



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé et dispositif d'affichage pour un aéronef qui suit un plan de vol.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'affichage pour un aéronef, en particulier un avion de transport, qui suit un plan de vol.

On sait que, dans un contexte international où le trafic aérien ne cesse d'augmenter, on associe aux trajectoires des aéronefs des couloirs aériens, dont la largeur devient de plus en plus faible. Pour pouvoir réduire cette largeur de couloir aérien, on tient notamment compte de certaines performances desdits aéronefs.

On sait de plus que les performances qu'un aéronef doit tenir pour rester dans un tel couloir aérien, sont de deux types, à savoir :

- des performances de guidage : le but est de faire suivre à l'aéronef correctement un plan de vol, c'est-à-dire de minimiser une erreur de guidage (dénommée en anglais "Flight Technical Error" ou FTE) ; et
- des performances de navigation : le but est d'avoir une bonne estimation de la position effective de l'aéronef, c'est-à-dire de minimiser une erreur d'estimation de position ("Position Estimation Error" en anglais ou PEE).

Pour tenir les performances précédentes, il convient donc de minimiser la somme de ces deux erreurs FTE et PEE, à savoir une erreur totale qui est dénommée en anglais "Total System Error" ou TSE.

La tenue de ce paramètre TSE est l'une des conditions requises pour permettre en particulier :

- de faire voler l'aéronef suivant de nouveaux types d'approche, par rapport à des terrains contenant des obstacles ou présentant des restrictions d'atterrissage ;

- d'opérer des approches simultanées sur des pistes d'atterrissage proches les unes des autres ; et
- d'autoriser des minima de hauteur de décision d'atterrissage plus faibles.

5 Par conséquent, il est nécessaire au pilote et aux systèmes de l'aéronef d'effectuer une surveillance des performances en terme de guidage et de navigation dudit aéronef, par rapport aux performances requises. En effet, de telles informations permettent de renseigner le pilote et les systèmes sur la marge restante pour garder l'aéronef dans le couloir aérien

10 requis.

La présente invention concerne un procédé d'affichage pour un aéronef qui suit un plan de vol, permettant de fournir à un pilote de l'aéronef des informations lui permettant d'effectuer une surveillance simple et précise des performances de l'aéronef relatives au confinement de l'aéronef

15 dans un couloir de vol (ou couloir aérien).

A cet effet, selon l'invention, ledit procédé d'affichage est remarquable en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive, la suite d'étapes successives suivante :

- a) on calcule la position effective de l'aéronef ;
- 20 b) on détermine au moins un écart maximal autorisé autour d'une position de consigne sur une trajectoire de vol issue dudit plan de vol, en fonction, d'une part, de performances de précision et d'intégrité de calcul de ladite position effective de l'aéronef et, d'autre part, d'une contrainte de zone de vol autorisée dans un couloir de vol associé audit
- 25 plan de vol ; et
- c) on présente, sur au moins un écran de visualisation, au moins une échelle de distance et, sur cette échelle de distance au moins :
 - un premier symbole qui est fixe et qui indique ladite position effective qui est prise comme position de référence ; et

– deux indicateurs qui indiquent les limites, généralement de part et d'autre de la trajectoire de vol, dudit écart maximal autorisé, lesdits indicateurs étant mobiles et situés par rapport audit premier symbole à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés auxdites étapes a) et b).

Ainsi, grâce aux éléments (premier symbole et indicateurs) affichés sur l'écran de visualisation, le pilote est en mesure d'évaluer de façon précise la position de l'aéronef par rapport à l'écart maximal autorisé relatif à ce plan de vol.

De plus, grâce à ladite échelle de distance, ces éléments lui donnent une indication sur la distance effective. De préférence, cette échelle de distance est invariable, c'est-à-dire qu'elle présente toujours le même rapport entre la représentation figurée d'une longueur et la longueur réelle correspondante, de sorte que ces informations sont toujours présentées de façon uniforme.

De façon avantageuse, si lesdits indicateurs se déplacent par rapport audit premier symbole de sorte que ledit premier symbole n'est plus situé entre ces indicateurs, on émet un premier signal d'alerte.

Dans un mode de réalisation préféré :

- à l'étape b), on détermine, de plus, une position de consigne de l'aéronef, correspondant à une position requise par le plan de vol ; et
- à l'étape c), on présente, de plus, sur ledit écran de visualisation, un second symbole qui indique ladite position de consigne sur l'échelle de distance, ledit second symbole étant mobile et situé par rapport audit premier symbole à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés auxdites étapes a) et b).

Ainsi, grâce à ces éléments (premier et second symboles) affichés sur l'écran de visualisation, le pilote est en mesure d'évaluer de façon pré-

cise la position de l'aéronef par rapport à la position requise par le plan de vol.

En outre, avantageusement :

- à l'étape c), on détermine, de plus, un écart auxiliaire qui illustre une performance de guidage de l'aéronef, en fonction d'un mode de pilotage activé pour piloter l'aéronef ; et
- à l'étape d), on présente, de plus, sur ledit écran de visualisation, deux marqueurs qui indiquent sur l'échelle de distance les limites, généralement de part et d'autre de la trajectoire de vol, dudit écart auxiliaire, lesdits marqueurs étant mobiles et situés par rapport audit premier symbole à chaque fois en conformité avec les résultats du traitement précédent.

Par ailleurs, de façon avantageuse :

- on compare ledit écart maximal autorisé audit écart auxiliaire ; et
- si ledit écart maximal autorisé devient inférieur audit écart auxiliaire, on émet un second signal d'alerte.

Dans une première variante, ledit écart maximal autorisé est un écart latéral maximal autorisé et ladite trajectoire de vol est une trajectoire de vol latérale.

Dans un mode de réalisation particulier, à l'étape b), on détermine comme écart latéral maximal autorisé, la plus petite des trois différences suivantes :

- une différence entre une contrainte de couloir relative au couloir de vol et une incertitude sur la position effective calculée ;
- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir et une limite d'intégrité horizontale ; et
- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir et une probabilité relative à une erreur de navigation transverse.

Dans une deuxième variante ou en complément de la première variante précitée, ledit écart maximal autorisé est un écart vertical maximal autorisé et ladite trajectoire de vol est une trajectoire de vol verticale.

5 Dans une troisième variante ou en complément de l'une ou des deux variantes précitées, ledit écart maximal autorisé est un écart longitudinal selon la trajectoire de vol.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, à l'étape c), on présente l'une ou plusieurs des échelles de distance suivantes :

- une échelle latérale ;
- 10 – une échelle longitudinale ; et
- une échelle verticale.

