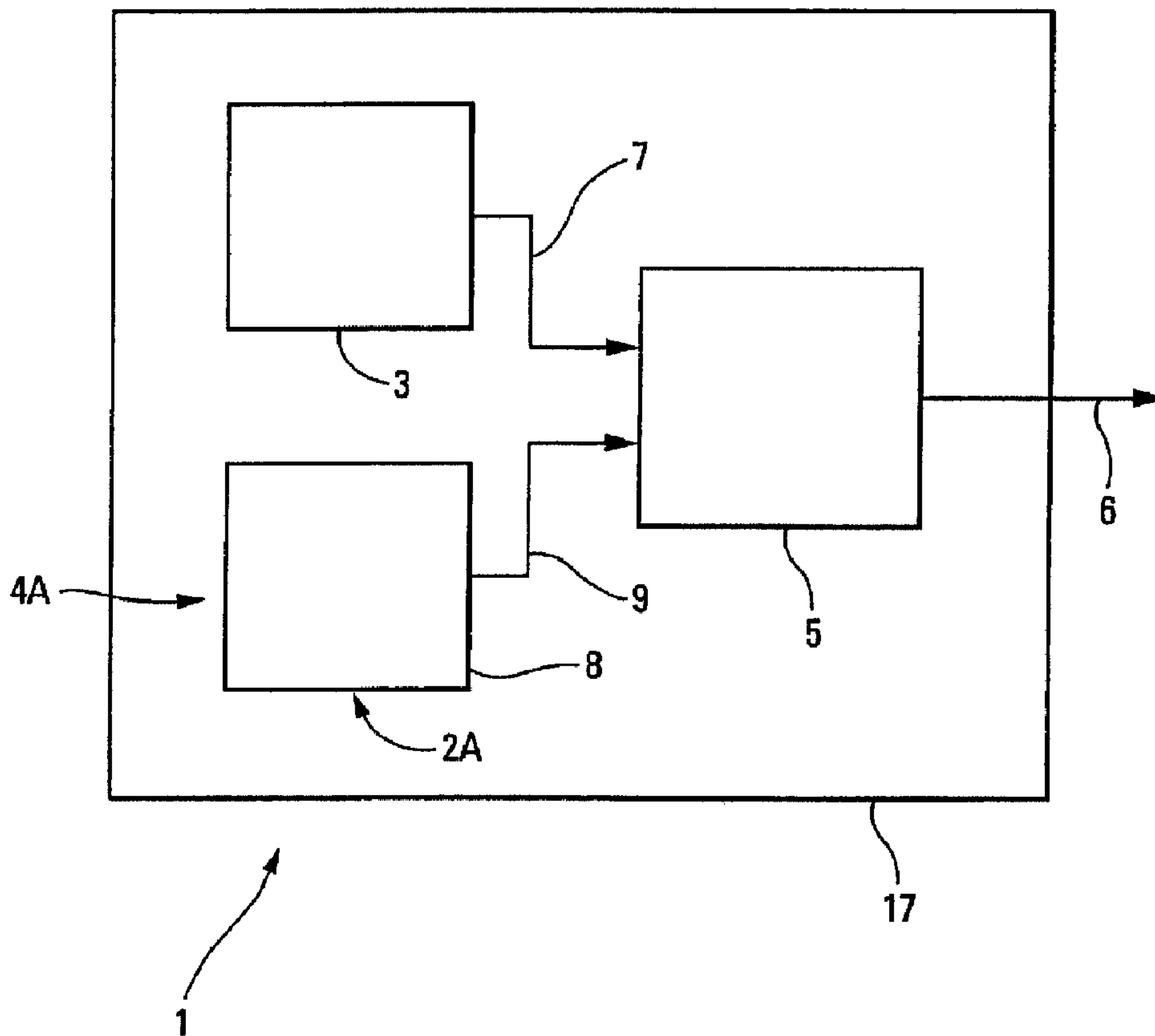




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2005/04/06
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/10/22
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2012/09/25
 (30) Priorité/Priority: 2004/04/22 (FR04 04268)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G08G 5/02* (2006.01),
B64D 45/04 (2006.01), *G01S 1/18* (2006.01),
G01S 1/56 (2006.01), *G01S 5/14* (2006.01),
G05D 1/06 (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
 FALCATI, MICHEL, FR;
 TATHAM, GILLES, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 AIRBUS OPERATIONS SAS, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF D'AIDE A L'ATERRISSAGE D'UN AERONEF SUR UNE PISTE D'ATERRISSAGE
 (54) Title: PROCESS AND APPARATUS FOR ASSISTING AIRCRAFT LANDINGS ON LANDING STRIPS



(57) Abrégé/Abstract:

-Le dispositif (1) utilise une position verticale angulaire de l'aéronef et comporte au moins un moyen radioélectrique (2A) d'aide à l'atterrissage, des moyens (3) pour déterminer de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude, des moyens (4A)



(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

pour déterminer la position du seuil de ladite piste d'atterrissage en latitude et longitude, et une unité de calcul (5) pour, à partir desdites positions de l'aéronef et du seuil de la piste d'atterrissage, corriger la position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef.

