(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 711 432**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **93 12478**

(51) Int Cl[6] : G 05 D 1/00

# (12) DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE A3

(22) **Date de dépôt** : 18.10.93.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 28.04.95 Bulletin 95/17.

(56) **Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la procédure de rapport de recherche.**

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SEXTANT AVIONIQUE (société anonyme)* — FR.

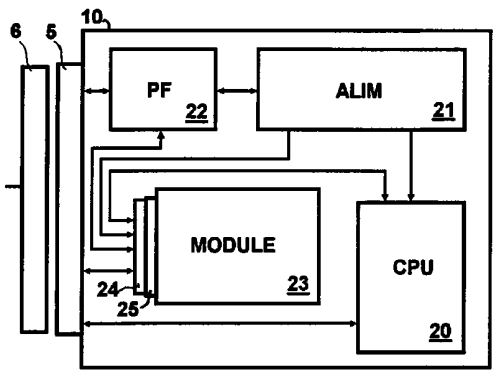
(72) **Inventeur(s) :** Pierson Benoît, Guiol Georges et Limon Florence.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** De Saint Palais Arnaud.

## (54) Dispositif modulaire de pilotage automatique pour aérodynes.

(57) Le dispositif selon l'invention fait intervenir au moins un calculateur numérique (1) comprenant au moins un module de calcul (10) autonome apte à assurer le pilotage selon l'un quelconque des trois axes de pilotage, ce module (10) comprenant des moyens pour se rendre spécifique d'un axe de pilotage, des moyens (5) pour se connecter aux capteurs (4) et aux actionneurs (2, 3) agissant sur les gouvernes correspondant audit axe, et au moins un module enfichable (23) regroupant un circuit de gestion des entrées et sorties et un circuit de commande de puissance. Il s'applique notamment au pilotage automatique d'un hélicoptère.




FR 2 711 432 - A3

DISPOSITIF MODULAIRE DE PILOTAGE AUTOMATIQUE POUR AÉRODYNES.

La présente invention concerne un dispositif de pilotage automatique d'un aérodyne tel que, par exemple, un hélicoptère.

De tels dispositifs ont pour but de décharger le pilote d'un certain nombre de tâches en améliorant les caractéristiques de vol de l'aérodyne qui est généralement instable, et en assurant certaines tâches de pilotage comme le maintien de l'aérodyne dans une certaine trajectoire choisie par le pilote.

Les dispositifs de pilotage automatique destinés à équiper les hélicoptères ont plus particulièrement pour but d'améliorer la stabilité de l'appareil en pilotage manuel, et d'offrir au pilote une impression de plus grande stabilité et d'homogénéité concernant les caractéristiques des effets des différentes gouvernes.

De tels dispositifs font intervenir un calculateur numérique recevant des informations émanant d'un ensemble de capteurs et assurant la commande d'actionneurs agissant sur les gouvernes.

Dans le but d'offrir moyennant un coût le plus faible possible une configuration adaptée à chaque type d'hélicoptère et à chaque type de mission, on a proposé par exemple dans la demande de brevet français N° 93 06863 déposée au nom de la demanderesse, un calculateur destiné à équiper un dispositif de pilotage automatique et qui comprend au moins un module de calcul disposant de ressources matérielles et logicielles lui permettant d'assurer le pilotage selon l'un quelconque des trois axes de pilotage, tangage, roulis, lacet. Pour cela, chaque module de calcul de ce calculateur comprend :

- des moyens pour se rendre spécifique d'un axe de pilotage déterminé,
- des moyens pour se connecter aux capteurs et aux actionneurs correspondant audit axe déterminé,
- un coeur numérique comportant un microprocesseur commandé par un logiciel identique quelque soit l'axe selon lequel il doit assurer le pilotage,
- un circuit de commande de puissance qui lui permet de commander directement les actionneurs,
- un circuit d'alimentation,
- un circuit de gestion des entrées et sorties, et
- un circuit de filtrage et de protection contre les effets de la foudre et des rayonnements électromagnétiques.

Dans la demande de brevet français N° 93 06864 déposée au nom de le demanderesse, on a adapté le calculateur décrit ci-avant de manière à proposer un dispositif de pilotage automatique capable de se reconfigurer automatiquement en vue d'atténuer les conséquences néfastes d'une panne sur un axe de pilotage. Pour cela on a modifié notamment les circuits de commande de puissance et de gestion des entrées

et sorties de manière à ce qu'un module de calcul puisse d'une part, prendre en compte les informations concernant un autre axe de pilotage et destinées à un autre module du calculateur, et d'autre part, agir sur l'autre module et les actionneurs commandés par ce dernier.

Afin de pouvoir proposer l'une ou l'autre de ces solutions, il est donc nécessaire de réaliser plusieurs types de modules de calcul dans lesquels seul un sous-ensemble est différent, à savoir le sous-ensemble comprenant le circuit de commande de puissance et éventuellement le circuit de gestion des entrées et sorties.

Par ailleurs, certains actionneurs sont équipés d'un circuit de commande de puissance. Il faut donc dans ce cas prévoir des modules de calculs sans circuit de commande de puissance.

Dans le but d'améliorer encore la souplesse d'adaptation et donc de réduire les coûts de réalisation et de maintenance d'un tel calculateur, l'invention propose de regrouper dans au moins un module enfichable, les circuits de commande de puissance et de gestion des entrées et sorties des modules de calcul qui sont le plus susceptibles de varier d'une configuration à une autre.

Grâce à cette disposition, le module de calcul peut s'adapter finement sans aucune modification de son architecture à la plupart des configurations possibles du dispositif de pilotage automatique.

Avantageusement, dans le but d'éviter d'avoir à réaliser un logiciel différent par type de module enfichable, le logiciel commandant le coeur numérique comprend une fonction d'auto-configuration capable de tester les fonctions réalisées par le circuit de commande de puissance et le nombre et le type des entrées et sorties gérées par le circuit de gestion des entrées et sorties.

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

la figure 1 représente schématiquement l'organisation des commandes de vol selon un axe de pilotage d'un hélicoptère équipé d'un dispositif de pilotage automatique ;

la figure 2 représente schématiquement l'architecture matérielle du calculateur connecté aux actionneurs et à l'ensemble de capteurs ;

la figure 3 représente schématiquement l'architecture matérielle d'un module de calcul du calculateur ;

la figure 4 représente schématiquement un module enfichable ;

la figure 5 représente schématiquement un circuit de commande de puissance du vérin série selon une première version ;

les figures 6a et 6b représentent respectivement deux parties d'un circuit de commande de puissance du vérin série selon une deuxième version ;

la figure 7 représente schématiquement un exemple de circuit de commande de puissance du vérin de "trim" ;

la figure 8 représente un exemple d'un circuit de gestion des entrées et sorties ; et

les figures 9 et 10 montrent des exemples d'architecture de dispositifs de pilotage automatique.

La figure 1 représente les différents éléments de pilotage selon l'un des axes de tangage ou de roulis. Ces éléments comprennent un manche à balais 7 actionné par le pilote, et qui traverse le plancher 15 du poste de pilotage pour pivoter autour d'un axe 12. L'extrémité opposée au manche 7 se prolonge pour former un levier sur lequel agissent d'une part, un dispositif 9 destiné à appliquer sur le manche une force résistante obéissant à une loi d'effort prédéterminée, et d'autre part, un vérin série 2.