En outre, avantageusement, à l'étape c), on réalise un affichage combiné d'écarts latéral et longitudinal sur une même échelle de distance, correspondant à un écart horizontal.

15 La présente invention concerne également un dispositif d'affichage pour un aéronef qui suit un plan de vol.

Selon l'invention, ledit dispositif est remarquable en ce qu'il comporte :

- un premier moyen pour calculer la position effective de l'aéronef ;
- 20 – éventuellement un deuxième moyen pour déterminer une position de consigne de l'aéronef, correspondant à une position requise par le plan de vol ;
- un troisième moyen pour déterminer au moins un écart (latéral, vertical ou longitudinal) maximal autorisé autour d'une position de consigne sur
- 25 une trajectoire de vol (latérale ou verticale ou selon cette dernière), issue dudit plan de vol, en fonction, d'une part, de performances de précision et d'intégrité de calcul de ladite position effective de l'aéronef et, d'autre part, d'une contrainte de zone de vol autorisée dans un couloir de vol associé audit plan de vol ; et

– un système d'affichage pour présenter, sur au moins un écran de visualisation, au moins une échelle de distance (de préférence invariable) et, sur cette échelle de distance :

- un premier symbole qui est fixe et qui indique ladite position effective qui est prise comme position de référence ;
- éventuellement un second symbole qui indique ladite position de consigne ; et
- deux indicateurs qui indiquent les limites (de part et d'autre de la trajectoire de vol en cas d'écart latéral ou vertical) dudit écart maximal autorisé,

ledit système d'affichage étant formé de manière à déplacer ledit second symbole et lesdits indicateurs qui sont mobiles de sorte qu'ils sont situés par rapport audit premier symbole à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés par lesdits premier, deuxième et troisième moyens.

De préférence, ledit dispositif conforme à l'invention comporte, de plus, un quatrième moyen pour déterminer un écart auxiliaire qui illustre une performance de guidage de l'aéronef en fonction d'un mode de pilotage activé, et ledit système d'affichage présente de plus sur ledit écran de visualisation, deux marqueurs qui indiquent sur l'échelle de distance les limites (de part et d'autre de la trajectoire de vol en cas d'écart latéral ou vertical) dudit écart auxiliaire, ledit système d'affichage étant formé de manière à déplacer lesdits marqueurs qui sont mobiles de sorte qu'ils sont situés par rapport audit premier symbole à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés par ledit quatrième moyen.

En outre, dans un mode de réalisation particulier, ledit dispositif comporte, de plus :

– des moyens susceptibles d'émettre au moins un signal d'alerte ; et/ou

- une base de données comprenant des valeurs de contrainte, notamment de contrainte de couloir, relatives à un couloir de vol associé à un plan de vol.

Par ailleurs, avantageusement :

- 5 – au moins ledit troisième moyen fait partie d'un système de gestion de vol de l'aéronef ; et/ou
- ledit écran de visualisation est un écran primaire de pilotage.

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

La figure 1 est le schéma synoptique d'un dispositif d'affichage conforme à l'invention.

Les figures 2 à 5 montrent schématiquement un affichage réalisé conformément à l'invention, à titre d'exemple sur un écran primaire de
15 pilotage, respectivement dans des situations de vol différentes.

Les figures 6 à 8 montrent schématiquement des variantes de réalisation d'indications présentées conformément à l'invention sur un écran de visualisation.

Le dispositif 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est destiné à afficher des informations précisées ci-
20 après sur un aéronef A, en particulier un avion de transport, qui suit un plan de vol. Ce plan de vol est déterminé de façon usuelle soit avant le vol, soit au cours du vol, par exemple par l'intermédiaire d'un système de gestion du vol de type FMS ("Flight Management System" en anglais).

25 Selon l'invention, ledit dispositif 1 comporte :

- un ensemble 2 de sources d'informations comprenant notamment un moyen usuel, muni par exemple d'un capteur de type GPS ("Global Positioning System" en anglais), pour calculer la position effective de l'aéronef A ;

- un moyen 3 pour déterminer une position de consigne de l'aéronef A, correspondant à une position requise par ledit plan de vol que l'aéronef A doit suivre ;
- un moyen 4 pour déterminer en temps réel au moins un écart maximal autorisé de part et d'autre d'une trajectoire de vol qui est issue de façon usuelle dudit plan de vol. Dans le cadre de la présente invention, il peut s'agir d'un écart latéral maximal autorisé relatif à une trajectoire de vol latérale et/ou d'un écart vertical maximal autorisé relatif à une trajectoire de vol verticale et/ou d'un écart longitudinal maximal autorisé selon une trajectoire de vol. A titre d'illustration non limitative, la description suivante s'applique à un écart latéral maximal autorisé E1 de part et d'autre d'une trajectoire de vol latérale 5 qui est représentée schématiquement sur la partie supérieure des figures 2 à 5. Selon l'invention, ledit moyen 4 détermine ledit écart latéral maximal autorisé E1, en fonction :
 - d'une part, de performances de précision et d'intégrité de calcul de ladite position effective de l'aéronef A, c'est-à-dire de la confiance portée dans les mesures et les calculs réalisés pour déterminer cette position effective ; et
 - d'autre part, d'une contrainte de zone de vol autorisée, et plus précisément d'une contrainte de couloir CV, relative à un couloir de vol défini par des limites 6A et 6B également représentées sur la partie supérieure des figures 2 à 5. Ledit couloir de vol (ou couloir aérien) est associé audit plan de vol et est tel que l'aéronef A doit rester à l'intérieur de ce couloir de vol lorsqu'il suit ledit plan de vol ; et
- un système d'affichage 7 qui comporte au moins un écran de visualisation 8 et qui présente, sur cet écran de visualisation 8, au moins une

échelle de distance 9 et, sur cette échelle de distance 9 graduée par exemple en miles nautiques :

- un symbole 10, par exemple un trait disposé verticalement, qui est fixe et qui indique ladite position effective de l'aéronef A, cette position effective étant prise comme position de référence ; et
- un ensemble d'indications 11 qui est mobile par rapport audit symbole 10 fixe.

Ledit ensemble d'indications 11 comporte au moins :

- un symbole 12, par exemple un rectangle ou un trait disposé verticalement, qui indique ladite position de consigne, c'est-à-dire la position requise sur la trajectoire de vol latérale 5 par le plan de vol ; et
- deux indicateurs 13 et 14 qui indiquent les limites 15A et 15B (de part et d'autre de la trajectoire de vol latérale 5) dudit écart latéral maximal autorisé E1, comme représenté sur la figure 2.

