

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 20491

⑤4 Appareil de navigation à présentation de carte.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 C 21/20; B 64 D 43/00.

⑫2 Date de dépôt..... 24 septembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *Suède, 25 septembre 1979, n° 79 07924-0.*

④1 Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

⑦1 Déposant : Société dite : AB BOFORS, résidant en Suède.

⑦2 Invention de : Peter Wolff.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet Simonnot,
49, rue de Provence, 75442 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne un appareil de navigation à présentation de carte, essentiellement destiné aux aéronefs légers de combat, du type des avions légers de combat, de bombardement et d'entraînement, et des hélicoptères, l'appareil pouvant être utilisé pour l'attaque à l'altitude absolue la plus basse.

L'appareil de navigation à présentation de carte selon l'invention est destiné à s'insérer dans le créneau qui existe entre les appareils de navigation extrêmement coûteux et compliqués, utilisés dans les aéronefs lourds de combat les plus récents ou prévus pour de tels aéronefs, et la forme la plus simple de navigation aérienne à l'aide d'une carte ordinaire.

L'appareil de navigation selon l'invention doit être considéré essentiellement comme un perfectionnement d'une carte mobile sur laquelle un point fixe représente toujours la position calculée de l'aéronef au-dessus de la surface du sol.

Parmi les avantages particuliers de l'appareil selon l'invention, il faut noter qu'il n'est pas limité à une échelle particulière des cartes et qu'il ne nécessite pas la conservation d'un fichier d'images préparées des cartes pouvant être nécessaire à l'avenir, car l'appareil met en oeuvre une image réalisée, de préférence en couleurs, avec un simple appareil de prise de vues de type ordinaire, à partir d'une carte locale. Celle-ci peut être complétée par les dernières données connues présentant de l'intérêt pour le pilote, par exemple le déploiement de l'ennemi, etc. Une diapositive est formée à partir de la carte locale et, comme il n'est pas nécessaire qu'elle ait une très grande résistance dans le temps, elle peut être développée rapidement, avec des dispositifs simples. Comme indiqué précédemment, la photographie de la carte locale est réalisée avec un appareil ordinaire de prise de vues, et on doit s'assurer que l'axe de l'appareil est bien perpendiculaire à la carte, et que les réglages de focalisation et d'exposition sont convenables. D'autre part, la

distance de photographie est arbitraire, pourvu que l'image terminée comprenne une partie suffisamment grande de la carte. Juste avant le décollage, la diapositive obtenue est placée dans le magasin d'images d'un projecteur d'images de carte qui crée une image de la carte sur un dispositif d'affichage de carte, à une distance confortable pour le lecture par le pilote ou le navigateur. Le dispositif d'affichage de carte comporte un réticule sur lequel un point fixe représente la position de l'aéronef et une ligne représente le trajet. Un point de la carte dont les coordonnées géographiques sont connues est alors mis juste au-dessous du point fixe, à l'aide d'une unité de commande. Une unité de calcul reliée à l'unité de commande et au projecteur d'images lit alors les coordonnées de l'image pour ce point de la carte, en même temps que les coordonnées géographiques du même point (longitude et latitude) sont données par l'unité de commande. La même opération est réalisée avec au moins un point supplémentaire de la même image. L'unité de calcul, à partir de ces données, calcule l'échelle qui s'applique à l'image. Les informations pertinentes concernant la projection de la carte, utilisées lors de la préparation de la carte originale, peuvent aussi être mémorisées dans l'unité de calcul lorsqu'elle effectue ses opérations.

Lorsque le projecteur de carte a été réglé à zéro à l'aide du point initial et du trajet initial, l'appareil selon l'invention est prêt à assurer la relève. En cours de vol, l'unité de calcul détermine constamment la trajectoire et la vitesse de l'aéronef par rapport au sol et, d'après ces données, elle commande un déplacement continu de l'image de la carte si bien que le point fixe et la ligne représentant la trajectoire correspondent à la valeur calculée. A cet effet, toutes les données disponibles de vol sont transmises à l'unité de calcul par l'intermédiaire d'une unité d'entrée de données.