Ce dispositif 9 comporte un point d'appui fixé à un levier 13 actionné par un moteur 3, appelé vérin de "trim" et fixé au plancher 15.
L'autre extrémité du vérin série 2 actionne un autre levier 14 qui pivote autour d'un axe solidaire du plancher 15. Ce levier 14 permet d'actionner le distributeur d'un système hydraulique 11 qui agit directement sur les gouvernes de l'hélicoptère.
Dans cette structure, le vérin de "trim" 3 est destiné à recentrer lentement en décalant toute la timonerie, la position du vérin série 2 dont le mouvement est très rapide afin de le ramener dans sa position neutre et de lui restituer toute son autorité de pilotage.

Sur la figure 2, le calculateur 1 comprend un module de calcul 10 qui échange des informations avec un ensemble 4 représentant les capteurs, le poste de commande de l'hélicoptère et éventuellement un équipement de test.
Il est conçu pour recevoir d'autres modules de calcul 10 (représentés en traits interrompus) identiques au premier, permettant de contrôler les autres axes de pilotage de l'hélicoptère.

Le module de calcul 10 permet de commander directement les vérins série 2 et de "trim" 3 d'un axe de pilotage, en fonction des informations en provenance de l'ensemble 4. Pour cela il possède un connecteur mâle 5 dans lequel vient s'engager un connecteur femelle 6 rassemblant toutes les extrémités des liaisons électriques provenant des capteurs, des actionneurs et du poste de pilotage.

Cette figure montre la configuration minimale offerte par le dispositif de pilotage automatique. Selon cette configuration, le calculateur 1 comprend un seul module de calcul 10 dédié au contrôle du pilotage, par exemple, suivant l'axe de lacet.
Cette configuration permet notamment de réaliser un amortisseur de lacet ou une tenue automatique de cap en fonction des informations issues des capteurs disponibles et connectés.

Tel que représenté sur la figure 3, chaque module de calcul 10 comprend :

- un coeur numérique 20 mettant en oeuvre notamment un microprocesseur et des mémoires permettant de stocker un programme et des données ;

- un circuit d'alimentation 21 permettant d'alimenter en courant continu les différents circuits du module de calcul 10 ;

- un circuit de filtrage et de protection 22 contre les effets de la foudre et des rayonnements électromagnétiques qui protège notamment les connexions vers les actionneurs de l'axe de pilotage ; et

- un connecteur 24 destiné à recevoir le connecteur 25 d'un module enfichable 23 sur lequel sont regroupées les fonctions permettant de gérer les variables d'entrée et de sortie et les circuits engendrant les signaux de

commande de puissance destinés aux actionneurs de l'axe de pilotage.

Tel que représenté sur la figure 4, chaque module enfichable 23 comprend :

- un circuit 27 de gestion des entrées et sorties de données, qu'elles soient numériques ou analogiques, en provenance ou à destination des autres équipements de l'hélicoptère, et éventuellement des autres modules de calcul 10 du calculateur 1 ; et

- un circuit de commande de puissance 26 des actionneurs d'un axe de pilotage qui reçoit la valeur de la position du vérin série, et, du coeur numérique 20, les consignes de commande analogique à appliquer sur les actionneurs de l'axe de pilotage considéré.

Dans le but d'augmenter encore sa souplesse d'adaptation, le module de calcul 10 peut recevoir deux modules enfichables 23' et 23", l'un 23' incluant le circuit de commande de puissance 26, et l'autre 23" le circuit de gestion des entrées et sorties 27.

Ainsi, dans le cas où les actionneurs sont équipés de leur propre circuit de commande de puissance, le module de calcul reçoit uniquement le module enfichable 23" incluant le circuit de des entrées et sorties 27 adapté à cette configuration.

Le circuit de gestion des entrées et sorties 27 peut recevoir notamment des données en provenance des autres équipements de l'hélicoptère, comme par exemple, de la centrale de verticale, des altimètres, des systèmes de navigation par suivi de balises de radionavigation, ou de mesure de la vitesse par rapport à l'air. Ces informations pourront être exploitées par le coeur numérique 20 pour exécuter des

fonctions de plus haut niveau, comme par exemple des fonctions de navigation.

Le coeur numérique 20 peut communiquer directement avec le poste de pilotage et les équipements de test au moyen d'une liaison série. Il dispose de toutes les ressources matérielles et logicielles pour assurer les fonctions suivantes :

- l'initialisation du module de calcul et la configuration du logiciel en fonction de l'environnement du module de calcul,
- l'ordonnancement temps réel et gestion des interruptions,
- la gestion des ports d'entrée/sortie, de la mémoire, et du chargement du programme,
- le calcul de la consigne de pilotage à appliquer sur les actionneurs auxquels il est connecté, à l'aide des lois de pilotage de l'axe considéré,
- la maintenance du système et la gestion des tests à effectuer avant et pendant chaque vol, et
- la gestion des liaisons séries qui lui permettent de communiquer avec les équipements de test et éventuellement avec le poste de pilotage.

La fonction de calcul des consignes comprend également des fonctions de pilotage de haut niveau, comme par exemple, des fonctions de navigation.

Le circuit de commande de puissance 26 situé sur le module enfichable 23 comprend deux circuits indépendants, l'un permettant de commander le vérin série (figure 5 dans une première version, et figures 6a et 6b dans une seconde version), tandis que l'autre permet de commander le vérin de "trim" (figure 7).

Le circuit représenté sur la figure 5 commande le moteur du vérin série 2, à partir de la consigne élaborée par le

coeur numérique 20 et convertie en consigne analogique par le circuit de gestion 27 des entrées/sorties.

Ce circuit reçoit également en entrée, la valeur de la position du vérin série 2, qui passe préalablement par un circuit d'adaptation 42.

La consigne analogique et la valeur de la position du vérin série sont tout d'abord additionnées par un sommateur 41 dont la valeur résultante attaque un générateur d'impulsions 43.

Le signal en sortie du générateur d'impulsions 43 traverse un circuit d'adaptation 44, puis d'isolation galvanique 45, avant d'être traité par un amplificateur de puissance à pont en H 46. Le signal ainsi amplifié est ensuite envoyé, au travers d'un filtre en L 50 au moteur du vérin série 2.

L'amplificateur de puissance 46 est par ailleurs alimenté par une tension 54 de 28 volts par l'intermédiaire d'un circuit interrupteur 48 et d'un limiteur/disjoncteur de courant 47, et le signal qu'il délivre en sortie est envoyé au coeur numérique qui peut ainsi, notamment en phase de tests prévol, surveiller les commandes appliquées au vérin série au travers d'un autre circuit d'isolation galvanique 51.

Il peut être inhibé par une action manuelle du pilote, soit directement par l'intermédiaire de l'entrée 56, soit en envoyant un signal 53 pour actionner l'interrupteur de coupure d'alimentation 48.

Dans une autre version du circuit de commande de puissance du vérin série 2, un relais 49 est intercalé entre la sortie de l'amplificateur de puissance 46 et le filtre en L 50 (figure 6a). Ce relais 49 permet de sélectionner la commande à envoyer au moteur du vérin série 2 parmi celle qui est issue de l'amplificateur 46 et une autre commande 52 délivrée par le circuit de recentrage du vérin série 2 représenté sur la figure 6b, et situé soit dans le même

module de calcul 10, soit dans un autre module de calcul du calculateur 1.