Selon l'invention, ledit système d'affichage 7 est formé de manière à déplacer ledit ensemble d'indications 11 qui est mobile de sorte qu'il est toujours situé par rapport audit symbole 10 en conformité avec les résultats des traitements précités (réalisés en temps réel).

Ainsi, grâce aux éléments (symboles 10 et 12, et indicateurs 13 et 14) affichés sur l'écran de visualisation 8, le pilote est en mesure d'évaluer de façon précise la position de l'aéronef A, d'une part, par rapport à la position requise par le plan de vol et, d'autre part, par rapport à l'écart latéral maximal autorisé E1 relatif à ce plan de vol.

De plus, grâce à ladite échelle de distance 9, ces éléments 10, 12, 13, 14 lui donnent une indication sur les distances effectives correspondantes. De préférence, cette échelle de distance 9 est invariable, c'est-à-dire qu'elle présente toujours le même rapport entre la représentation figurée d'une longueur et la longueur réelle correspondante, de sorte

que ces informations sont toujours présentées de façon uniforme en ce qui concerne la longueur.

En ce qui concerne l'affichage (en particulier pour un écart longitudinal), plusieurs possibilités sont envisageables dans le cadre de la présente invention, notamment : écart longitudinal sur une échelle de distance spécifique (en plus de deux échelles de distance latérale et verticale, toutes combinaisons pouvant être envisagées : affichage d'une seule, de deux ou des trois échelles de distance) ; affichage combiné des écarts latéral et longitudinal sur une même échelle de distance, correspondant à un écart horizontal.

Sur les figures 2 à 5, on a représenté sur la partie supérieure une situation de vol et sur la partie inférieure l'affichage réalisé conformément à l'invention pour la situation correspondante.

La figure 2 illustre un exemple où l'aéronef A se trouve sur la trajectoire de vol latérale 5. Dans ce cas, le symbole 10 indiquant la position effective de l'aéronef A et le symbole 12 indiquant la position prescrite ou position de consigne sur ladite trajectoire de vol latérale 5 sont superposés.

Dans l'exemple de la figure 3, la position effective de l'aéronef A (qui se trouve sur une trajectoire latérale effective 17) est décalée latéralement d'une distance D par rapport à la trajectoire latérale prescrite 5. Aussi, le symbole 12 est décalé par rapport audit symbole 10 fixe. Toutefois, comme cette distance ou déviation latérale D est inférieure à l'écart latéral maximal autorisé E1 (non représenté), ledit symbole 10 se trouve toujours entre les indicateurs 13 et 14 qui indiquent les limites, de part et d'autre de la trajectoire de vol latérale 5, dudit écart latéral maximal autorisé E1. Le vol de l'aéronef A reste dans ce cas conforme aux prescriptions, l'aéronef A se trouvant à une distance suffisante des limites 6A et

6B du couloir de vol, ce qui le préserve de tout risque de sortie dudit couloir de vol.

En revanche, dans l'exemple de la figure 4, la déviation latérale D est supérieure à l'écart latéral maximal autorisé E1, et l'aéronef A risque de se trouver à l'extérieur dudit couloir de vol. L'ensemble d'indications 11 est donc décalé latéralement par rapport audit symbole 10. Dans ce cas, l'aéronef A ne respecte plus la contrainte de confinement dans le couloir de vol.

Le dispositif 1 conforme à l'invention comporte des moyens d'alerte 18 pour émettre un signal d'alerte dans une telle situation. Le signal d'alerte peut correspondre à un message qui est affiché sur un écran, par exemple sur l'écran de visualisation 8 ou sur tout autre écran de l'aéronef A, tel qu'un écran de contrôle multifonctions de type MCDU ("Multipurpose Control Display Unit" en anglais) ou un écran de navigation de type ND ("Navigation Display" en anglais) par exemple. Le signal d'alerte peut également correspondre à des informations qui sont envoyées à un système d'alerte de type FWS ("Flight Warning System" en anglais).

Dans un mode de réalisation préféré, une alerte est mise en évidence sur l'écran de visualisation 8 (représenté sur les figures 2 à 5) par un clignotement de l'ensemble d'indications 11 et éventuellement du symbole 10.

Dans le mode de réalisation des figures 2 à 5, ledit écran de visualisation 8 est un écran primaire de pilotage de type PFD ("Primary Flight Display" en anglais) qui affiche de façon usuelle une zone centrale 16 comprenant un horizon artificiel qui s'incline lorsque l'aéronef A s'incline. De façon usuelle, un tel écran primaire de pilotage 8 comporte également une échelle de vitesse 19, une échelle de cap 20 et une échelle d'altitude 21.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, ladite contrainte de couloir CV qui dépend du plan de vol courant, est enregistrée dans une base de données 22 du dispositif 1.

En outre, dans un mode de réalisation préféré, ledit moyen 4 détermine ledit écart latéral maximal autorisé E1, comme la plus petite des trois différences suivantes qu'il calcule en temps réel :

- une différence entre ladite contrainte de couloir CV issue de ladite base de données 22 et une incertitude prédéterminée sur ladite position effective calculée ;
- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir CV et une limite d'intégrité horizontale prédéterminée ; et
- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir CV et une probabilité prédéterminée relative à une erreur de navigation transverse.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, ledit dispositif 1 comporte, de plus :

- un moyen 23 usuel, pour indiquer le mode de pilotage (pilote automatique, directeur de vol) utilisé à l'instant courant par l'aéronef A, pour suivre ledit plan de vol ; et
- un moyen 24 pour déterminer un écart auxiliaire E2 qui illustre une performance de guidage de l'aéronef A, en fonction dudit mode de pilotage activé à l'instant courant pour piloter l'aéronef A, information qui est reçue dudit moyen 23.

Cet écart auxiliaire E2 peut aussi être fonction de la géométrie de la trajectoire de vol ou de conditions extérieures à l'aéronef A, telles que le vent prédit sur la trajectoire de vol.

Dans ce cas, le système d'affichage 7 présente, de plus, sur ledit écran de visualisation 8, deux marqueurs 25 et 26 qui indiquent sur l'échelle de distance 9 les limites 39A et 39B (figure 5), de part et d'autre de la trajectoire de vol latérale 5, dudit écart auxiliaire E1. Lesdits mar-

queurs 25 et 26 font partie dudit ensemble d'indications 11 et se déplacent par rapport audit symbole 10 en conformité avec les résultats du traitement précédent. Les marqueurs 25 et 26 indiquent donc la performance intrinsèque de l'aéronef A, liée au mode de pilotage activé.