A B R É G É

- Le dispositif (1) utilise une position verticale angulaire de l'aéronef et comporte au moins un moyen radioélectrique (2A) d'aide à l'atterrissage, des moyens (3) pour déterminer de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude, des moyens (4A) pour déterminer la position du seuil de ladite piste d'atterrissage en latitude et longitude, et une unité de calcul (5) pour, à partir desdites positions de l'aéronef et du seuil de la piste d'atterrissage, corriger la position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef.

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'AIDE À L'ATERRISSAGE D'UN AÉRONEF **SUR UNE PISTE D'ATERRISSAGE**

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage.

10 Plus précisément, elle concerne un procédé (et un dispositif) employant au moins un moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef. On considère que l'aide à l'atterrissage comprend à la fois l'aide à l'approche, à l'atterrissage proprement dit et au roulage au sol.

Comme moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage, aussi bien pour un atterrissage manuel que pour un atterrissage automatique, on connaît différents systèmes de radionavigation, notamment un système d'atterrissage hyperfréquences de type MLS ("Microwave Landing System" en anglais) ou un système d'atterrissage aux instruments de type ILS ("Instrument Landing System" en anglais). Les besoins opérationnels rendent nécessaire de disposer d'un système de type MLS ou de type ILS qui permet d'effectuer des atterrissages quelles que soient les conditions climatiques et de respecter les exigences imposées par les normes internationales.

20 On sait que les contraintes principales qui sont liées aux types d'approche et aux contraintes d'installation des antennes sur un aéronef sont les contraintes suivantes :

- une règle dite des 19 pieds (ou 5,8 mètres) en phase finale de l'approche (représentant l'écart vertical entre la trajectoire passant par l'antenne de réception et la trajectoire passant par le dessous du train principal) qui est une exigence imposée par les normes internationales ;
- 30 – la forme des diagrammes de rayonnement des antennes et le masquage potentiel des antennes pouvant être lié à des obstacles fixes ou mobiles

comme les trains d'atterrissage, mais également aux attitudes de l'aéronef pendant toute la phase d'approche ; et

- l'écart entre le cap de l'aéronef et le cap de la piste d'atterrissage, qui est important en début d'approche.

5 Pour répondre à toutes les contraintes précitées lors d'un atterrissage, il est nécessaire tout d'abord d'installer une antenne en partie supérieure de l'aéronef, afin de garantir la réception d'un signal radioélectrique
10 lors d'une approche avec des angles importants de capture de l'axe de la piste d'atterrissage (ce signal est utilisé pour calculer la position de l'avion par rapport à l'axe d'approche). De plus, pour respecter la règle des 19
15 pieds, il faut utiliser une antenne installée en partie inférieure de l'aéronef afin d'avoir un écart vertical, entre la trajectoire passant par cette antenne et celle passant par le point le plus bas du train d'atterrissage principal, qui est inférieur à 19 pieds (ou 5,8 mètres environ).

15 Pour respecter les deux contraintes précédentes, l'installation devient complexe voire impossible pour des aéronefs, dont le diamètre et la longueur du fuselage sont importants.

 En plus des contraintes précitées liées à l'installation des antennes sur l'aéronef, il existe également des contraintes liées aux récepteurs de
20 radionavigation. Une première contrainte est qu'un système de type "MLS" par exemple travaille en valeurs angulaires et une deuxième contrainte est que pour pouvoir corriger, à partir d'une valeur métrique fixe et constante, la position verticale de l'aéronef, le récepteur doit impérativement connaître la position de l'aéronef par rapport au seuil de la
25 piste d'atterrissage, afin de transformer une correction métrique en correction angulaire.

 La présente invention concerne un procédé d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage, permettant de remédier à ces inconvénients.

A cet effet, selon l'invention, ledit procédé du type employant au moins un moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef,

est remarquable en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive,

5 les opérations suivantes :

a) on détermine de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude ;

b) on détermine la position du seuil de la piste d'atterrissage en latitude et longitude ;

10 c) à partir des positions déterminées aux étapes a) et b), on calcule une première distance correspondant à la distance dans un plan horizontal entre l'aéronef et le seuil de la piste d'atterrissage ;

d) on ajoute à cette première distance la distance dans un plan horizontal entre un point de référence au sol prédéterminé et ledit seuil de la piste
15 d'atterrissage de manière à former une seconde distance ;

e) à l'aide de cette seconde distance et de la valeur de la pente d'approche mesurée de l'aéronef, on calcule une première hauteur correspondant à la hauteur relative de l'aéronef par rapport au seuil de la piste d'atterrissage ;

20 f) on soustrait à ladite première hauteur un écart métrique prédéterminé de manière à former une seconde hauteur ; et

g) à partir de ladite seconde hauteur et de ladite seconde distance, on corrige ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de
25 l'aéronef.

Selon l'invention, ledit écart métrique prédéterminé utilisé à l'étape f) permet de respecter la règle précitée des 19 pieds.

Ainsi, grâce à l'invention, on obtient les avantages suivants :

- une seule antenne permet de répondre à toutes les contraintes précitées, si son installation permet de garantir une réception correcte et suffisante du signal radioélectrique d'aide au guidage tout au long de l'atterrissage ;
- 5 – sur des avions très gros porteurs, la présente invention permet de satisfaire facilement à la "règle des 19 pieds" ;
- la présente invention peut être adaptée automatiquement à tous les aéronefs, sans modification ou avec des modifications mineures du moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage ;
- 10 – les problèmes d'installation des antennes, en partie inférieure de l'aéronef, sont supprimés ; et
- il n'est plus nécessaire de développer et de mettre au point des algorithmes de commutation entre les différentes antennes.

