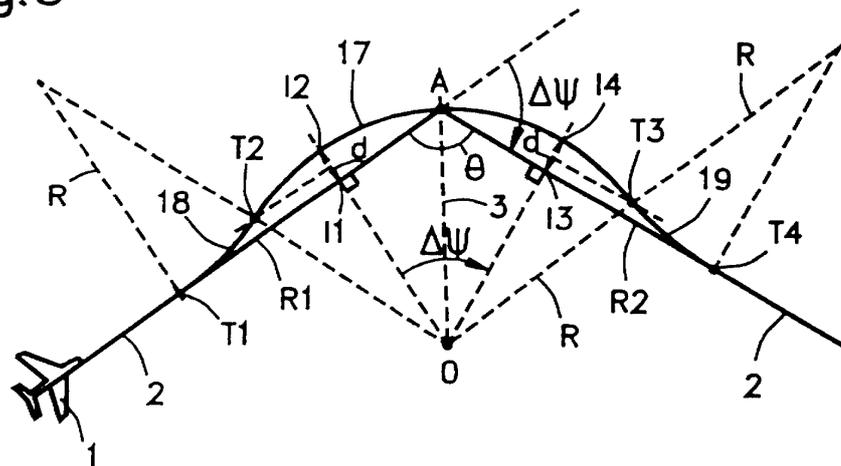
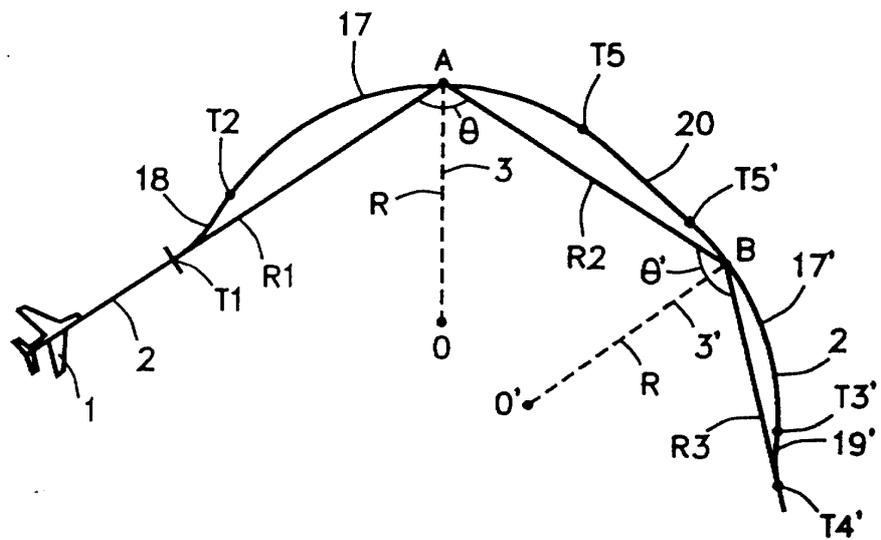


Fig. 6



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO 95 19547 A (HONEYWELL INC) 20 Juillet 1995 * le document en entier * ---	1
A	WO 95 19545 A (HONEYWELL INC) 20 Juillet 1995 * le document en entier * ---	1
A	EP 0 381 178 A (HONEYWELL INC) 8 Août 1990 * le document en entier * ---	1
A	PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE TECHNOLOGY, WASHINGTON, JUNE 5 - 6, 1990, no. -, 5 Juin 1990, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 150-155, XP000145924 SMITH T C ET AL: "AUV CONTROL USING GEOMETRIC CONSTRAINT-BASED REASONING" * le document en entier * ---	1
A	PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE TECHNOLOGY, WASHINGTON, JUNE 5 - 6, 1990, no. -, 5 Juin 1990, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 213-215, XP000145933 DEMUTH G ET AL: "OBSTACLE AVOIDANCE USING NEURAL NETWORKS" * le document en entier * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G01C G05D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 Février 1997		Kelperis, K
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général 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>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)