Le circuit de la figure 6b, fait partie du circuit de commande de puissance 26, tout en étant complètement indépendant du circuit décrit précédemment. Il permet de générer la commande de recentrage d'un vérin série 2.
A cet effet, il reçoit en entrée, au travers d'un circuit d'adaptation 61, la valeur de la position du vérin série 2 délivrée par un détecteur spécifique.
Cette valeur de position est placée à l'entrée d'un comparateur à seuils 60 qui la compare à la position neutre. Le résultat de cette comparaison est traité par un autre amplificateur de puissance à pont en H 62 dont la sortie 67 est connectée d'une part, à l'entrée 52 du relais 49 décrit précédemment (figure 6a), et d'autre part, vers un circuit d'isolation galvanique 68 pour sa surveillance par le pilote.
Cet amplificateur de puissance 62 est également alimenté en 28 volts 66 par l'intermédiaire d'un interrupteur 64 et d'un abaisseur de tension 63 qui permet de limiter la vitesse de recentrage du vérin série 2.

Ces deux circuits (figures 6a et 6b) permettent ainsi, à la fois d'assurer la commande d'un vérin série en fonction de consignes élaborées par le coeur numérique 20, et de commander le recentrage automatique du vérin série en cas de détection d'une incohérence.

Par ailleurs, ce recentrage automatique peut être activé manuellement à tout instant par la commande de basculement 55 du relais 49, la commande de recentrage étant, par ailleurs, continuellement élaborée par le circuit représenté sur la figure 6b.

En outre, les amplificateurs de puissance à pont en H 46 et 62 utilisés respectivement dans les circuits de commande (figures 5, 6a) et de recentrage (figure 6b) peuvent être

inhibés manuellement soit directement par l'intermédiaire des entrées 56 et 69, soit en envoyant un signal, respectivement 53 et 65, pour actionner les interrupteurs 48 et 64 respectifs de coupure d'alimentation.

La figure 7 représente le circuit de commande de puissance du moteur du vérin de "trim". Ce circuit reçoit en entrée, d'une part les commandes impulsionnelles élaborées par le coeur numérique 20 qui fournissent le sens et la vitesse de rotation du vérin de "trim" 3, et d'autre part, des commandes logiques élaborées par un dispositif matériel 71, qui indiquent le sens de rotation du vérin de "trim". Ce dispositif 71 élabore ces commandes de sens à l'aide d'un comparateur à seuils, directement à partir de la position du vérin série 2 associé, auquel il est connecté. La position du vérin série 2 est ainsi comparée à zéro pour délivrer en sortie un signal logique représentatif du signe de la position du vérin série, relativement à une position centrale.

Il convient ici de préciser que le dispositif 71 est complètement indépendant du coeur numérique 20. Par ailleurs, il est connecté à un capteur de position du vérin série 2 indépendant de celui qui est utilisé dans l'élaboration de la commande de puissance de ce vérin.

Les commandes impulsionnelles et logiques sont envoyées, au travers d'un étage d'adaptation 70 et d'un étage d'isolation galvanique 72, à un amplificateur à pont en H 73.

Une fois amplifiées, ces commandes attaquent le moteur du vérin de "trim" par l'intermédiaire d'un filtre en L 76, et sont envoyées au coeur numérique 20 par l'intermédiaire d'un circuit d'isolation galvanique 77.

L'amplificateur de puissance 73 est alimenté en 28 volts 79 de manière indépendante du reste du circuit de commande de puissance 26, par l'intermédiaire d'un interrupteur 75 et d'un limiteur/disjoncteur de courant 74.

La commande du vérin de "trim" est ainsi sécurisée de plusieurs manières.

Tout d'abord, l'amplificateur de puissance 73 est conçu de manière à ne délivrer un signal de commande du vérin de "trim" que si les commandes de sens élaborées d'une part par le coeur numérique 20 et d'autre part, par le dispositif matériel 71, indiquent le même sens. Si les sens de déroulement indiqués par ces commandes sont différents, le moteur de "trim" n'est pas commandé et reste donc bloqué.

Ce moteur peut aussi être bloqué en coupant l'alimentation de l'amplificateur de puissance 73 par l'intermédiaire de l'interrupteur 75 commandé par le signal 80, ou en activant la commande d'inhibition 78 de l'amplificateur.

De plus, les commandes de puissance sont isolées galvaniquement par l'étage 77, et sont envoyées au coeur numérique 20 qui peut alors vérifier que les commandes ainsi générées sont cohérentes avec la position du vérin série.

Comme mentionné précédemment, le module enfichable 23 comprend également un circuit 27 de gestion des entrées et sorties du module de calcul 10, comme celui représenté sur la figure 8.

Ce circuit comprend par exemple deux fois 16 entrées et sorties de données booléennes, respectivement 16EB et 16SB, 32 entrées analogiques 32EA et 4 sorties analogiques 4SA. Les entrées booléennes sont reliées à un sérialisateur 33 par l'intermédiaire d'un circuit d'adaptation 32. Ce circuit comprend également un bus 30 relié au coeur numérique 20 et par lequel transitent les données en entrée et en sortie et des signaux CS de sélection de voie. Lorsque l'un des sérialisateurs 33 reçoit du coeur numérique 20 un signal CS, il transfère les données qu'il reçoit sous forme parallèle en entrée, sous forme série sur le bus 30. Pour commander le transfert de données

booléennes vers l'une des sorties 16SB, à destination des autres équipements de l'hélicoptère, le coeur numérique 20 sélectionne l'un des désérialisateurs 34 en lui envoyant un signal CS, ce qui provoque le transfert des données présentes sur le bus 30 vers la sortie 16SB correspondante sous forme parallèle, au travers d'un autre circuit d'adaptation 32.

Le circuit de gestion 27 des entrées et sorties peut également traiter des données analogiques. Pour cela, il comprend un convertisseur analogique/numérique 35 permettant de transformer en valeurs numériques les données analogiques présentées sur l'entrée 32EA et traversant un circuit d'adaptation 37. Pour recevoir ces données analogiques, le coeur numérique 20 envoie par l'intermédiaire du bus 30 un signal de sélection CS à destination de ce convertisseur 35 qui transfère alors sous forme numérique sur le bus 30 les données analogiques qu'il reçoit en entrée.
Pour émettre des données analogiques vers les autres équipements de l'hélicoptère, le coeur numérique 20 sélectionne le convertisseur numérique/analogique 36 en lui envoyant un signal CS. Les données qui transitent sur le bus 30 sont alors transformées sous forme analogique et envoyées vers la sortie des données analogiques 4SA par l'intermédiaire d'un circuit d'adaptation 37.

Ce circuit 27 comprend également un circuit d'isolation galvanique permettant d'isoler la portion de bus 30 dans laquelle transitent les données booléennes de celle dans laquelle transitent les données analogiques et qui est reliée au coeur numérique 20.

De la description des circuits de commande de puissance 26 et de gestion des entrées et sorties 27, il apparaît que ces circuits peuvent présenter une architecture très variable d'une configuration de calculateur à une autre pour s'adapter le plus finement possible à l'équipement de

l'hélicoptère. C'est pourquoi ils ont été placés sur un ou deux modules enfichables 23,23',23", la présence du module 23' dépendant du type d'actionneurs, avec ou sans commande de puissance intégrée, équipant l'hélicoptère.