De façon avantageuse :

- 15 – à l'étape a), on détermine la position de l'aéronef à l'aide d'un récepteur GPS embarqué sur ledit aéronef, c'est-à-dire un récepteur d'un système de positionnement par satellites de type GPS ("Global Positioning System" en anglais) ; et/ou
- ledit point de référence au sol utilisé à l'étape d) correspond au point
- 20 d'origine, sur la piste, de la pente d'approche.

Dans un mode de réalisation préféré, à l'étape e), on calcule ladite première hauteur H1 à l'aide de l'expression suivante :

$$H1 = D1.tan\alpha$$

dans laquelle :

- 25 – α est la valeur de la pente d'approche mesurée par le récepteur du système d'atterrissage ;
- $\tan\alpha$ est la tangente de α ; et
- D1 représente ladite seconde distance.

En outre, avantageusement, à l'étape g), on calcule ladite position angulaire corrigée à l'aide de l'expression :

$$\alpha_1 = \arctan [(H1 - H2)/D1]$$

dans laquelle H1 et D1 représentent les grandeurs spécifiées ci-dessus et, H2 représente ledit écart métrique prédéterminé.

Par ailleurs :

- dans un premier mode de réalisation, ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur d'un système d'atterrissage hyperfréquences, de préférence de type MLS ("Microwave Landing System" en anglais), et ledit récepteur reçoit la position du seuil de la piste d'atterrissage à partir d'une station au sol (étape b) ;
- dans un deuxième mode de réalisation, ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur d'un système d'atterrissage hyperfréquences, de préférence de type MLS ("Microwave Landing System" en anglais), et ladite position du seuil de la piste d'atterrissage est issue d'une base de données embarquée sur l'aéronef ; et
- dans un troisième mode de réalisation, ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur d'un système d'atterrissage aux instruments, de préférence de type ILS ("Instrument Landing System" en anglais), et ladite position du seuil de la piste d'atterrissage est issue d'une base de données embarquée sur l'aéronef.

La présente invention concerne également un dispositif d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage, ledit dispositif comportant au moins un moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef.

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

- c) des moyens pour une première distance correspondant à la distance dans un plan horizontal entre l'aéronef et le seuil de la piste d'atterrissage;
- d) des moyens d'application pour ajouter à cette première distance la distance dans un plan horizontal entre un point de référence au sol prédéterminé et ledit seuil de la piste d'atterrissage de manière à former une seconde distance;
- e) des moyens pour calculer une première hauteur correspondant à la hauteur relative de l'aéronef par rapport au seuil de la piste d'atterrissage à l'aide de cette seconde distance et de la valeur de la pente d'approche mesurée de l'aéronef;
- f) des moyens pour soustraire à ladite première hauteur un écart métrique prédéterminé de manière à former une seconde hauteur; et
- 10 g) des moyens pour corriger ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef à partir de ladite seconde hauteur et de ladite seconde distance.

Dans un mode de réalisation particulier, lesdits premiers moyens comportent un récepteur GPS embarqué sur l'aéronef, c'est-à-dire un récepteur d'un système de positionnement par satellites de type GPS ("Global Positioning System" en anglais).

En outre :

- dans une première variante, lesdits deuxièmes moyens comportent un
- 20 récepteur embarqué sur l'aéronef et coopérant avec une station au sol ;
- et
- dans une seconde variante, lesdits deuxièmes moyens comportent une base de données.

Par ailleurs :

