

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.11.91.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 14.05.93 Bulletin 93/19.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : Société Anonyme dite:
AEROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE
INDUSTRIELLE — FR.

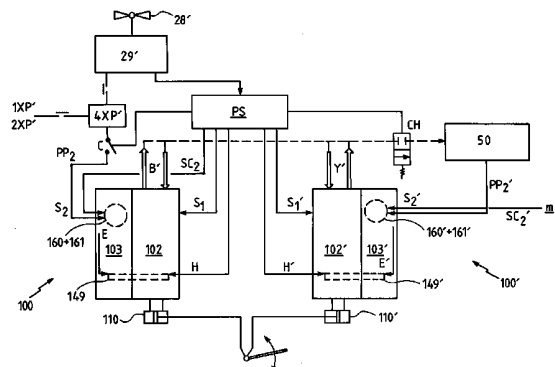
72 Inventeur(s) : Favre Christian.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : Rinuy Santarelli.

54 Système pour la commande en mouvement d'un organe mécanique mobile, et un système de commandes de vol pour aéronef le comportant.

57 Un système pour la commande en mouvement d'un organe mécanique ayant un débattement, comporte deux actionneurs (100, 100') comportant des servo-commandes (102, 102') et des organes d'actionnement (110, 110') agissant en parallèle sur cet organe mécanique, ces servo-commandes étant alimentées en puissance par deux circuits hydrauliques indépendants (B', Y') et connectées à un ensemble de traitement (PS) adapté à leur appliquer des ordres de manœuvre, caractérisé en ce que, en parallèle sur chaque servo-commande, est monté un module hydrostatique (103, 103') comportant un groupe de pompage (160-161, 160'-161') d'alimentation électrique et un élément de sélection (149, 149') adapté, en fonction d'un ordre de sélection (E, E') à soumettre l'organe d'actionnement de chaque actionneur, soit à la servo-commande, soit au module hydrostatique dudit actionneur, les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques étant connectés à deux sources distinctes de puissance électrique (4XP', 50).



L'invention concerne un système de commandes de vol permettant de réduire le nombre de circuits hydrauliques indépendants nécessaires pour la manoeuvre des commandes de vol d'un aéronef.

5 Le principe de ce système repose sur l'utilisation d'un actionneur hydraulique à secours électrique (en anglais "Electrical Back-up Hydraulic Actuator", abrégé en EBHA).

10 Cet équipement, de conception modulaire, combine les fonctions d'une servo-commande électro-hydraulique en fonctionnement normal et d'un actionneur électro-hydrostatique en secours. Le principe d'un tel actionneur est décrit dans la demande de brevet français n° 90-11538 du 19 Septembre 1990.

15 Plus généralement, l'invention concerne tout système ayant au moins une source d'énergie de type hydraulique et qui nécessite une fonction secours (ou tout au moins une source d'énergie redondante).

20 Actuellement, dans le cas des commandes en vol d'un avion de transport civil, trois sources d'énergie indépendantes, dont une disponible en cas d'arrêt total des moteurs, sont généralement nécessaires pour assurer un niveau de sécurité suffisant.

Certains avions de conception ancienne

utilisent ainsi comme sources d'énergie primaire deux circuits hydrauliques, chacun pressurisé par une ou deux pompes entraînées par l'un ou l'autre des moteurs de l'avion. Ces deux circuits hydrauliques pressurisent des
5 servo-commandes à entrée mécanique positionnant les gouvernes. Les ordres du pilote sont transmis mécaniquement au moyen de câbles et de timoneries.

En cas d'arrêt des moteurs, et donc de perte des deux circuits hydrauliques, la troisième source
10 d'énergie est constituée par l'aérodynamique elle-même : chaque gouverne est munie d'un compensateur en bord de fuite, (couramment appelé "tab") dont le braquage génère un moment contribuant à déplacer la gouverne. Le braquage du compensateur est commandé au moyen de câbles, timoneries,
15 renvois et embrayages, dont une partie peut être commune avec les timoneries des servo-commandes.

Les inconvénients liés à cette solution ancienne sont principalement :

- la complexité et la masse du système de commande
20 mécanique transmettant les ordres du pilote,
- la difficulté de mise au point des compensateurs et de leur commande,
- la perte de performance de l'avion (traînée principalement) induite par les compensateurs.