Il faut noter par ailleurs que le nombre d'entrées et sorties que doit comporter le circuit 27 dépend non seulement de l'équipement de l'hélicoptère et des fonctions réalisées par le coeur numérique, mais aussi des fonctions réalisées par le circuit 26 de commande de puissance.

Il va de soi que les connecteurs 24,25 sont adaptés à toutes les versions possibles de ces deux circuits 26,27 et donc à toutes les configurations de modules enfichables prévues.
Ils comprennent donc une multiplicité de points de connexion qui ne sont pas systématiquement tous utilisés dans toutes les configurations du module enfichable. Dans cette optique, lors de l'initialisation du calculateur, la fonction d'auto-configuration du coeur numérique comprend avantageusement :

- des moyens pour déterminer le nombre et le type, booléen ou analogique, des entrées et des sorties gérées par le module enfichable 23 ou 23",

- des moyens pour détecter la présence du module 23' supportant le circuit de commande de puissance, et

- des moyens pour déterminer quelles sont les commandes de puissance réalisées par le circuit de commande de puissance 26, c'est-à-dire, pour détecter la présence du circuit de commande du vérin série 2, du circuit de commande de recentrage du vérin série 2, et du circuit de commande du vérin de "trim" 3.

Par ailleurs, pour pouvoir s'adapter à toutes les configurations prévues de modules enfichables, le logiciel

de commande du coeur numérique 20 comprend toutes les fonctions nécessaires pour contrôler le ou les modules enfichables 23,23'23" qui présentent les configurations les plus complètes.

La figure 9 représente un dispositif de pilotage automatique assurant le pilotage suivant quatre axes, à savoir tangage, roulis, lacet et collectif, et dans lequel toutes les chaînes de commande des gouvernes sont doublées et se surveillent mutuellement.

Ainsi, ce dispositif comprend deux calculateurs 1 et 1', chacun étant équipé de trois modules de calcul 10a,10b,10c assurant le pilotage automatique suivant respectivement les axes de tangage, roulis et lacet. Chacun de ces axes de pilotage est équipé de deux vérins série 2a,2a' - 2b,2b' - 2c,2c' montés en série sur la timonerie de la gouverne correspondante et d'un vérin de "trim" 3a,3b,3c. les deux vérins série de chaque axe de pilotage sont contrôlés respectivement par les deux calculateurs 1,1', tandis que chaque vérin de "trim" est actionné par les deux calculateurs.

Les deux calculateurs 1,1' reçoivent par l'intermédiaire d'un réseau utilisé suivant un protocole particulier tel que ARINC 429, des informations en provenance :

- d'un calculateur de navigation 81,
- d'un calculateur directeur de vol qui assure le pilotage à partir des consignes fournies par le calculateur de navigation,
- d'un indicateur d'attitude 83,
- d'une centrale de référence horizontale et d'attitude respective 84,84', et
- éventuellement d'une référence gyroscopique d'attitude verticale et directionnelle 86,87.

Les modules de calcul 10a,10b,10c sont équipés chacun d'un coeur numérique "CPU", d'un module de gestion des entrées et sorties "I/O" et d'un module de commande de puissance "CP". Par ailleurs, les modules de calcul des deux calculateurs 1,1' sont interconnectés de manière à, d'une part, commander l'un des deux vérins série, par exemple 2a,2b,2c et le vérin de "trim" 3a,3b,3c de l'axe de pilotage correspondant, et d'autre part, surveiller le bon fonctionnement de la chaîne de commande de l'autre vérin série 2a',2b',2c'. De cette manière, si une incohérence apparait entre les chaînes de commande des deux vérins série 2a,2a' d'un même axe de pilotage, ces deux vérins série sont recentrés automatiquement, et le pilotage automatique suivant l'axe correspondant est mis en veille.

Les calculateurs 1,1' sont également équipés d'un circuit filtrage et de protection contre les effets de la foudre et des rayonnements électromagnétiques 22, d'une carte d'interface 16 avec un poste de commande 85,85' et d'un module de commande de puissance "CP" permettant d'actionner le vérin de "trim" 3d de commande du collectif de l'hélicoptère.

La configuration représentée sur la figure 10 met en oeuvre des actionneurs de type vérin série 17a,17a' - 17b,17b' - 17c,17c' et de "trim" 18a,18b,18c dits "intelligents", c'est-à-dire qu'ils sont équipés de leur propre circuit de commande de puissance. Ainsi les modules de calcul 10a, 10b,10c équipant les deux calculateurs 1,1' n'ont pas besoin de module de circuit de puissance enfichable et toutes les connexions des deux calculateurs avec les actionneurs et les autres équipements de l'hélicoptère sont réalisées par le même réseau.

Ainsi, grâce à la modularité des calculateurs 1,1', il est possible de simplifier de manière importante le dispositif de la figure 8, tout en conservant les mêmes fonctionnalités et le même niveau de sécurité.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de pilotage automatique d'un aérodyne faisant intervenir au moins un calculateur numérique recevant des informations émanant d'un ensemble de capteurs, et assurant la commande d'actionneurs agissant sur les gouvernes, le calculateur (1) comprenant au moins un module de calcul (10) autonome disposant de ressources matérielles et logicielles aptes à assurer le pilotage selon l'un quelconque des trois axes de pilotage, ce module (10) disposant de moyens pour se rendre spécifique d'un axe déterminé parmi lesdits axes de pilotage, et des premiers moyens de connexion (5) pour se connecter aux capteurs (4) et aux actionneurs (2,3) correspondant audit axe déterminé, caractérisé en ce que le module de calcul (10) comprend au moins un module enfichable (23) regroupant un circuit (27) de gestion des entrées et des sorties du module de calcul (10), et éventuellement, un circuit (26) de commande de puissance des actionneurs (2,3).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le module de calcul (10) comprend deux modules enfichables (23',23"), l'un (23') incluant le circuit (26) de commande de puissance des actionneurs, et l'autre (23") le circuit (27) de gestion des entrées et des sorties du module de calcul (10).

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque module de calcul (10) comprend en outre :

- un coeur numérique (20) comportant un microprocesseur commandé par un logiciel identique quelque soit l'axe selon lequel il doit assurer le pilotage,
- un circuit d'alimentation (21),
- un circuit de filtrage et de protection contre les effets de la foudre et des rayonnements électromagnétiques (22).

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3,
caractérisé en ce que chaque module de calcul (10) comprend en outre :

- des moyens pour déterminer le nombre et le type, booléen ou analogique, des entrées et des sorties gérées par le module enfichable (23 ou 23"),
- des moyens pour détecter la présence du module (23') supportant le circuit de commande de puissance (26), et
- des moyens pour déterminer quelles sont les commandes de puissance réalisées par le circuit de commande de puissance (26).

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le circuit (27) de gestion des entrées et des sorties du module enfichable (23) comprend des moyens (33 à 36) pour recevoir et émettre des données numériques et analogiques.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le logiciel de commande du coeur numérique (20) comprend toutes les fonctions nécessaires pour contrôler le ou les modules enfichables (23,23',23") qui présentent les configurations les plus complètes.