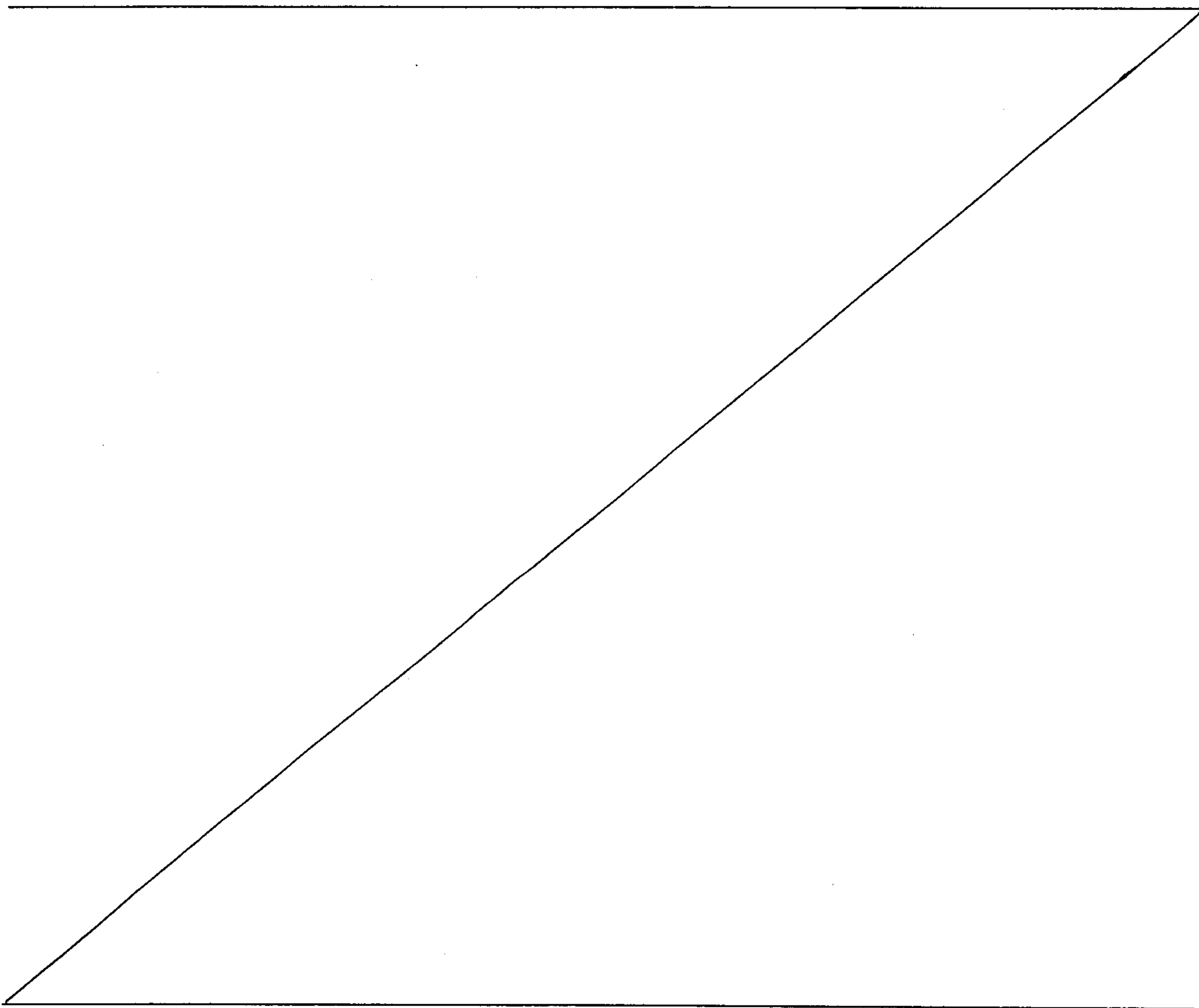
- dans un premier mode de réalisation, ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur d'un système d'atterrissage hyperfréquences, de préférence de type MLS ; et

6a

- dans un second mode de réalisation, ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur d'un système d'atterrissage aux instruments, de préférence de type ILS.

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, le dispositif conforme à l'invention comporte un récepteur multimode d'aide à l'atterrissage qui comprend au moins :

- ledit moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage ;
- lesdits premiers moyens ; et
- ladite unité de calcul.



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

Les figures 1 à 3 sont les schémas synoptiques de trois modes de réalisation différents d'un dispositif conforme à l'invention.

Le dispositif 1 conforme à l'invention est un dispositif d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage.

Ledit dispositif 1 est du type comportant au moins un moyen radioélectrique 2A, 2B d'aide à l'atterrissage, usuel, et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef.

En outre, selon l'invention, ledit dispositif 1 comporte de plus :

- des premiers moyens 3 pour déterminer de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude ;
- des deuxièmes moyens 4A, 4B, 4C pour déterminer la position du seuil de ladite piste d'atterrissage en latitude et longitude ; et
- une unité de calcul 5 pour, à partir desdites positions de l'aéronef et du seuil de la piste d'atterrissage, corriger ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant transmise par une liaison 6 et utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef.

Pour ce faire, selon l'invention, ladite unité de calcul 5 réalise les opérations suivantes :

- à partir des positions précitées de l'aéronef et du seuil de la piste d'atterrissage, elle calcule une première distance correspondant à la distance dans un plan horizontal entre l'aéronef et le seuil de la piste d'atterrissage ;
- elle ajoute à cette première distance la distance dans un plan horizontal entre un point de référence au sol prédéterminé et ledit seuil de la piste d'atterrissage de manière à former une seconde distance. Selon

l'invention, ledit point de référence au sol correspond au point d'origine, sur la piste, de la pente d'approche ;

- à l'aide de cette seconde distance et de la valeur de la pente d'approche mesurée de l'aéronef, elle calcule une première hauteur correspondant à la hauteur relative de l'aéronef par rapport au seuil de la piste d'atterrissage ;
- elle soustrait à ladite première hauteur un écart métrique prédéterminé permettant de respecter la règle des 19 pieds de manière à former une seconde hauteur ; et
- à partir de ladite seconde hauteur et de ladite seconde distance, elle corrige ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant donc utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef.

Dans un mode de réalisation préféré, ladite unité de calcul 5 calcule :

- ladite première hauteur H1 à l'aide de l'expression suivante :

$$H1 = D1 \cdot \tan \alpha$$

dans laquelle :

- α est la valeur de la pente d'approche mesurée par le récepteur du système d'atterrissage ;
- $\tan \alpha$ est la tangente de α ; et
- D1 représente ladite seconde distance ; et

- ladite position angulaire corrigée à l'aide de l'expression :

$$\alpha_1 = \arctan [(H1 - H2)/D1]$$

dans laquelle H1 et D1 représentent les grandeurs spécifiées ci-dessus et, H2 représente ledit écart métrique prédéterminé.