5 Le dispositif 1 conforme à l'invention comporte, de plus, un moyen 27 pour comparer l'écart latéral maximal autorisé E1 reçu dudit moyen 4 à l'écart auxiliaire E2 reçu dudit moyen 24. Sur la figure 5, on a représenté un écart E3 qui correspond au double de l'écart auxiliaire E2. Lorsque l'écart latéral maximal autorisé E1 devient inférieur à l'écart auxiliaire E2,
10 ledit dispositif 1 émet un signal d'alerte correspondant. Dans ce cas, le mode de pilotage enclenché ne permet pas à l'aéronef A de rester dans le couloir de vol. Cela est dû, soit à une dégradation des performances de guidage (l'écart entre les marqueurs 25 et 26 augmentant), soit à une dégradation des performances de navigation (l'écart entre les indicateurs 13
15 et 14 diminuant, comme dans l'exemple de la figure 5). Dans ce cas, le signal d'alerte émis peut être du même type qu'indiqué précédemment.

L'ensemble d'indications 11 et le symbole 10 sont affichés sur une zone d'affichage 28 de l'écran de visualisation 8. Cette zone d'affichage 28 est représentée sur les figures 6 à 8. Selon l'invention, lesdits marqueurs 13 et 14 peuvent être représentés graphiquement de différentes
20 manières. A titre d'exemple, lesdits marqueurs 13 et 14 peuvent être représentés :

- sous forme de deux crochets reliés entre eux et formant un ensemble 29, comme illustré sur les figures 2 à 5 ;
- 25 – sous forme de crochets 30, comme illustré sur la figure 6 ;
- sous forme de surfaces 31, comme illustré sur la figure 7 ; ou
- sous forme d'ensembles 32 comportant un crochet et une surface reliés ensemble, comme illustré sur la figure 8.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, lesdits moyens 3, 4, 24 et 27 font partie d'une unité centrale 33 qui est reliée par l'intermédiaire de liaisons 34 à 38 respectivement à l'ensemble 2, au moyen 23, à la base de données 22, au système d'affichage 7 et au moyen d'alerte 18, comme représenté sur la figure 1. Ladite unité centrale 33 correspond, par exemple, à un système de gestion de vol de type FMS ("Flight Management System" en anglais).

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'affichage pour un aéronef qui suit un plan de vol, caractérisé en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive, la suite d'étapes successives suivante :

5 a) on calcule la position effective de l'aéronef (A) ;

b) on détermine au moins un écart maximal autorisé (E1) autour d'une position de consigne sur une trajectoire de vol (5) issue dudit plan de vol, en fonction, d'une part, de performances de précision et d'intégrité de calcul de ladite position effective de l'aéronef (A) et, d'autre part, d'une
10 contrainte de zone de vol autorisée dans un couloir de vol (6A, 6B) associé audit plan de vol ; et

c) on présente, sur au moins un écran de visualisation (8), au moins une échelle de distance (9) et, sur cette échelle de distance (9) au moins :

– un premier symbole (10) qui est fixe et qui indique ladite position effective qui est prise comme position de référence ; et
15

– deux indicateurs (13, 14) qui indiquent les limites (15A, 15B) dudit écart maximal autorisé (E1),

lesdits indicateurs (13, 14) étant mobiles et situés par rapport audit premier symbole (10) à chaque fois en conformité avec les résultats des
20 traitements réalisés auxdites étapes a) et b).

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que, si lesdits indicateurs (13, 14) se déplacent par rapport audit premier symbole (10) de sorte que ledit premier symbole (10) n'est plus situé entre ces indicateurs (13, 14), on émet un premier signal
25 d'alerte.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,

caractérisé en ce que :

– à l'étape b), on détermine, de plus, une position de consigne de l'aéronef (A), correspondant à une position requise par le plan de vol ; et

- à l'étape c), on présente, de plus, sur ledit écran de visualisation (8), un second symbole (12) qui indique ladite position de consigne sur l'échelle de distance (9), ledit second symbole (12) étant mobile et situé par rapport audit premier symbole (10) à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés auxdites étapes a) et b).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que :

- à l'étape b), on détermine, de plus, un écart auxiliaire qui illustre une performance de guidage de l'aéronef (A), en fonction d'un mode de pilotage activé pour piloter l'aéronef (A) ; et
- à l'étape c), on présente, de plus, sur ledit écran de visualisation (8), deux marqueurs (25, 26) qui indiquent sur l'échelle de distance (9) les limites (39A, 39B) dudit écart auxiliaire, lesdits marqueurs (25, 26) étant mobiles et situés par rapport audit premier symbole (10) à chaque fois en conformité avec les résultats du traitement précédent.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que :

- on compare ledit écart maximal autorisé (E1) audit écart auxiliaire ; et
- si ledit écart maximal autorisé (E1) devient inférieur audit écart auxiliaire, on émet un second signal d'alerte.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit écart maximal autorisé est un écart latéral maximal autorisé (E1) et ladite trajectoire de vol est une trajectoire de vol latérale (5).

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'à l'étape b), on détermine comme écart latéral maximal autorisé (E1), la plus petite des trois différences suivantes :
- une différence entre une contrainte de couloir (CV) relative au couloir de vol (6A, 6B) et une incertitude sur la position effective calculée ;

- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir (CV) et une limite d'intégrité horizontale ; et
- une différence entre le double de ladite contrainte de couloir (CV) et une probabilité relative à une erreur de navigation transverse.

5 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit écart maximal autorisé est un écart vertical maximal autorisé et ladite trajectoire de vol est une trajectoire de vol verticale.

10 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit écart maximal autorisé est un écart longitudinal selon la trajectoire de vol.

 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite échelle de distance (9) est invariable.

15 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape c), on présente l'une ou plusieurs des échelles de distance (9) suivantes :

- une échelle latérale ;
- 20 – une échelle longitudinale ; et
- une échelle verticale.

 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'à l'étape c), on réalise un affichage combiné d'écarts latéral et longitudinal sur une même échelle de distance (9), correspondant
25 à un écart horizontal.