Si le pilote se rend compte d'un petit écart entre la position représentée par l'appareil et la position

au sol, à partir d'un contact direct avec le sol, il peut corriger l'appareil constamment par déplacement de l'image en position convenable. L'unité de calcul est programmée de manière que, lors des calculs constants, elle prenne en
5 considération les erreurs antérieures, par introduction d'un facteur de correction. Ainsi, à chaque correction, qu'elle soit importante ou faible, la précision du système augmente. Lorsque des corrections erronées ont été effectuées, la mémoire de l'unité de calcul rend possible le
10 retour à la position antérieure non corrigée.

Les facteurs de correction introduits lors de la correction erronée sont alors aussi éliminés.

Le magasin d'images du projecteur peut contenir plusieurs images différentes à des échelles différentes,
15 et il est aussi possible que les cartes ou images utilisées aient des échelles différentes suivant des axes différents, mais il faut alors qu'un certain nombre de points connus soit disponible pour que l'unité de calcul puisse déterminer les facteurs d'échelle qui sont nécessaires à son
20 fonctionnement continu. Lorsque des magasins d'images contenant plusieurs images différentes de cartes sont utilisés, il peut être avantageux que des cartes aient des échelles différentes et comprennent par exemple une carte générale pour le vol d'approche et une carte détaillée au-dessus de
25 la région visée.

Les calculs d'échelle des différentes images sont effectués de la manière indiquée précédemment. Les changements des images peuvent être effectués soit manuellement, soit à l'initiative de l'unité de calcul qui, dans ce cas,
30 est programmée de manière qu'elle commute vers une nouvelle image dès que la couverture est suffisante.

Comme il est souhaitable que la partie de carte présentée soit plus grande devant l'aéronef que derrière lui, le point fixe qui représente l'aéronef est excentré
35 sur le dispositif d'affichage de l'appareil. Ce résultat est obtenu dans un système optique par utilisation d'un projecteur d'images de carte qui forme une image dont l'axe

optique passe par le point qui représente l'aéronef. L'unité de calcul déplace constamment la diapositive locale afin que cette position soit applicable constamment. L'image formée par le projecteur est alors disposée de manière qu'elle recouvre une plus grande surface que le dispositif d'affichage de carte. Un prisme rotatif est monté entre le projecteur et le dispositif d'affichage et permet la rotation de l'image autour de l'axe qui coïncide ainsi avec le point fixe sur le dispositif d'affichage. Une unité de calcul règle alors la rotation du prisme afin que la ligne représentant la trajectoire sur le dispositif d'affichage et la direction de vol de l'aéronef coïncident constamment. Une partie seulement de la région de la carte reproduite par le projecteur est alors reproduite sur le dispositif d'affichage. D'autres parties sont cachées. Cette disposition permet constamment la représentation d'une image convenable de la carte sur le dispositif de présentation, même lorsque l'aéronef considéré qui peut être parfois un hélicoptère, tourne en direction différente, sans se déplacer par rapport à la surface du sol.

Les circuits microélectroniques contenus dans l'appareil selon l'invention et la mise en oeuvre technique et la programmation de l'unité de calcul n'entrent pas dans le cadre de l'invention et on ne les décrit donc pas en détail. La même remarque s'applique aux données des cartes qui sont transmises à l'unité de calcul afin qu'elles permettent à celle-ci d'exécuter les calculs. Ces données peuvent être considérées comme des éléments mathématiques de la carte, puisqu'elles correspondent aux mêmes formules que celles qui sont utilisées pour la préparation des cartes employées pour la mise en oeuvre de l'appareil de navigation selon l'invention.

D'autres données qui sont transmises à l'unité de calcul et qui ont une grande importance pour le résultat final mais qui n'entrent pas elles-mêmes dans le cadre de l'invention, sont toutes les données disponibles de vol, concernant la trajectoire, la vitesse, l'altitude,

etc. Ces données peuvent varier selon la nature des circuits qui les fournissent. Plus la quantité de données disponibles est importante et plus la précision de fonctionnement de l'appareil de navigation selon l'invention peut
5 être grande.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un diagramme synoptique simplifié de l'appareil de navigation selon l'invention ;
- la figure 2 est une perspective schématique de l'appareil indicateur selon l'invention formant une image de carte ; et
- la figure 3 est un schéma montrant comment un
15 système optique centré du type utilisé peut former un point fixe excentré.