Dans un mode de réalisation particulier, lesdits premiers moyens 3 qui sont reliés par une liaison 7 à l'unité de calcul 5, comportent un récepteur GPS usuel embarqué sur l'aéronef, c'est-à-dire un récepteur d'un sys-

tème de positionnement par satellites de type GPS ("Global Positioning System" en anglais).

Par ailleurs :

- 5 – dans une première variante représentée sur les figures 1 et 2, ledit moyen radioélectrique 2A d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur 8 d'un système d'atterrissage hyperfréquences, de préférence de type MLS, qui est relié par une liaison 9 à l'unité de calcul 5. Un système d'atterrissage hyperfréquences (ou à micro-ondes) est un système d'atterrissage qui opère dans le spectre des micro-ondes et qui fournit un
10 guidage latéral et vertical aux aéronefs équipés d'instruments compatibles ; et
- dans une seconde variante représentée sur la figure 3, ledit moyen radioélectrique 2B d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur 11 d'un système d'atterrissage aux instruments, de préférence de type ILS, qui
15 est relié par une liaison 12 à l'unité de calcul 5. Un système d'atterrissage aux instruments est un système de radionavigation qui est composé de balises automatiques situées en bordure de piste et d'un récepteur radio spécialisé à bord de l'aéronef, qui fournit un guidage horizontal et vertical avant et pendant l'atterrissage en présentant au pilote l'écart latéral par rapport à l'axe de la piste et l'écart vertical par
20 rapport à un plan de descente.

Par ailleurs, dans un premier mode de réalisation représenté sur la figure 1, lesdits deuxièmes moyens 4A comportent ledit récepteur 8 qui reçoit la position du seuil de la piste d'atterrissage, de façon usuelle, à
25 partir d'une station (non représentée) qui est située au sol.

Dans un deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 2, lesdits deuxièmes moyens 4B comportent d'une base de données 13 embarquée sur l'aéronef et reliée par une liaison 14 à l'unité de calcul 5, dont est issue ladite position du seuil de la piste d'atterrissage.

Dans un troisième mode de réalisation représenté sur la figure 3, lesdits deuxièmes moyens 4C comportent d'une base de données 15 embarquée sur l'aéronef et reliée par une liaison 16 à l'unité de calcul 5, dont est issue ladite position du seuil de la piste d'atterrissage.

5 De préférence, ladite base de données 13, 15 fait partie d'un système de gestion de vol de type FMS ("Flight Management System" en anglais).

Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier, le dispositif 1 conforme à l'invention comporte un récepteur multimode 17 d'aide à l'atterrissage, de type MMR ("Multi Mode Receiver"), qui comprend au moins :

- ledit moyen radioélectrique 2A, 2B d'aide à l'atterrissage ;
- lesdits premiers moyens 3 ; et
- ladite unité de calcul 5.

15 Ainsi, grâce au dispositif 1 conforme à l'invention, on obtient les avantages suivants :

- une seule antenne permet de répondre à toutes les contraintes précitées, si son installation permet de garantir, tout au long de l'atterrissage, une réception correcte et suffisante du signal radioélectrique d'aide au guidage ;
- sur des avions très gros porteurs, le dispositif 1 permet de satisfaire facilement à la "règle des 19 pieds" ;
- ledit dispositif 1 peut être adapté automatiquement à tous les aéronefs, sans modification ou avec des modifications mineures du moyen radioélectrique 2A, 2B d'aide à l'atterrissage ;
- ledit dispositif 1 supprime les problèmes d'installation des antennes, en partie inférieure de l'aéronef ; et
- il n'est plus nécessaire de développer et de mettre au point des algorithmes de commutation entre les différentes antennes.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage, ledit procédé employant au moins un moyen radioélectrique d'aide à l'atterrissage et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef,

5

caractérisé en ce que l'on réalise, de façon automatique et répétitive, les opérations suivantes :

a) on détermine de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude ;

10

b) on détermine la position du seuil de ladite piste d'atterrissage en latitude et longitude ;

c) à partir des positions déterminées aux étapes a) et b), on calcule une première distance correspondant à la distance dans un plan horizontal entre l'aéronef et le seuil de la piste d'atterrissage ;

15

d) on ajoute à cette première distance la distance dans un plan horizontal entre un point de référence au sol prédéterminé et ledit seuil de la piste d'atterrissage de manière à former une seconde distance ;

e) à l'aide de cette seconde distance et de la valeur de la pente d'approche mesurée de l'aéronef, on calcule une première hauteur correspondant à la hauteur relative de l'aéronef par rapport au seuil de la piste d'atterrissage ;

20

f) on soustrait à ladite première hauteur un écart métrique prédéterminé de manière à former une seconde hauteur ; et

g) à partir de ladite seconde hauteur et de ladite seconde distance, on corrige ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef.

25

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que ledit écart métrique prédéterminé utilisé à l'étape f)
permet de respecter une règle des 19 pieds.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,
5 caractérisé en ce qu'à l'étape a), on détermine la position de l'aéronef à
l'aide d'un récepteur GPS (3) embarqué sur ledit aéronef.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que ledit point de référence au sol utilisé à l'étape d)
correspond au point d'origine, sur la piste, de la pente d'approche.