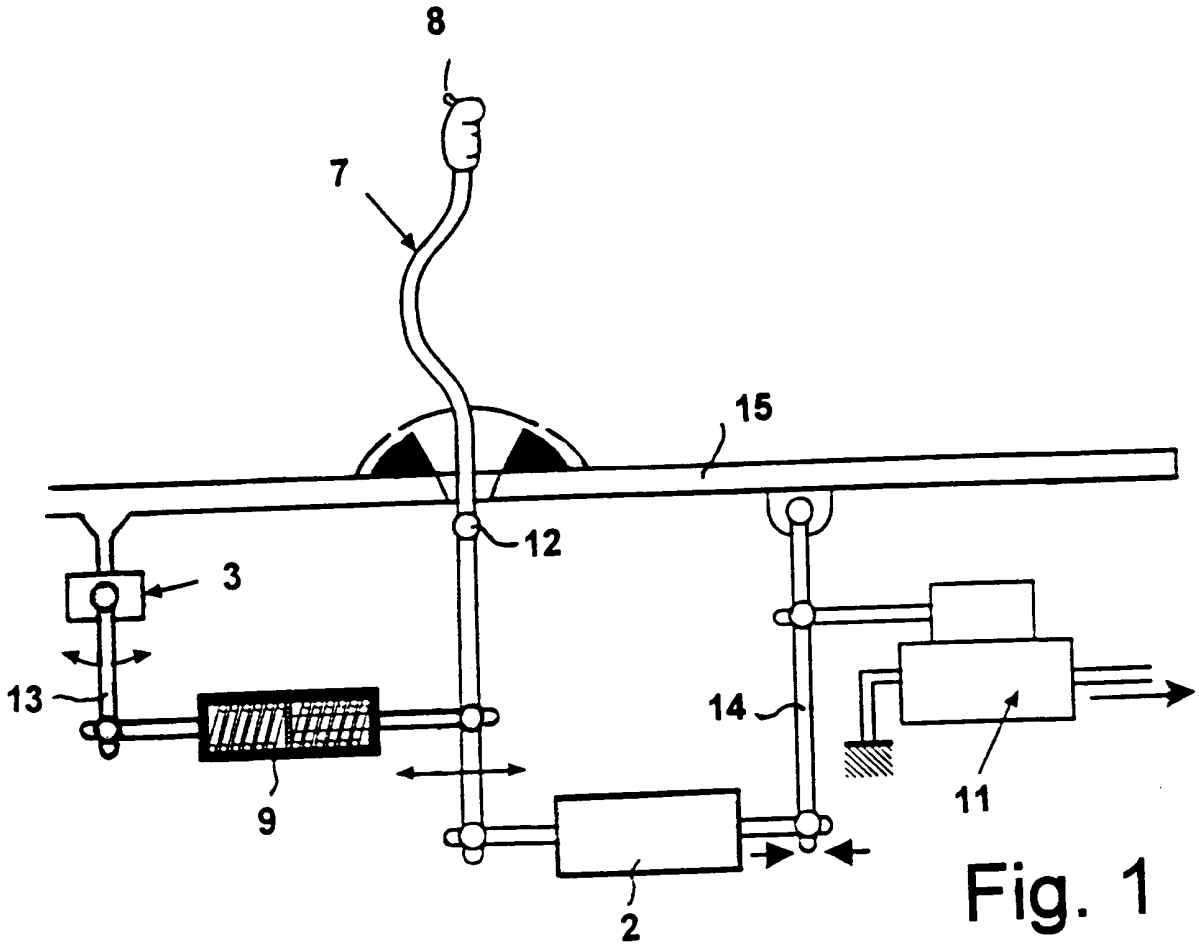



Fig. 1

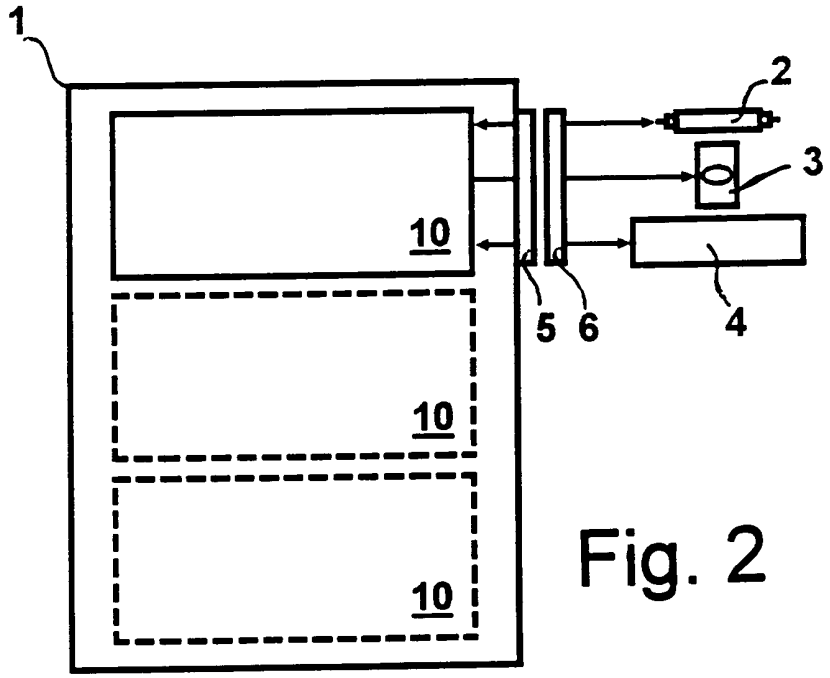



Fig. 2

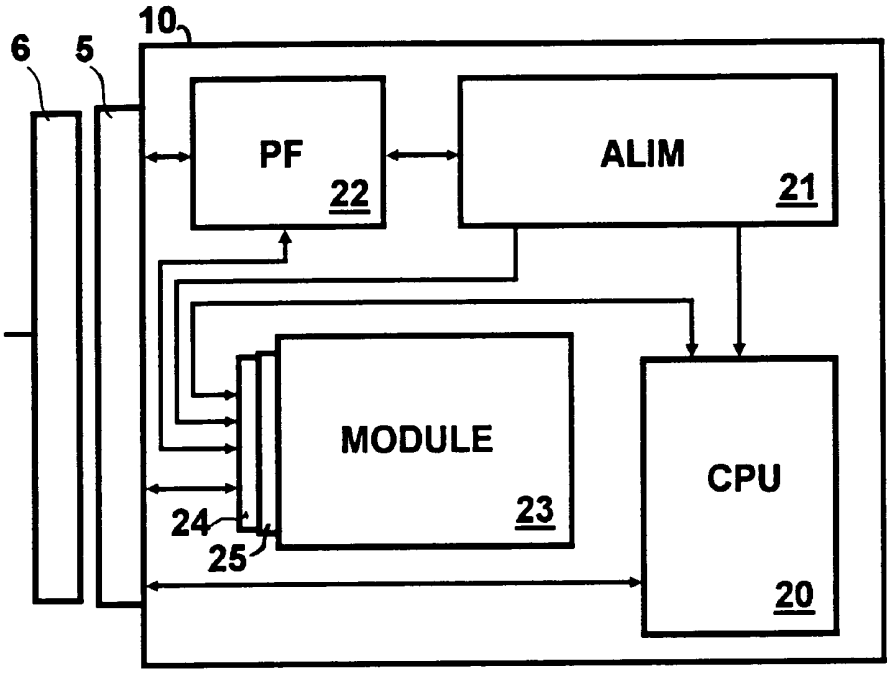



Fig .3

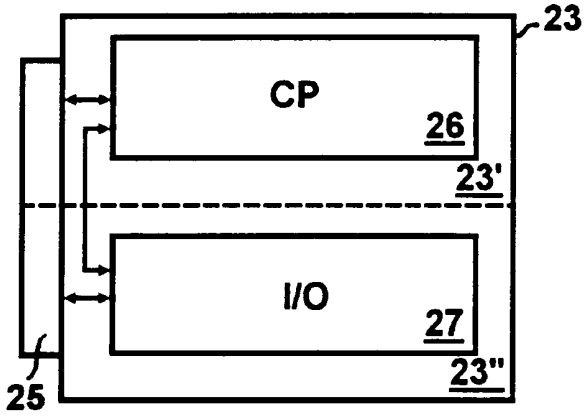



Fig. 4

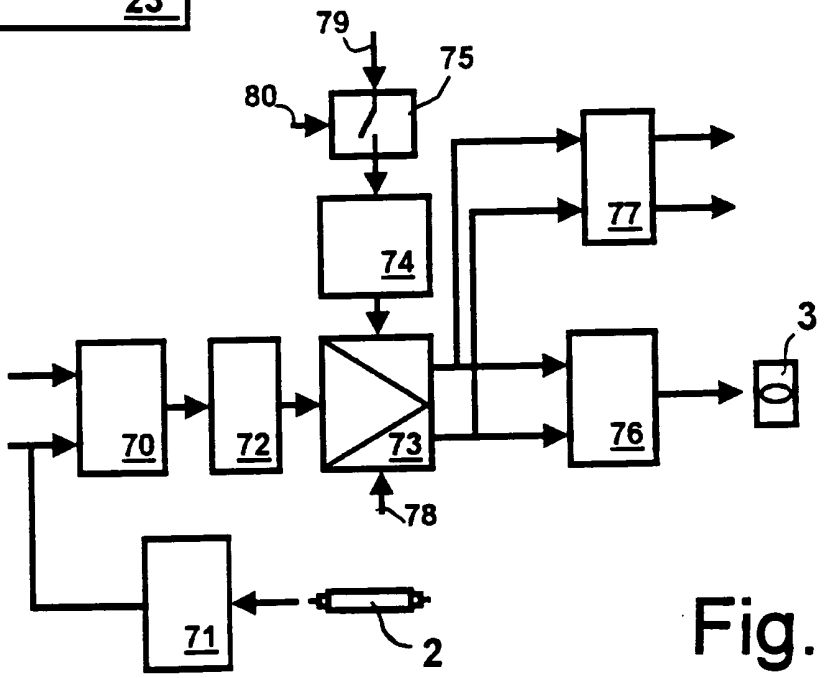