Les différents circuits ou unités du diagramme synoptique de la figure 1 peuvent en réalité être sous forme de plusieurs éléments ou composants, mais ce diagramme correspond à la disposition générale de l'appareil.
20 Les données 20 de vol parviennent à une unité 21 d'entrée de données qui est elle-même reliée à l'unité 22 de calcul. Celle-ci est reliée au dispositif 23 de présentation de carte indiquant la position sur la carte. L'appareil
25 comporte en outre une unité 24 de commande reliée à la fois à l'indicateur 23 et à l'unité 21 d'entrée de données.

L'appareil indicateur représenté de façon générale sur la figure 2 comporte deux magasins d'images A et B. Chacun des magasins est associé à une lampe 1, 2 de
30 projection, associée à un condenseur. Une région 3 d'image de la cassette A, utilisée à titre illustratif, est réfléchie par le miroir rotatif 4 permettant l'échange des cassettes, vers l'objectif 5 du projecteur d'images de carte. Des cassettes remplaçables contenant plu-
35 sieurs images disposées les unes après les autres peuvent aussi être utilisées à la place du changement de cassette par un miroir rotatif. Le facteur essentiel est

que la cassette présente des coordonnées stables d'image, c'est-à-dire que l'image ne doit pas se déplacer par rapport au système de coordonnées d'image utilisé après le chargement du magasin, le calcul de l'échelle de la carte et le réglage du point initial.

L'unité de calcul qui n'est pas représentée sur la figure, commande le magasin par l'intermédiaire d'organes 6 de déplacement si bien que la position calculée de l'aéronef sur la carte se trouve toujours au centre de la surface éclairée 3. Un système rotatif 9 à prisme commandé par l'unité de calcul est placé entre l'objectif 5 du projecteur d'image et un objectif 8 de projection placé juste devant le dispositif 7 d'affichage de carte de l'appareil, et le système rotatif 9 fait tourner l'image formée dans l'objectif 5 de manière que l'image apparaissant sur le dispositif 7 d'affichage ait toujours son axe représentant la trajectoire correspondant à l'axe 10 de trajectoire du dispositif 7 d'affichage. Les parties de l'image originale qui se trouvent en dehors du dispositif d'affichage sont cachées. Le point fixe de l'affichage est indiqué par l'intersection de l'axe 10 et d'une droite 11 indicatrice de position qui est perpendiculaire à l'axe 10. La référence 12 désigne la lentille finale 12 du dispositif d'affichage de carte.

La figure 3 montre comment la position de l'image finale et la partie cachée de la région éclairée 3 (figure 2) varient pour deux directions différentes de vol.

L'appareil de navigation à présentation de carte selon l'invention peut aussi être évidemment utilisé dans des véhicules autres que les aéronefs, bien qu'il soit essentiellement prévu à cet effet.

L'appareil décrit précédemment pour la rotation de l'image présentée par le dispositif d'affichage de carte autour d'un axe excentré peut être remplacé par la rotation de l'image autour de son centre, combiné à une transformation de coordonnées (déplacement d'image suivant les axes x et y) afin que la rotation semble avoir lieu autour

- du point excentré qui indique la position de l'aéronef sur l'image de la carte. Des données nécessaires à cette transformation des coordonnées peuvent être conservées dans l'unité de calcul. L'avantage de cette dernière opération est
- 5 qu'aucune partie d'image n'a à être cachée. L'image obtenue a ainsi une grande luminosité.