10 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'à l'étape e), on calcule ladite première hauteur H1 à
l'aide de l'expression suivante :

$$H1 = D1 \cdot \tan \alpha$$

dans laquelle :

- 15 – α est la valeur de la pente d'approche mesurée par le récepteur du
système d'atterrissage ;
– $\tan \alpha$ est la tangente de α ; et
– D1 représente ladite seconde distance.

6. Procédé selon la revendication 5,
20 caractérisé en ce qu'à l'étape g), on calcule ladite position angulaire
corrigée à l'aide de l'expression suivante :

$$\alpha_1 = \arctan [(H1 - H2)/D1]$$

dans laquelle H1 et D1 représentent les grandeurs spécifiées dans la
revendication 5 et, H2 représente ledit écart métrique prédéterminé.

25 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que ledit moyen radioélectrique (2A) d'aide à l'atterris-
sage comprend un récepteur (8) d'un système d'atterrissage hyperfré-
quences et en ce que ledit récepteur (8) reçoit la position du seuil de la
piste d'atterrissage à partir d'une station au sol.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit moyen radioélectrique (2A) d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur (8) d'un système d'atterrissage hyperfréquences et en ce que ladite position du seuil de la piste d'atterrissage est issue d'une base de données (13) embarquée sur l'aéronef.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit moyen radioélectrique (2B) d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur (11) d'un système d'atterrissage aux instru-
10 ments et en ce que ladite position du seuil de la piste d'atterrissage est issue d'une base de données (15) embarquée sur l'aéronef.

10. Dispositif d'aide à l'atterrissage d'un aéronef sur une piste d'atterrissage, ledit dispositif (1) comportant au moins un moyen radioélectrique (2A, 2B) d'aide à l'atterrissage et utilisant une position verticale angulaire de l'aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte de plus :

- des premiers moyens (3) pour déterminer de façon autonome la position de l'aéronef en latitude et longitude ;
- 20 – des deuxièmes moyens (4A, 4B, 4C) pour déterminer la position du seuil de ladite piste d'atterrissage en latitude et longitude ; et
- une unité de calcul (5) pour, à partir desdites positions de l'aéronef et du seuil de la piste d'atterrissage, corriger ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef; ladite unité de calcul comprenant des moyen pour une première distance correspondant à la distance dans un plan horizontal entre l'aéronef et le seuil de la piste d'atterrissage;

- d) des moyens d'application pour ajouter à cette première distance la distance dans un plan horizontal entre un point de référence au sol prédéterminé et ledit seuil de la piste d'atterrissage de manière à former une seconde distance;
- e) des moyens pour calculer une première hauteur correspondant à la hauteur relative de l'aéronef par rapport au seuil de la piste d'atterrissage à l'aide de cette seconde distance et de la valeur de la pente d'approche mesurée de l'aéronef;
- f) des moyens pour soustraire à ladite première hauteur un écart métrique prédéterminé de manière à former une seconde hauteur; et
- 10 g) des moyens pour corriger ladite position verticale angulaire de l'aéronef, la position verticale angulaire ainsi corrigée étant utilisée pour aider à l'atterrissage de l'aéronef à partir de ladite seconde hauteur et de ladite seconde distance.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens (3) comportent un récepteur GPS embarqué sur l'aéronef.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens (2A) comportent un récepteur (8) embarqué sur l'aéronef et coopérant avec une station au sol.

20 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que lesdits deuxièmes moyens (2B) comportent une base de données (13, 15).

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que ledit moyen radioélectrique (2A) d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur (8) d'un système d'atterrissage hyperfréquences.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que ledit moyen radioélectrique (2B) d'aide à l'atterrissage comprend un récepteur (11) d'un système d'atterrissage aux instruments.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte un récepteur multimode (17) d'aide à l'atterrissage qui comprend au moins:

- ledit moyen radioélectrique (2A, 2B) d'aide à l'atterrissage;
- lesdits premiers moyens (3); et
- ladite unité de calcul (5).