25 Les avions actuels de conception plus moderne utilisent l'énergie primaire de trois circuits hydrauliques habituellement désignés par les couleurs "bleu", "jaune", et "vert", chacun pressurisé en pratique par une ou deux pompes entraînées par l'un ou l'autre des moteurs ou par
30 une électro-pompe alimentée en énergie par des générateurs électriques. Ces trois circuits hydrauliques pressurisent des servo-commandes électro-hydrauliques positionnant les gouvernes. Les ordres du pilote sont transmis à ces servo-commandes de façon électrique (pour les spoilers, les
35 ailerons et la gouverne de profondeur) ou mécanique et électrique (gouverne de direction). La gouverne de

profondeur est en pratique portée par un Plan Horizontal Réglable PHR recevant lui-même des ordres électriques ou mécaniques.

5 En cas d'arrêt des divers moteurs et donc de perte des trois circuits hydrauliques d'énergie primaire, une éolienne est mise en saillie vis à vis du fuselage pour fournir l'énergie de secours nécessaire à la récupération de l'un des circuits hydrauliques et à la circulation électrique des commandes.

10 En cas de panne électrique totale, le contrôle de l'avion se fait uniquement de façon mécanique, en agissant seulement sur la gouverne de direction et le Plan Horizontal Réglable.

15 Les inconvénients liés à cette seconde solution, plus moderne, sont principalement :

- la nécessité de trois circuits hydrauliques d'énergie primaire, soit un circuit de plus que dans la conception ancienne,

20 - la nécessité d'ajouter un circuit d'énergie spécifique connectant une source spécifique d'énergie de secours audit circuit hydraulique additionnel,

- la présence et la masse de timoneries nécessaires à la commande mécanique de certaines des gouvernes.

25 L'invention a pour objet de pallier les inconvénients précités grâce à un système de commandes de vol permettant d'atteindre un même niveau de sécurité que précédemment (survie aussi bien en cas de panne hydraulique totale qu'en cas de panne électrique totale) avec seulement
30 deux circuits hydrauliques indépendants sans nécessiter, pour le régime de secours, ni système lourd, complexe et volumineux de commande mécanique, ni consommation importante d'énergie, ce système étant néanmoins simple, fiable, peu encombrant et de masse modérée.

35 Plus généralement, l'invention a pour objet un système de manoeuvre d'un organe mécanique comportant un

actionneur utilisant en régime normal de l'énergie hydraulique et en régime de secours de l'énergie électrique uniquement.

Elle propose à cet effet un système pour la
5 commande en mouvement d'un organe mécanique ayant un débattement, comportant deux actionneurs comportant des servo-commandes et des organes d'actionnement agissant en parallèle sur cet organe mécanique, ces servo-commandes étant alimentées en puissance par deux circuits hydrauliques indépendants et connectées à un ensemble de traitement
10 adapté à leur appliquer des ordres de manoeuvre, caractérisé en ce que, en parallèle sur chaque servo-commande, est monté un module hydrostatique comportant un groupe de pompage à alimentation électrique et un élément de
15 sélection adapté, en fonction d'un ordre de sélection à soumettre l'organe d'actionnement de chaque actionneur, soit à la servo-commande, soit au module hydrostatique dudit actionneur, les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques étant connectés à des services distincts de
20 puissance électrique.

Selon des dispositions préférées de l'invention :

- le groupe de pompage de l'un des actionneurs est connecté à l'ensemble de traitement et à une première source de
25 puissance électrique comportant un alternateur de secours connecté à une source extérieure de puissance,
- le groupe de pompage de l'autre des actionneurs est connecté à un générateur électrique de secours connecté auxdits circuits,
- 30 - les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques sont respectivement connectés à l'ensemble de traitement et à une ligne de transmission d'ordre indépendante de l'ensemble de traitement.