Fig. 7

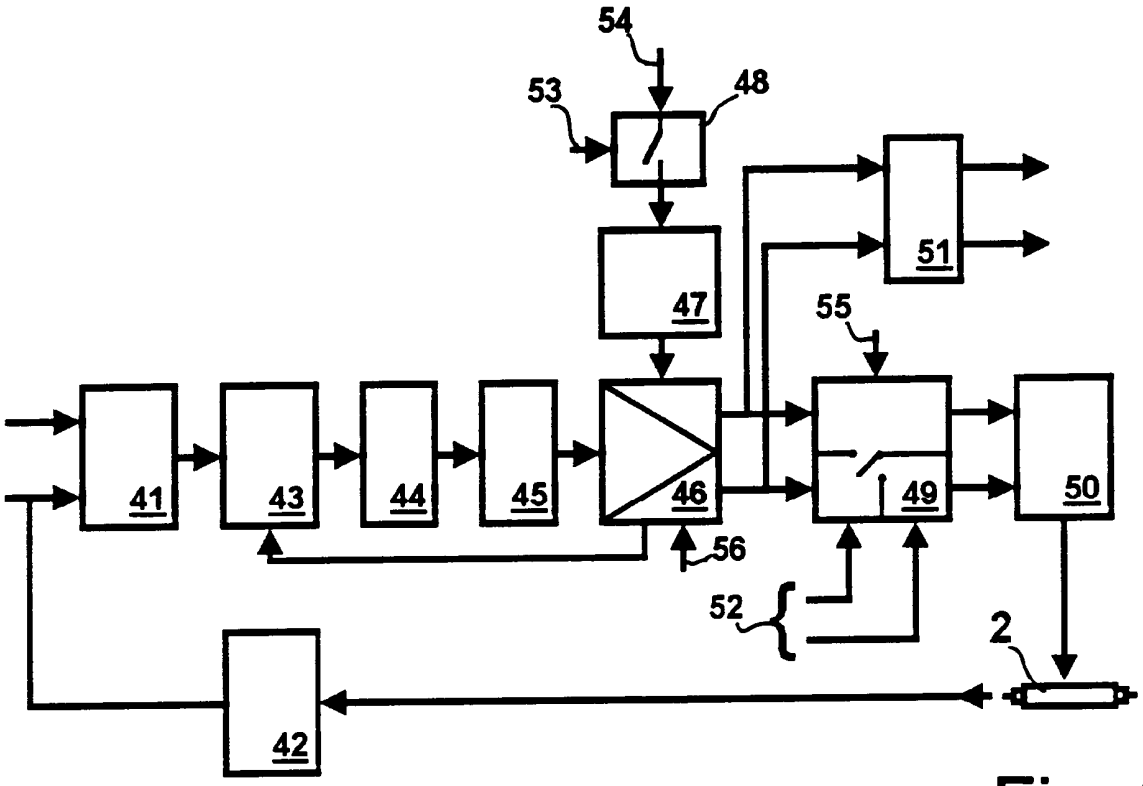

54
53
48
51
47
55
41
43
44
45
46
49
50
56
52
2
42

Fig. 6a

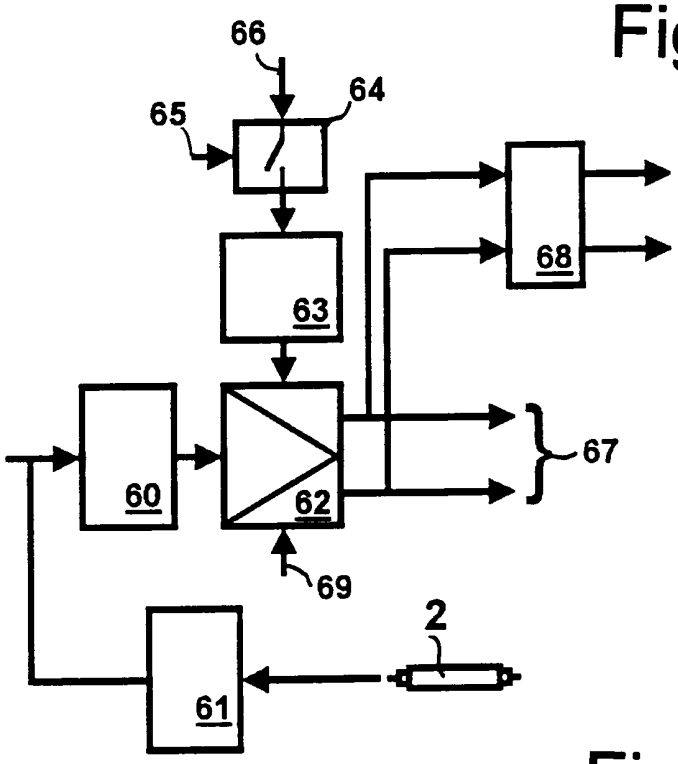

66
64
65
68
63
67
60
62
69
2
61

Fig. 6b

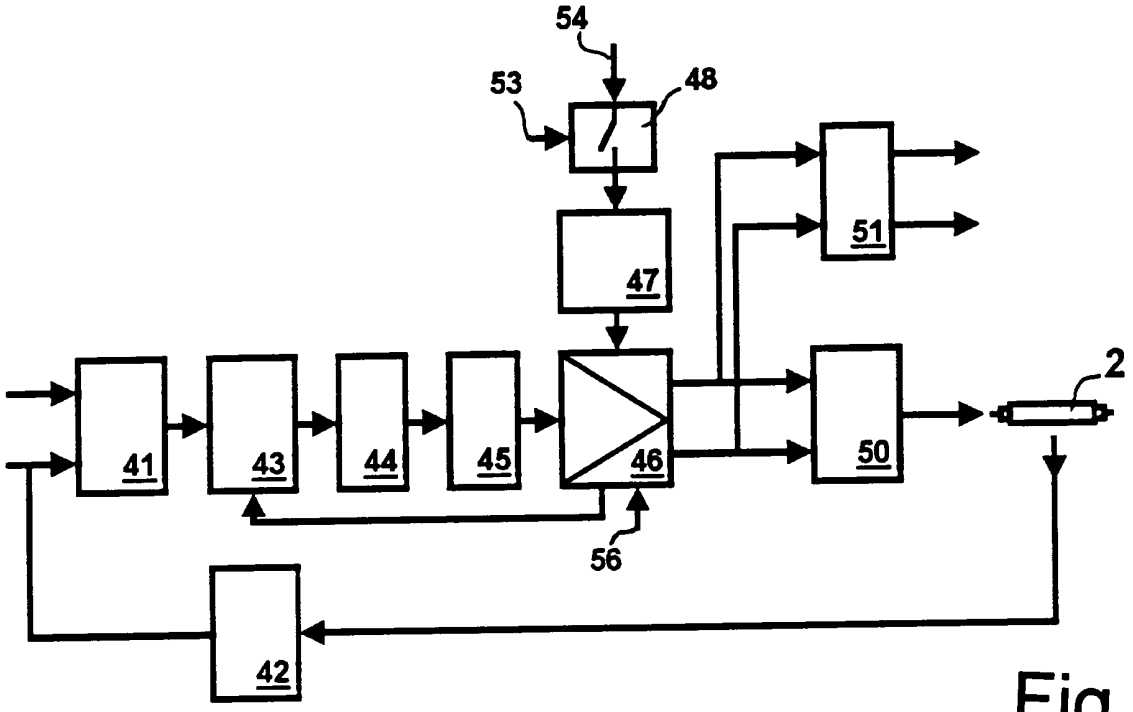