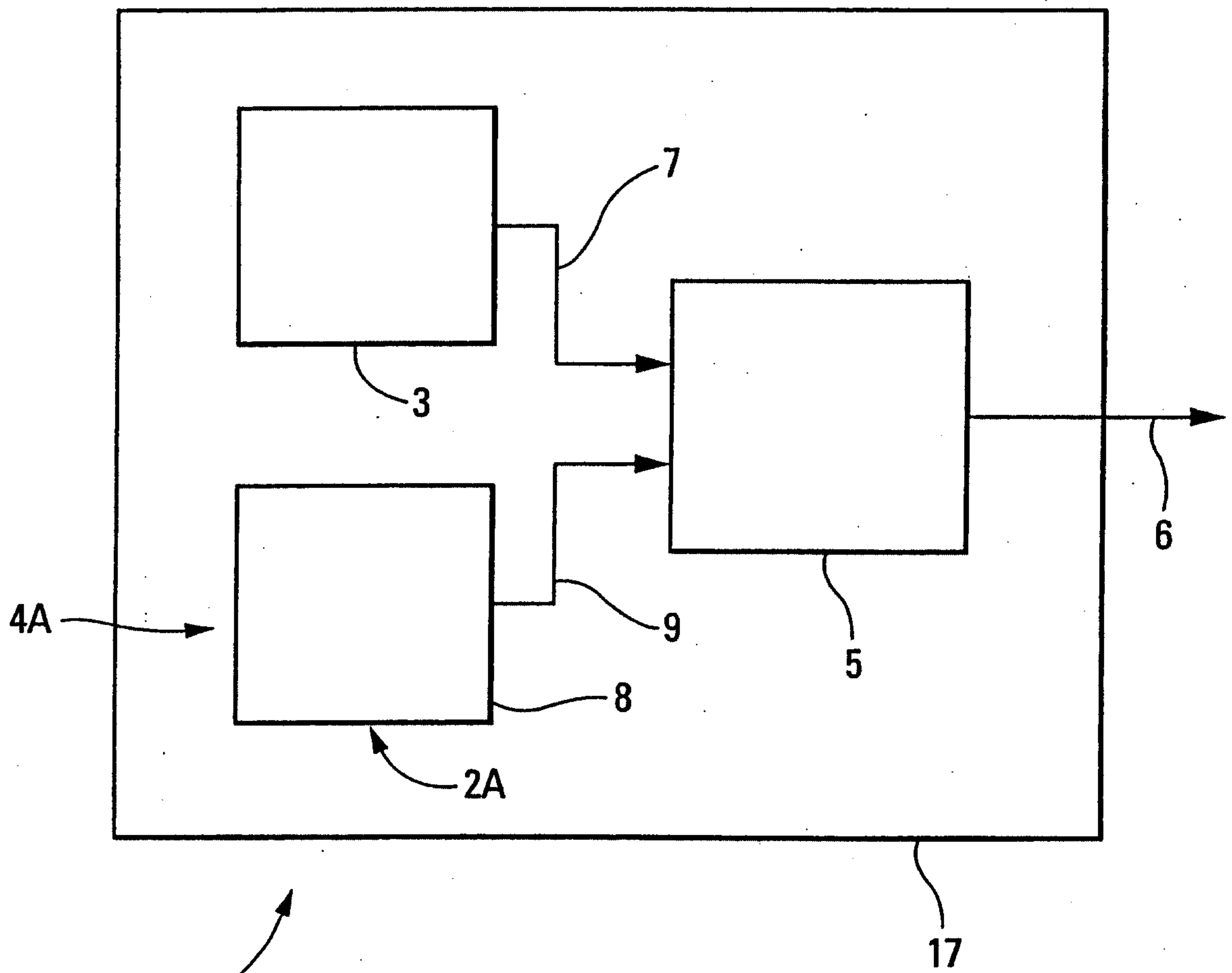


Fig. 1

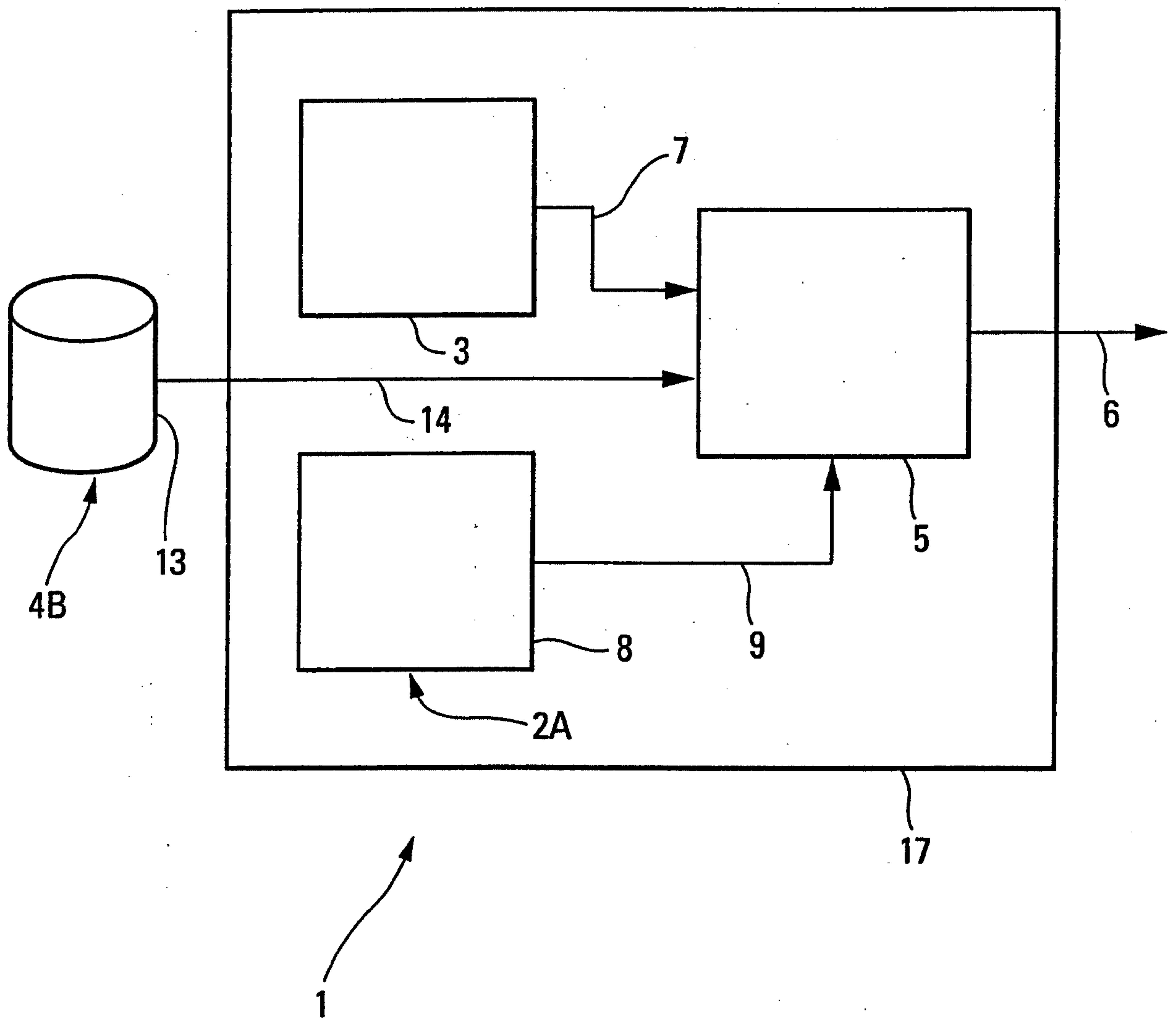