REVENDECATIONS

1. Appareil de navigation pour aéronef, du type qui comporte un indicateur (23) d'une position sur une carte, qui, en coopération avec un projecteur incorporé, présente une image mobile d'une carte sur un dispositif d'affichage (7) en fonction du déplacement de l'aéronef au-dessus de la surface du sol, la position de l'aéronef et sa direction de déplacement étant représentées par un point fixe et une droite de trajectoire respectivement sur le dispositif d'affichage (7), une unité de calcul (22) reliée à l'indicateur (23) et qui, compte tenu de l'échelle utilisée sur l'image mobile et d'après les données disponibles de vol telles que la trajectoire de l'aéronef, sa vitesse par rapport à la surface au sol et autres, qui sont constamment transmises à l'unité de calcul (22) par une unité (21) d'entrée de données, transforme ces données en un déplacement correspondant sur l'image et commande de façon continue le déplacement correspondant de l'image à partir d'une position initiale préréglée dans laquelle un point fixe et une ligne de trajectoire sont réglés convenablement par rapport à l'image, à l'aide d'une unité de commande (24) reliée à l'unité (21) d'introduction de données afin que le point fixe et la ligne de trajectoire représentent toujours la position et la trajectoire réelles de l'aéronef, ledit appareil étant caractérisé en ce que l'image de la carte représentée par le projecteur provient d'une diapositive d'une carte d'échelle arbitraire, et l'unité de calcul (22) est programmée afin qu'elle établisse ces calculs du déplacement de l'image de la carte sur le dispositif (7) sur un calcul d'échelle qui est réalisé lui-même après que l'unité de calcul a reçu, par l'intermédiaire de l'unité de commande (24) qui lui est reliée avec l'unité (21) d'introduction de données, des informations relatives à la position géographique (longitude et latitude) d'au moins deux points sur l'image de la carte, les coordonnées sur l'image de la diapositive étant détectées par l'appareil lui-même.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité de calcul (22) donne des informations concernant les coordonnées géographiques des points de l'image de la carte qu'elle doit utiliser pour le calcul d'échelle, 5 l'image de la carte étant déplacée par l'unité de commande (24) afin que le point fixe de l'indicateur (23) de position se trouve lui-même au-dessus du point correspondant, et l'unité de calcul, par l'intermédiaire de l'unité de commande (24), donne des informations concernant des coordonnées géographiques du point en même temps qu'elle détecte les coordonnées du point de l'image de la carte. 10
3. Appareil selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'unité de calcul (22) peut être informée dans chaque cas particulier d'une erreur d'indication sur le dispositif (7) d'affichage par déplacement de l'image par l'unité de commande (24) à la position convenable du point fixe, et l'unité de calcul (22) est programmée de manière que, dans les calculs ultérieurs, elle tienne compte des écarts éventuels provoqués par l'indication antérieure erronée. 20
4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'unité de calcul (22) a une unité de mémoire qui permet un retour à la position sur l'image de la carte qui était utilisée avant une correction d'une erreur supposée d'indication, et simultanément, les facteurs de correction transmis à l'unité de calcul (22) lors de la correction précédente peuvent être éliminés des calculs ultérieurs. 25
5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'unité de calcul (22) est programmée afin qu'elle tienne compte d'échelles différentes de la carte suivant les axes x et y de l'image de la carte. 30
6. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le projecteur d'image est destiné à être chargé de plusieurs diapositives interchangeables ayant des échelles différentes, et l'unité de calcul (22) donne des informations concernant les échelles de 35

ces images sur la base d'au moins deux points dans chaque image, l'unité de calcul (22) étant informée des coordonnées géographiques de ces deux points lorsque chacun des points correspondants est placé sous le point fixe de l'indicateur (23) d'image.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif d'affichage (7) de l'indicateur (23) d'image d'une carte est tel que le point fixe qui représente l'aéronef est décalé du centre du dispositif d'affichage (7) si bien que ce dernier représente une plus grande région de la carte dans la direction de vol que vers l'arrière par rapport au point fixe.

8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'unité de calcul (22) règle la diapositive de la carte par rapport au projecteur d'image de manière que l'axe optique de celui-ci coïncide avec la position calculée de l'aéronef sur l'image et que le projecteur, ayant son axe optique en position centrale, reproduise une surface supérieure à celle que le dispositif d'affichage (7) peut reproduire, et un système à prisme rotatif (9) réglé par l'unité de calcul (22) en fonction de la trajectoire de l'aéronef et disposé entre le projecteur et le dispositif (7) d'affichage afin qu'il transmette la partie de l'image formée par le projecteur d'une manière telle que le point fixe a une position excentrée convenable sur le dispositif d'affichage (7), les autres parties de l'image étant cachées.

9. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le magasin (A, B) de support d'image du projecteur est chargé de diapositives développées rapidement, formées juste avant le décollage de l'aéronef à partir d'une carte complétée par toutes les données disponibles, et l'échelle de la carte de ces diapositives est calculée par l'unité de calcul (22) d'après les coordonnées géographiques d'au moins deux points par image, l'unité (22) de calcul étant informée de ces coordonnées lors du réglage des points sous le point fixe de l'indicateur (23) de position.

10. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que, lors des changements de trajectoire de l'aéronef, l'image est tournée par l'unité de calcul (22) autour de son centre, en même temps qu'elle commande la transformation des coordonnées (déplacement le long des axes x et y de l'image) qui sont nécessaires pour que la rotation semble avoir lieu autour du point fixe disposé excentriquement.