54
53
48
51
47
41
43
44
45
46
50
2
56
42

Fig. 5

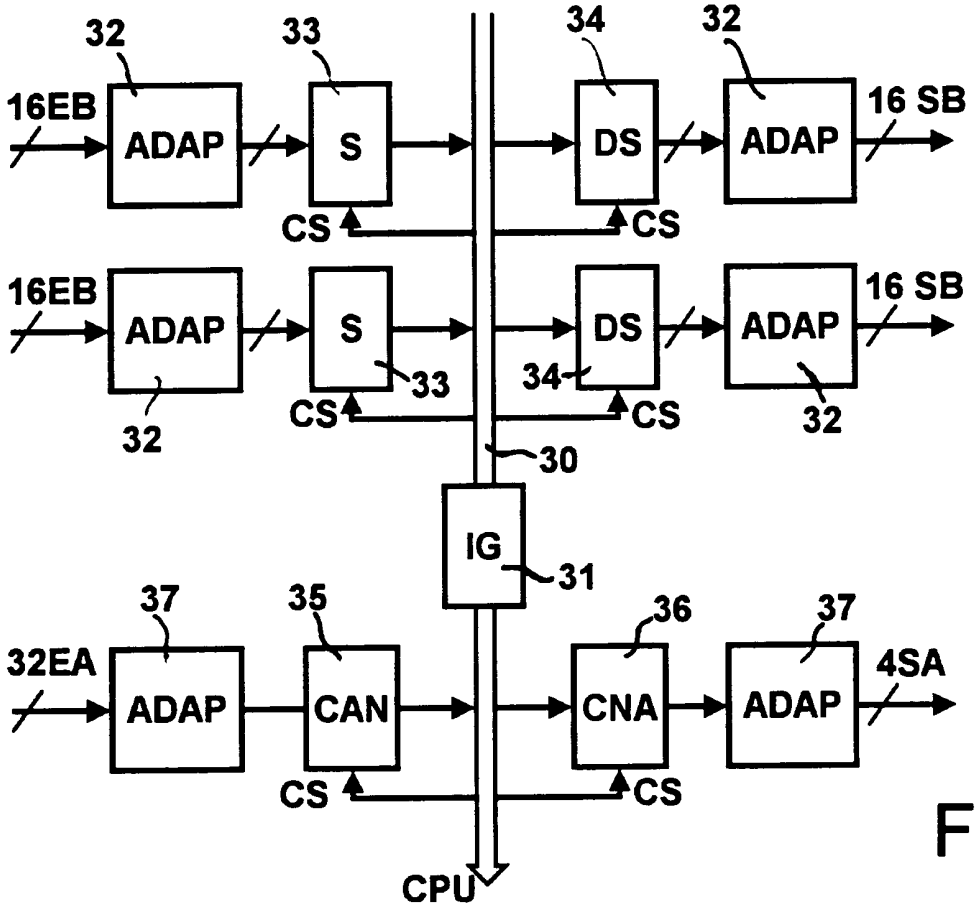

32
33
34
32
16EB
ADAP
S
DS
ADAP
16 SB
CS
CS
16EB
ADAP
S
DS
ADAP
16 SB
32
33
34
CS
CS
32
30
IG
31
37
35
36
37
32EA
ADAP
CAN
CNA
ADAP
4SA
CS
CS
CPU