Dans le contexte de l'aviation, l'invention
35 propose plus précisément un système de commandes de vol pour aéronef pourvu de surfaces orientables pour la

commande en roulis/lacet/tangage, comportant des circuits hydrauliques pressurisés centralisés indépendants, certaines au moins desdites surfaces orientables étant chacune commandée en parallèle par une paire de deux
5 actionneurs comportant des servo-commandes respectivement alimentées indépendamment l'une de l'autre par ces circuits hydrauliques indépendants, recevant des ordres depuis un ensemble de traitement, et comprenant des organes d'actionnement agissant en parallèle sur ladite surface orientable,
10 caractérisé en ce que, dans au moins une desdites paires chaque actionneur comporte un module hydrostatique monté en parallèle sur sa servo-commande et comportant un groupe de pompage à alimentation électrique et un élément de sélection adapté, en fonction d'un ordre de sélection, à
15 soumettre l'organe d'actionnement de chaque actionneur, soit à la servo-commande, soit au module hydrostatique dudit actionneur, les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques des actionneurs d'une paire étant connectés à des sources distinctes de puissance électrique, et les
20 circuits électriques pressurisés centralisés indépendants étant au nombre de deux et deux seulement.

Selon des dispositions préférées, éventuellement combinées :

- le groupe de pompage de l'un des actionneurs est connecté
25 à l'ensemble de traitement et à une première source de puissance électrique comportant un alternateur de secours connecté à une éolienne escamotable,
- le groupe de pompage de l'autre des actionneurs est connecté à un générateur électrique de secours connecté
30 auxdits circuits,
- les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques sont respectivement connectés à l'ensemble de traitement et à une ligne de transmission d'ordre indépendante de l'ensemble de traitement et connectée soit au manche, soit
35 au palonnier de l'aéronef.

- chacune des paires d'actionneurs agissant sur les ailerons, et les gouvernes de direction et de profondeur, comporte, en parallèle sur les servo-commandes, deux modules hydrostatiques dont l'un est alimenté en puissance par le réseau électrique de l'aéronef, lequel comporte un alternateur connecté à une source extérieure de puissance, et l'autre par un générateur de secours,
 - l'ensemble de traitement est constitué de quatre calculateurs de commande de vol,
 - chaque actionneur comporte un système de vérin à double effet, la partie servo-commande comporte un organe mobile de commutation monté dans un logement connecté hydrauliquement, d'une part à ce système de vérin, d'autre part au travers d'un organe de distribution hydraulique à des conduits équipés de clapets d'isolation pour l'alimentation et l'évacuation du fluide de l'un desdits circuits hydrauliques, une réserve de fluide connectée au conduit d'évacuation, un organe de pilotage adapté à commander cet organe mobile de commutation entre une configuration neutre, dans laquelle le système de vérin est isolé hydrauliquement vis à vis de l'organe de distribution hydraulique et une configuration active de service dans laquelle le système de vérin communique avec ledit organe de distribution hydraulique, et le groupe de pompage du module hydrostatique est connecté par un circuit auxiliaire de dérivation, d'une part avec le logement de l'organe de commutation, d'autre part avec la réserve de fluide, l'organe mobile de commutation étant à trois positions et soumis à l'élément de sélection adapté à le faire passer dans une seconde configuration active dans laquelle le système de vérin communique avec ce circuit auxiliaire.
 - les deux circuits hydrauliques indépendants sont pressurisés par des pompes entraînées par les moteurs de l'aéronef.
- Des objets, caractéristiques et avantages de l'invention ressortent de la description qui suit, donnée

à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de principe en perspective d'un avion civil classique,

5 - la figure 2 est un système classique de commande de vol pour un tel avion,

- la figure 3 est un système de commande de vol conforme à l'invention,

10 - la figure 4 est une vue de principe d'un actionneur hydraulique à secours électrique,

- la figure 5 en est une vue simplifiée en plan, et

- la figure 6 est un exemple général d'application de l'invention.

15 Ainsi que le représente la figure 1, un avion civil comporte divers organes pour sa commande aérodynamique en orientation.

La figure 1 représente schématiquement un avion civil gros porteur 1 comportant un fuselage 2 avec, au milieu, deux ailes 3, et à l'arrière un empennage vertical (ou dérive) 4 et un empennage horizontal 5.

Sur le bord de fuite des ailes sont prévus des ailerons 6 pour la commande en roulis et sur l'extrados des ailes sont prévus des spoilers 7 et 8 pour les commandes de 25 roulis, d'aérofreins et de déporteurs. Sur l'empennage vertical 4 est prévue une gouverne de direction 9 tandis que des gouvernes de profondeur 10 sont articulées sur l'empennage horizontal 5, lequel est monté pivotant par rapport au fuselage 2 autour d'un axe horizontal, présentant ainsi un angle d'incidence variable : on parle 30 parfois de Plan Horizontal Réglable ("PHR" en abrégé, ce qui correspond en anglais à "THS" pour Trimmable Horizontal Stabilizer). En outre, des becs 11 sont prévus sur le bord d'attaque des ailes ; il y a également des volets 12.