 13. Dispositif d'affichage pour un aéronef qui suit un plan de vol, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier moyen (2) pour calculer la position effective de l'aéronef (A) ;

- un troisième moyen (4) pour déterminer au moins un écart maximal autorisé (E1) autour d'une position de consigne sur une trajectoire de vol (5) issue dudit plan de vol, en fonction, d'une part, de performances de précision et d'intégrité de calcul de ladite position effective de l'aéronef (A) et, d'autre part, d'une contrainte de zone de vol autorisée dans un couloir de vol (6A, 6B) associé audit plan de vol ; et
- 5
- un système d'affichage (7) pour présenter, sur au moins un écran de visualisation (8), au moins une échelle de distance (9) et, sur cette échelle de distance (9) :
- 10
- un premier symbole (10) qui est fixe et qui indique ladite position effective qui est prise comme position de référence ; et
 - deux indicateurs (13, 14) qui indiquent les limites (15A, 15B) dudit écart maximal autorisé (E1),

ledit système d'affichage (7) étant formé de manière à déplacer lesdits indicateurs (13, 14) qui sont mobiles de sorte qu'ils sont situés par rapport audit premier symbole (10) à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés par lesdits premier et troisième moyens (2, 4).

15

14. Dispositif selon la revendication 13,

20

caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, un deuxième moyen (3) pour déterminer une position de consigne de l'aéronef (A), correspondant à une position requise par le plan de vol, et en ce que ledit système d'affichage (7) présente, de plus, sur ledit écran de visualisation (8) un second symbole (12) qui indique ladite position de consigne sur l'échelle de distance (9), ledit système d'affichage (7) étant formé de manière à déplacer ledit second symbole (12) qui est mobile de sorte qu'il est situé par rapport audit premier symbole (10) à chaque fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés par lesdits premier et deuxième moyens (2, 3).

25

15. Dispositif selon l'une des revendications 13 et 14, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, un quatrième moyen (24) pour déterminer un écart auxiliaire qui illustre une performance de guidage de l'aéronef en fonction d'un mode de pilotage activé, et en ce que ledit système d'affichage (7) présente de plus sur ledit écran de visualisation (8),
5 deux marqueurs (25, 26) qui indiquent sur l'échelle de distance (9) les limites (39A, 39B) dudit écart auxiliaire, ledit système d'affichage (7) étant formé de manière à déplacer lesdits marqueurs (25, 26) qui sont mobiles de sorte qu'ils sont situés par rapport audit premier symbole (10) à chaque
10 fois en conformité avec les résultats des traitements réalisés par ledit quatrième moyen (24).

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, des moyens (18) susceptibles d'émettre au moins un signal d'alerte.

15 17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, caractérisé en ce qu'il comporte, de plus, une base de données (23) comprenant des valeurs de contrainte (CV), relatives à un couloir de vol (6A, 6B) associé à un plan de vol.

20 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisé en ce qu'au moins ledit troisième moyen (3) fait partie d'un système de gestion de vol de l'aéronef (A).

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisé en ce que ledit écran de visualisation (8) est un écran primaire de pilotage.

25 20. Aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (1) susceptible de mettre en œuvre le procédé spécifié sous l'une quelconque des revendications 1 à 12.

21. Aéronef,
caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (1) tel que celui spécifié sous
l'une quelconque des revendications 13 à 19.