Fig. 2

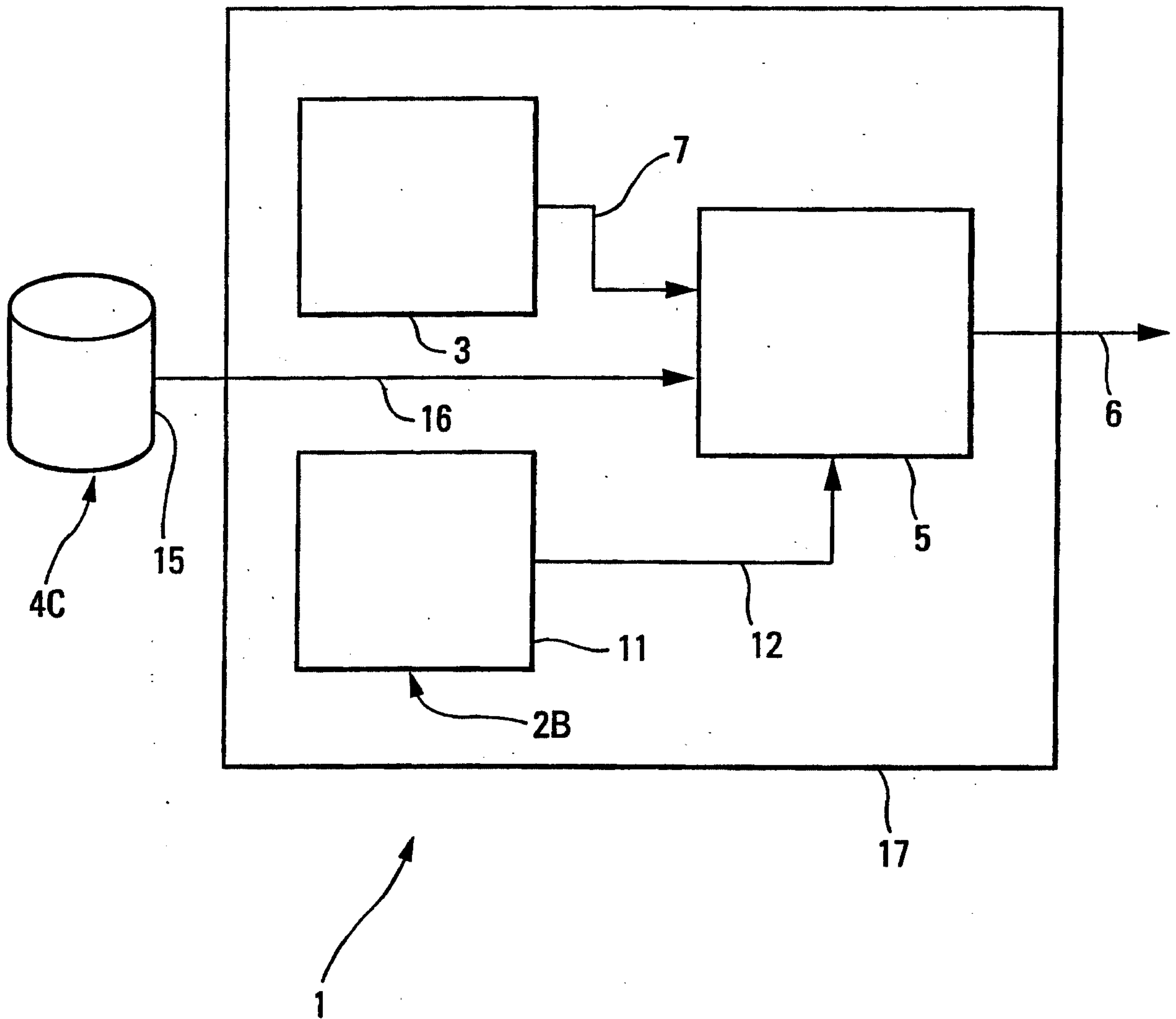


Fig. 3