35 L'avion est mû par des moteurs repérés M1 et M2 (leur disposition réciproque sur la figure 1 n'est bien

sûr qu'un exemple).

Ces diverses surfaces orientables sont reportées schématiquement sur le schéma d'ensemble de la figure 2 qui représente une configuration classique pour
5 les actionneurs contrôlant la manoeuvre de ces diverses surfaces ainsi que pour les sources et circuits d'énergie agissant sur ces actionneurs.

Cette configuration utilise l'énergie de trois circuits hydrauliques (voir au début du texte les explica-
10 tions concernant la configuration moderne d'un système de commandes de vol d'un avion civil) et des servo-commandes commandées par trois calculateurs principaux et deux calculateurs secondaires.

Sur cette figure 2 chaque servo-commande (aussi
15 appelée actionneur) agissant sur l'une des surfaces orientables est schématisée par un rectangle contenant l'une des trois lettres B, Y ou G, désignant celui des circuits hydrauliques auquel est connectée la servo-commande considérée : il est rappelé à ce propos que ces trois
20 circuits sont, par convention, appelés respectivement Circuit bleu (Blue en anglais), Circuit Jaune (Yellow en anglais) et Circuit Vert (Green en anglais). A côté de chaque rectangle représentatif d'un actionneur sont indiqués les calculateurs principaux (P1, P2 ou P3) ou
25 secondaires (S1, S2) qui commandent la manoeuvre de ces actionneurs ; lorsque deux calculateurs figurent auprès d'un même actionneur, cela signifie que le second (indiqué à droite ou en dessous de l'autre) prend le relais du premier lorsque celui-ci tombe en panne. On appréciera que
30 certaines gouvernes importantes sont soumises à l'action de plusieurs actionneurs connectés à des circuits hydrauliques différents.

Chacun des circuits hydrauliques est pressurisé par une ou plusieurs pompes entraînées soit directement par
35 les moteurs, soit par une autre source d'énergie (électrique, pneumatique, ...) : le circuit bleu B est pressurisé

par la pompe P_{p1}, elle-même entraînée par le moteur M1 ; le circuit jaune Y est pressurisé par la pompe P_{p2}, elle-même entraînée par le moteur M2 ; le circuit vert G est pressurisé par une électro-pompe EP alimentée en énergie
5 par des générateurs électriques repérés IDG 1 et IDG 2 (IDG étant les initiales de Integrated Drive Generator), sélectivement connectés à l'électropompe par des contacteurs.

Les servo-commandes des spoilers 7 et 8,
10 ailerons 6 et gouvernes de profondeur 10 sont en pratique de type électro-hydraulique (une par gouverne pour les spoilers, deux par gouverne pour ailerons et gouvernes de profondeur). Les ordres du pilote sont transmis à ces trois types de gouverne de façon électrique uniquement.

15 La gouverne de direction 9 est actionnée par trois servo-commandes à entrée mécanique fonctionnant en parallèle. La gouverne de direction reçoit un ordre mécanique M en provenance du palonnier (non représenté) auquel s'ajoute en 20 un ordre électrique transmis par deux
20 servo-commandes 21 et 22 d'amortissement de lacet (Yaw Damper). L'ordre total appliqué à la gouverne est limité en fonction des conditions de vol par une butée variable repérée TLU sur le schéma (c'est-à-dire Travel Limitation Unit). La référence 23 désigne un actionneur de trim de
25 direction.

Le Plan Horizontal Réglable 5 est actionné par deux actionneurs hydrauliques 24 et 25 positionnant le PHR par l'intermédiaire d'un différentiel repéré 26. Le PHR reçoit un ordre électrique transmis par deux moteurs
30 électriques repérés M'1 et M'2. Il peut également recevoir un ordre mécanique M' transmis par câble depuis le volant de trim situé au poste de pilotage. Cette commande mécanique a priorité : la sortie des moteurs électriques est débrayée lorsque la commande mécanique est actionnée.