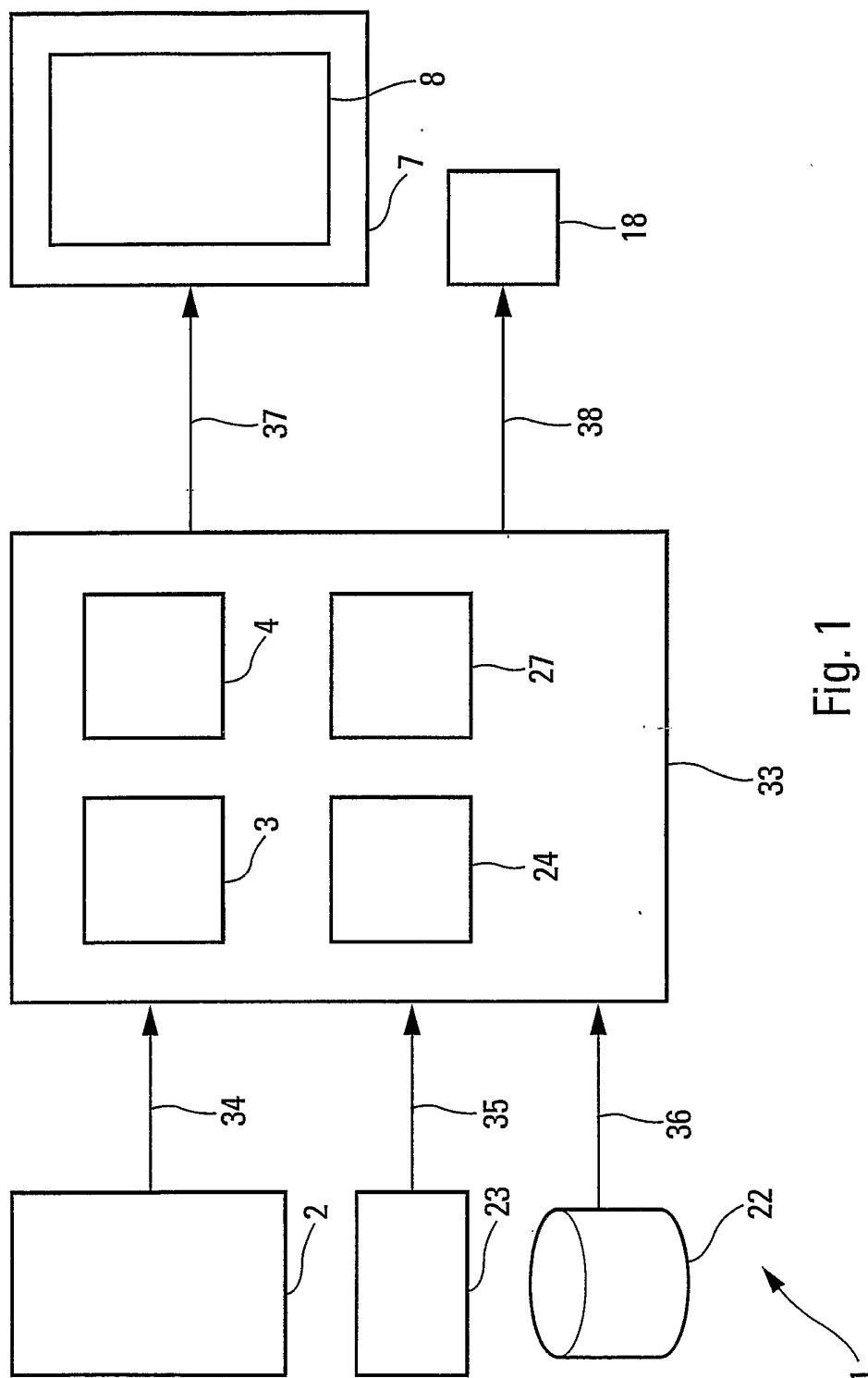


Fig. 1

2/8

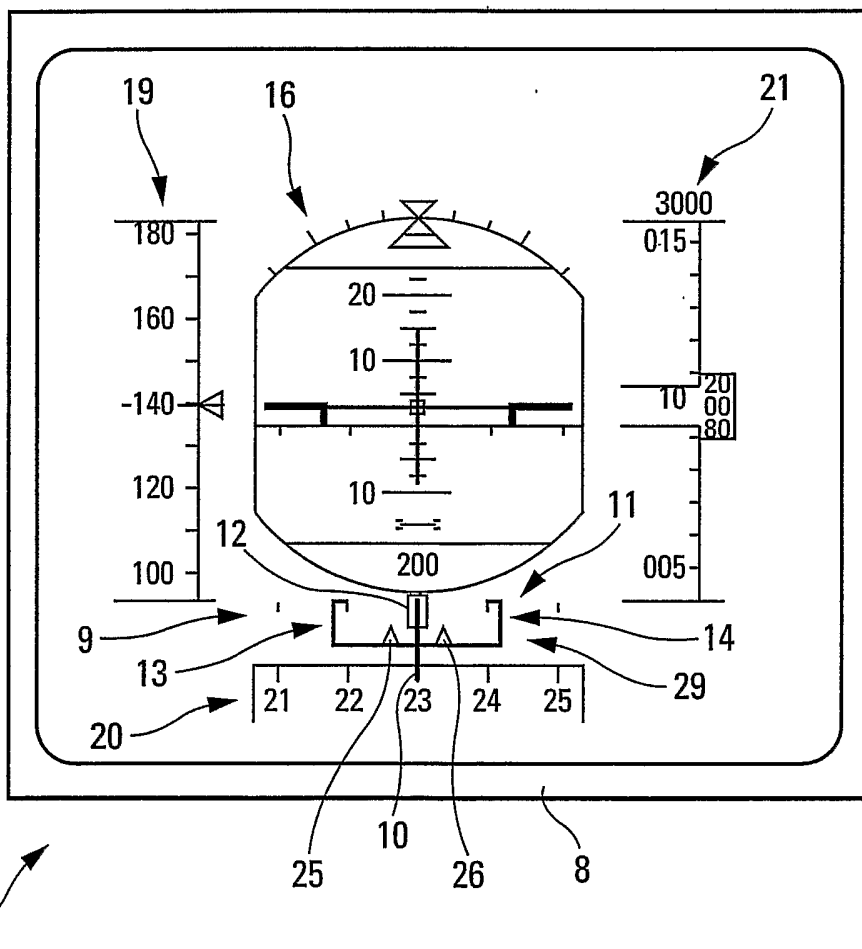
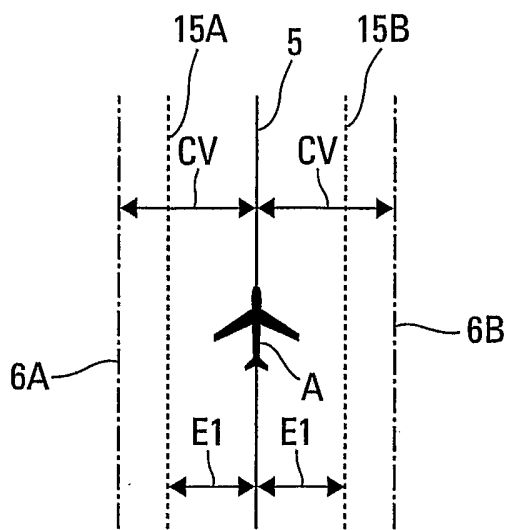


Fig. 2

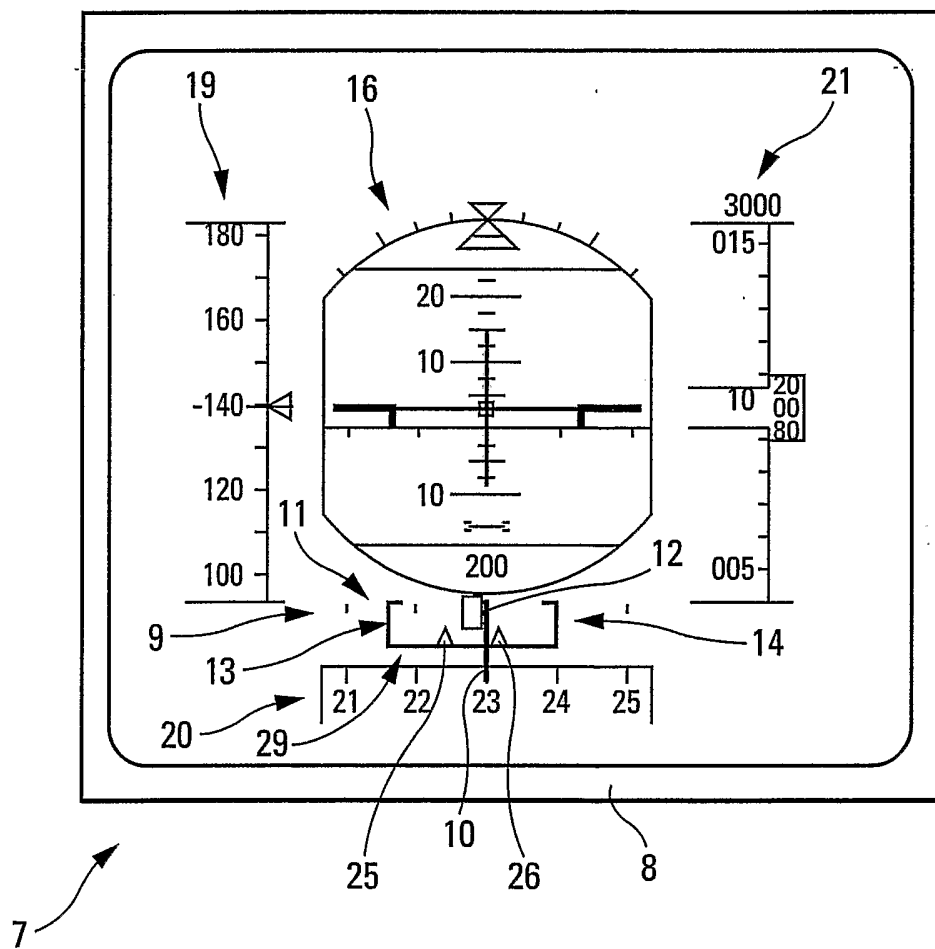
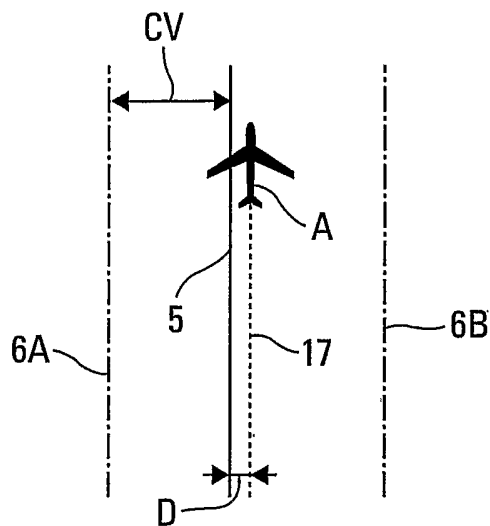