Fig. 8

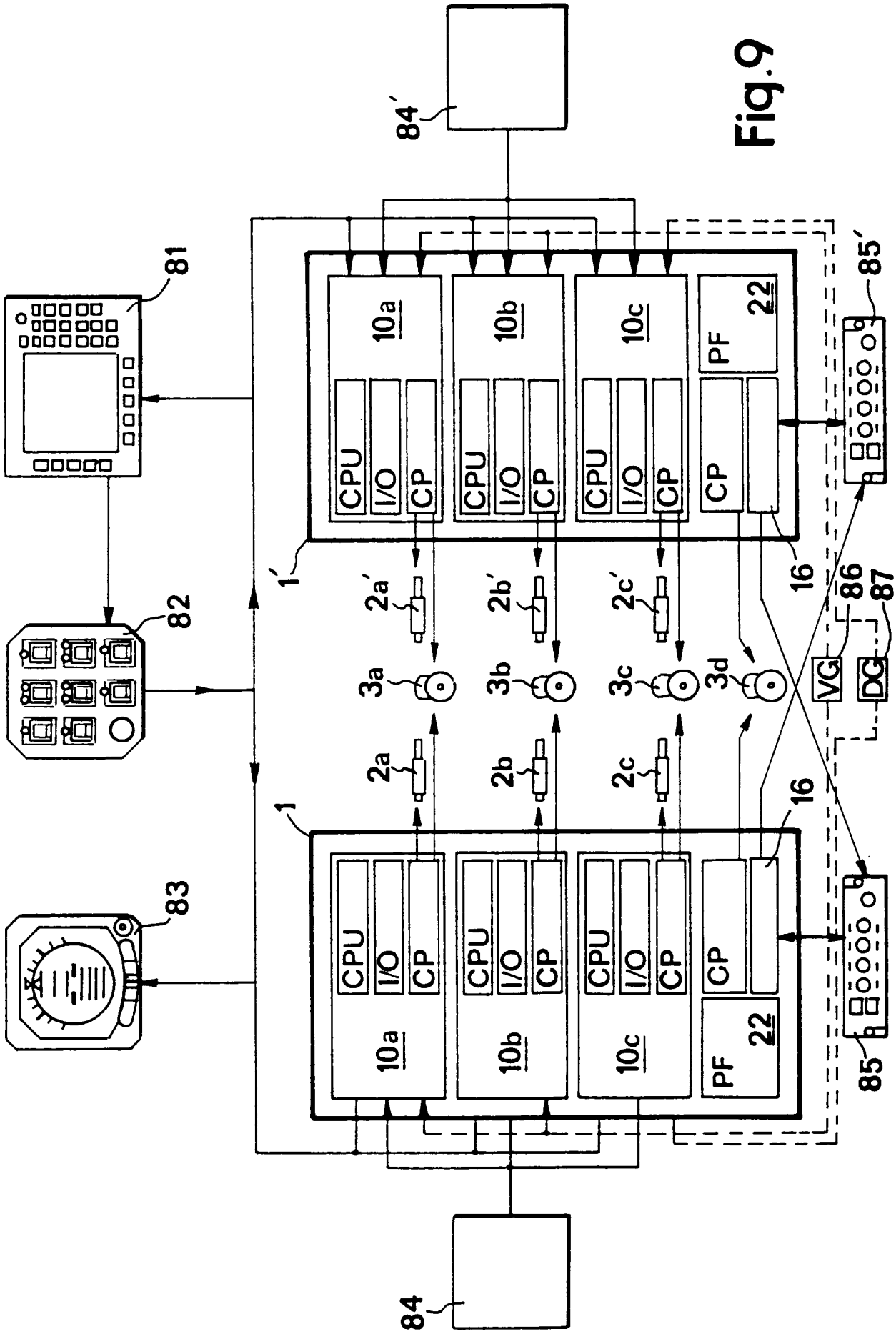

84'
81
82
83
1'
1
10a
10b
10c
PF
22
CPU
I/O
CP
2a'
2b'
2c'
2a
2b
2c
3a
3b
3c
3d
16
85'
85
86
87
VG
DG
84

Fig.9

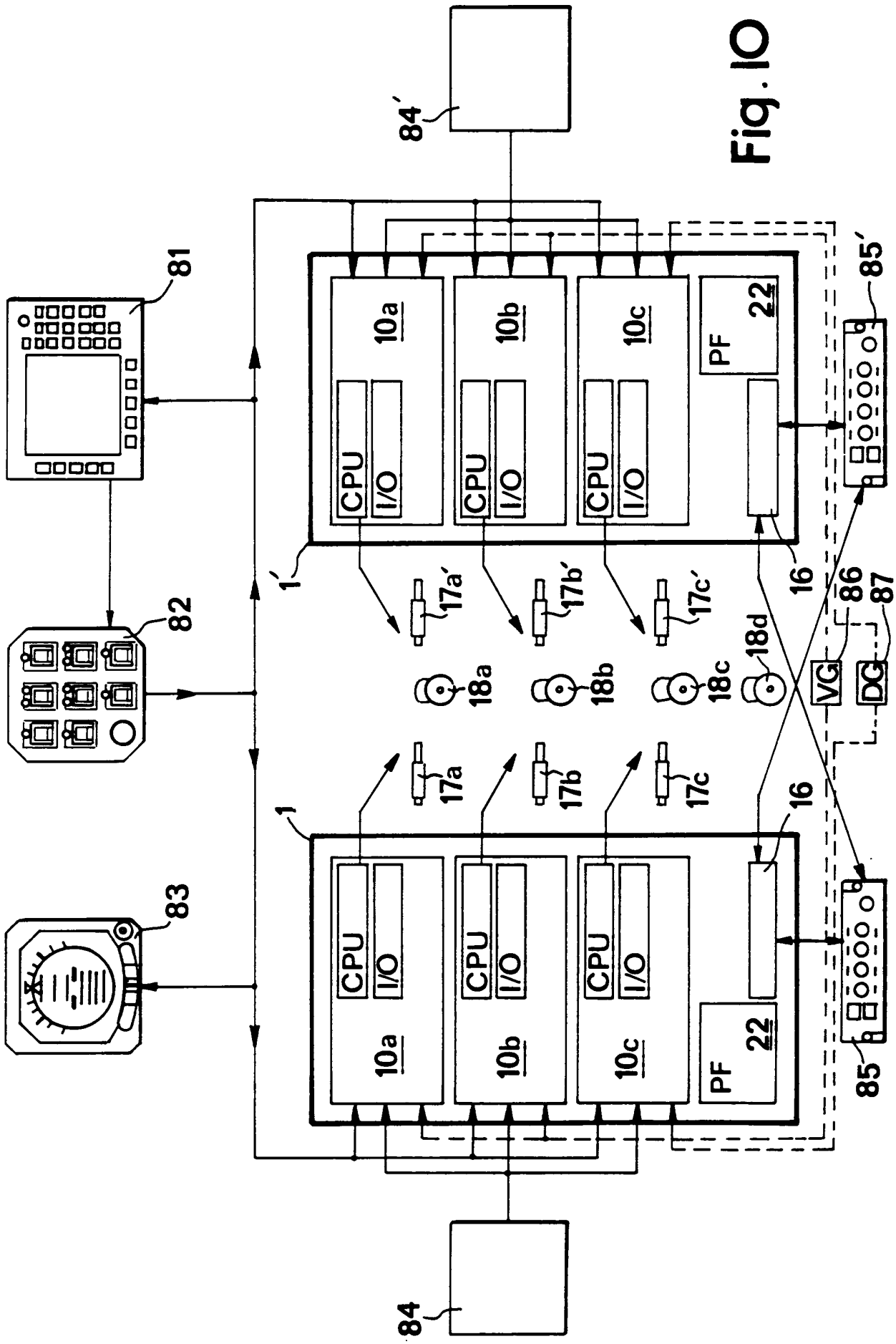

84'
81
82
83
10a
10b
10c
CPU
I/O
PF
22
85'
1'
17a'
17b'
17c'
16
86
87
18a
18b
18c
18d
VG
DG
1
17a
17b
17c
85
84

Fig. 10