35 Les éléments 23, TLU et M'1 et M'2 schématisés par des rectangles grises sont des actionneurs/moteurs

électriques de faible puissance.

L'élément PTU (c'est-à-dire Power Transfer Unit) est un groupe de transfert qui a pour fonction de pressuriser le circuit bleu en cas d'arrêt du moteur M1.

5 L'élément CSMG (c'est-à-dire Constant Speed Motor Generator) est un alternateur entraîné hydrauliquement qui a pour fonction de fournir de l'énergie électrique en mode secours (arrêt ou perte des deux générateurs IDG).

10 Une éolienne escamotable 28, adaptée à venir en saillie vis à vis du fuselage en mode de secours, est accouplée à une pompe 29 pouvant débiter vers le circuit vert (G).

15 Les éléments 30, 31 et 32 sont des clapets de priorité situés respectivement sur les circuits B, Y et G, pour permettre d'alimenter en priorité les commandes de vol primaires en cas de baisse momentanée de pression.

Les calculateurs sont alimentés en énergie électrique par le réseau électrique continu issu du réseau électrique alternatif.

20 Les éléments 1XP, 2XP et 4XP représentent les barres d'alimentation électrique alternative des équipements. En fonctionnement normal, les barres 1XP et 4XP sont alimentées par l'IDG1, la barre 2XP est alimentée par l'IDG2. En fonctionnement secours, seule la barre 4XP est
25 alimentée par l'éolienne.

En fonctionnement normal, les ordres du pilote, qui proviennent des manches latéraux, et occasionnellement du palonnier et du volant de trim (pour le PHR), sont transmis électriquement par les calculateurs de commande de
30 vol notés P1, P2, P3, S1, S2.

En cas d'arrêt des moteurs et donc de perte des trois circuits hydrauliques, l'éolienne 28 entraîne la pompe 29, ce qui permet d'alimenter hydrauliquement d'une part un des trois circuits, ici le circuit vert, et d'autre
35 part le générateur de secours repéré CSMG, ce qui permet d'alimenter électriquement les calculateurs. La puissance

nécessaire à la manoeuvre des gouvernes est donc fournie par le circuit vert (d'origine aérodynamique) et les commandes sont transmises électriquement.

En cas de panne électrique totale, le système
5 de commande mécanique réduit aux timoneries de gouverne de direction et à la commande de plan horizontal permet de contrôler l'avion (commandes mécaniques notées M et M' sur le schéma). La puissance nécessaire à la manoeuvre des gouvernes est fournie par les circuits hydrauliques disponibles (c'est-à-dire B ou Y), les commandes du pilote
10 sont transmises mécaniquement (palonnier et volant de trim).

La figure 3 présente une nouvelle configuration ou architecture des circuits de puissance et de transmission d'ordres, conforme à l'invention, qui se distingue de
15 la configuration classique de la figure 2 par une plus grande simplicité et une moindre masse, à niveau de sécurité supérieur puisqu'on survit d'une part à la panne électrique totale et, d'autre part à la panne hydraulique
20 totale, ce qui n'est pas le cas avec l'architecture actuelle (où on ne survit pas à la panne hydraulique totale).

Pour faciliter la comparaison avec la figure 2, les surfaces orientables sont repérés avec les mêmes signes
25 de référence tandis que les éléments de commande analogues à ceux de la figure 2 ont les mêmes signes de référence, mais affectés d'un indice prime.

Ainsi, dans cette configuration conforme à l'invention, l'avion n'utilise l'énergie que de deux
30 circuits hydrauliques, chacun pressurisé comme précédemment par une ou deux pompes entraînées par les moteurs comme source d'énergie primaire : un circuit bleu B' pressurisé par la pompe Pp1' elle-même entraînée ici par le moteur M1', et un circuit jaune Y' pressurisé par la pompe Pp2',
35 elle-même entraînée ici par le moteur M2'. Ces deux circuits hydrauliques pressurisent les servo-commandes

positionnant les gouvernes.

Les servo-commandes de spoilers sont de type électro-hydraulique classique (une par gouverne ou surface orientable) et celles d'ailerons, profondeur et direction
5 sont des actionneurs hydrauliques à secours électrique (deux par gouverne) par exemple conformes à la demande 90-11538 du 19 Septembre 1990 ; la partie grisée de ces actionneurs en schématise le module hydrostatique à commande électrique.