Fig. 3

4/8

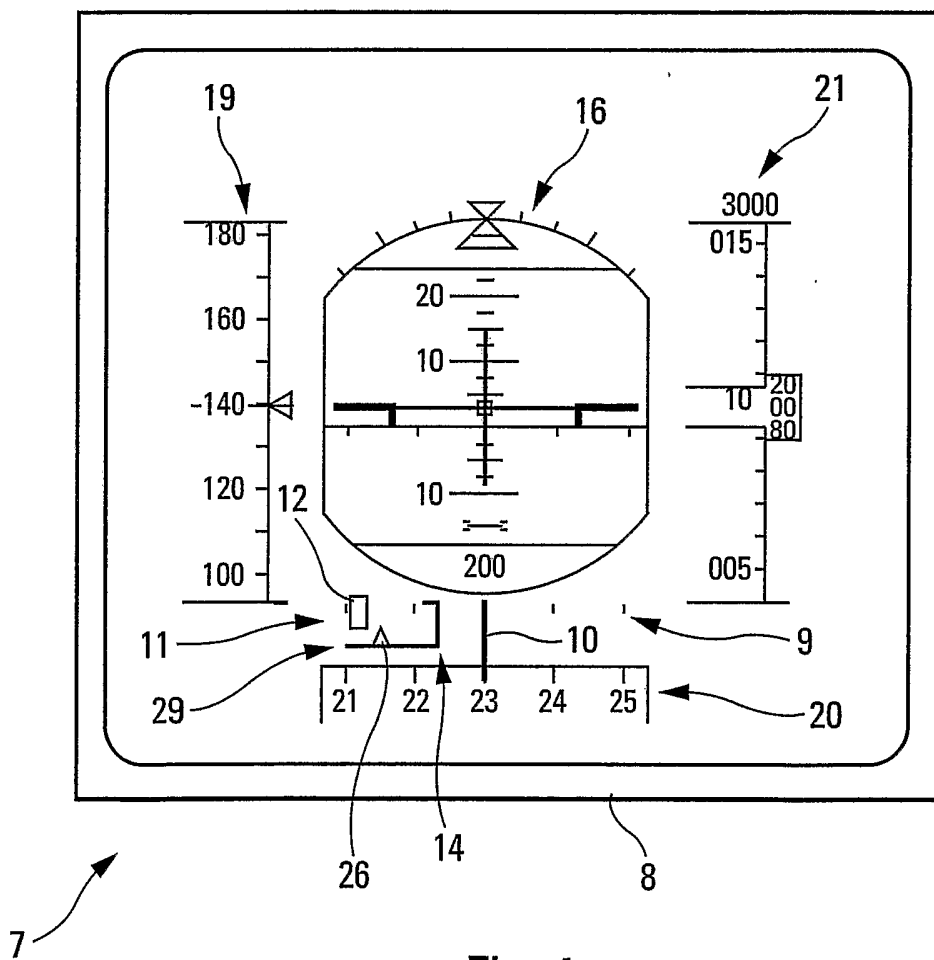
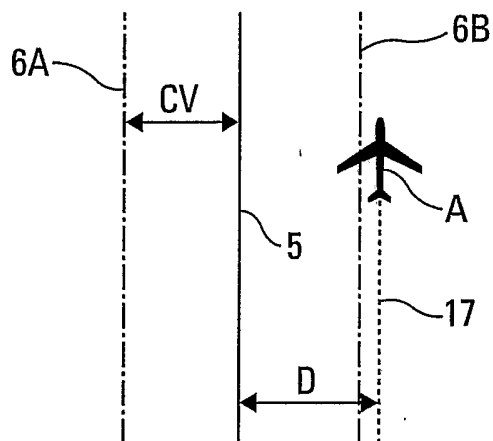


Fig. 4

5/8

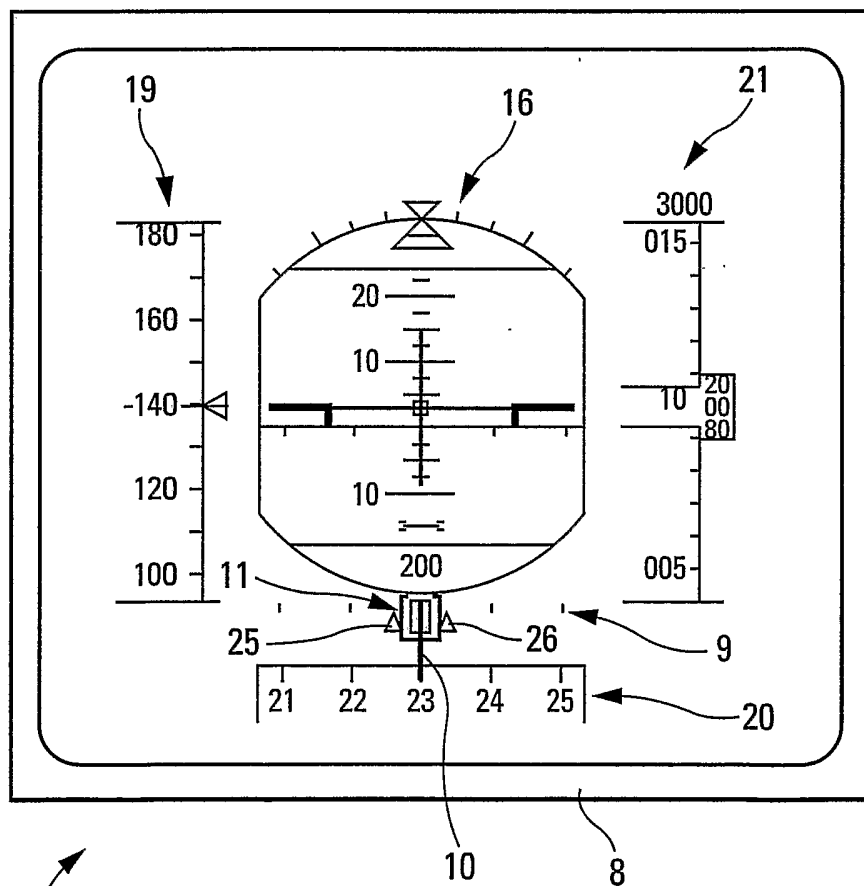
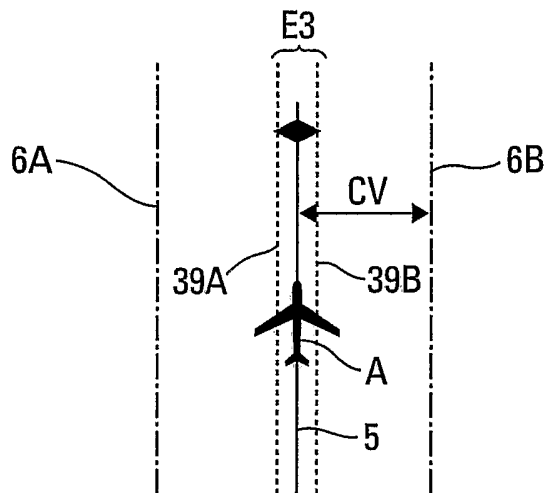


Fig. 5

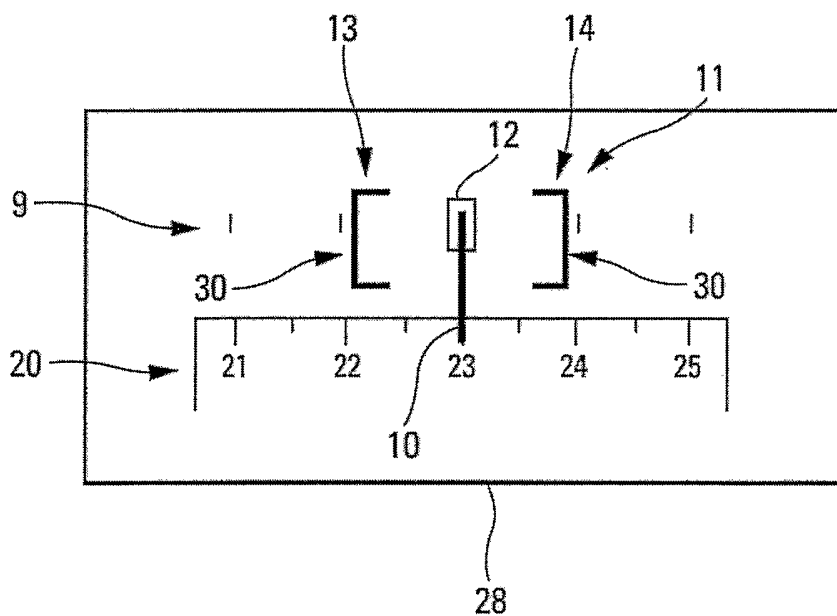


Fig. 6

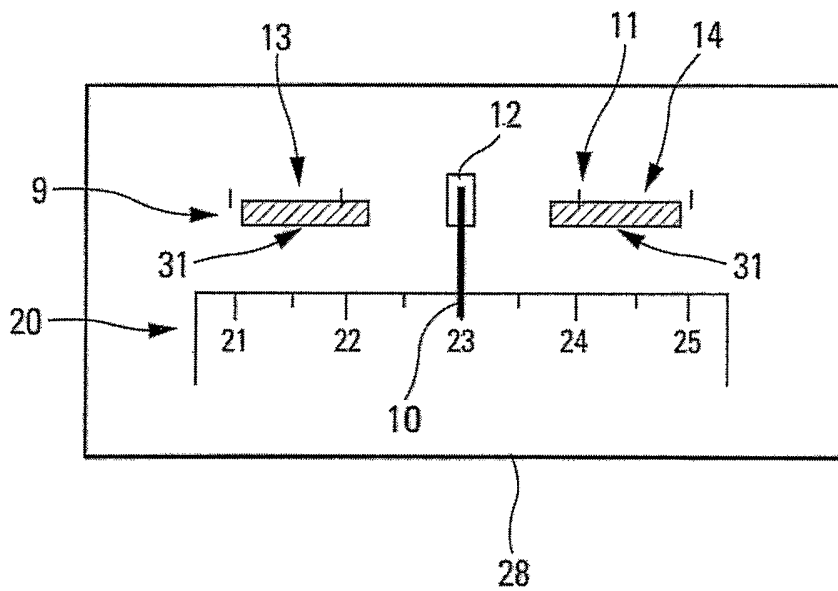


Fig. 7

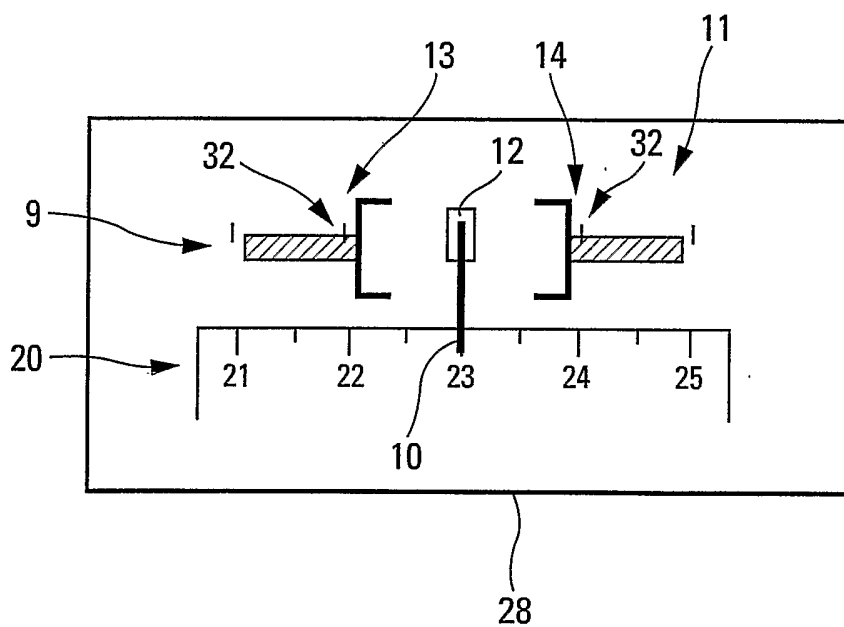


Fig. 8