10 Pour chaque aile il y a quatre servo-commandes réparties alimentées par le circuit bleu B' ou le circuit jaune Y', et connectées à un calculateur principal P1' ou P2' ou à un calculateur secondaire S1' ou S2'. Il peut en effet suffire ici de quatre calculateurs.

15 La gouverne de direction 9 est actionnée par deux actionneurs hydrauliques à secours électrique repérés 40 et 41 fonctionnant en parallèle ; de même, les gouvernes de profondeur 10 sont actionnées chacune par une paire de tels actionneurs hydrauliques à secours électrique 42 et
20 43, 44 et 45. Et chacun des ailerons est actionné par une paire de tels actionneurs 46 et 47 ou 48 et 49.

Le PHR reçoit des ordres électriques uniquement. Il est actionné par deux moteurs hydrauliques 24' ou 25' qui le positionnent par l'intermédiaire d'un différentiel 26'. L'ordre électrique est transmis par trois moteurs
25 électriques M'1', M'2' et M'3' alimentées par les barres 1XP', 2XP', 4XP'. La commande mécanique ayant été supprimée par rapport au schéma de la figure 2 le système est simplifié (suppression de l'entrée mécanique et du système
30 de priorité). D'autres solutions sont envisageables (commande par servo-valve notamment).

On retrouve les générateurs électriques IDG1' ou IDG2', les barres d'alimentation électrique 1XP', 2XP' et 4XP', une éolienne 28' laquelle est ici directement
35 accouplée à un alternateur 29', le trim de direction 23', l'unité PTU'. Par contre la butée réglable TLU a été

supprimée, de même que l'électropompe EG, les éléments d'amortissement de lacet et l'élément CSMG.

Par contre, ont été rajoutés, un générateur 50, susceptible de prélever de l'énergie résiduelle dans l'un
5 ou l'autre des circuits B' ou Y', un capteur de position 51 associé au palonnier 52 et des lignes m de connexion au manche de pilotage.

Dans cet exemple de la figure 3, au sein de chaque paire d'actionneurs hydrauliques à secours électrique,
10 que, le module hydrostatique de l'un des actionneurs est connecté au manche (gouvernes de profondeur ou ailerons) ou au palonnier par le capteur de position (gouverne de direction), à une ligne d'asservissement local L et à une ligne de liaison au générateur 50, tandis que le module
15 hydrostatique de l'autre actionneur est connecté à la barre d'alimentation électrique 4XP'. Pour les ailerons et les gouvernes de profondeur, les paires d'actionneurs présentent des modes de connexion différents aux circuits hydrauliques : les actionneurs connectés à 4XP' sont
20 connectés au circuit B' ainsi dans l'une des paires associée à un degré de liberté et connectés au circuit Y' dans l'autre paire. A l'élément 4XP' est notamment connecté le moteur électrique M'1' dont on peut noter qu'il agit directement sur les becs ou sur les volets (ici les becs
25 11) en parallèle à un groupe de puissance hydraulique alimenté en puissance par l'un des circuits, ici le circuit Y'.

En fonctionnement normal, l'ensemble des servo-commandes, y compris la partie servo-commande des actionneurs
30 40 à 49, est pressurisé par les deux circuits hydrauliques bleu et jaune et piloté via les calculateurs de commande de vol notés P1', P2', S1', S2'.

En cas d'arrêt des moteurs et donc de la perte des deux circuits hydrauliques, l'éolienne 28' entraîne
35 l'alternateur 29' ce qui permet d'alimenter électriquement les calculateurs ainsi que via la barre d'alimentation

4XP', la partie hydrostatique des actionneurs EBHA (ailerons, profondeur et direction). La puissance est donc électrique, d'origine aérodynamique, et les commandes sont transmises électriquement via les calculateurs P1', P2', S1' et S2'. Il faut noter que les actionneurs hydrauliques à secours électrique, ou EBHA, disponibles en cas d'arrêt moteur sont normalement alimentés par deux circuits hydrauliques différents, ce qui minimise les risques de panne commune.

10 En cas de panne totale de la transmission normale des ordres du pilote (générateur électrique ou calculateurs) le générateur électrique 50 de faible puissance démarre et prélève son énergie sur les circuits hydrauliques disponibles (c'est-à-dire Y' ou B'). Il 15 fournit la puissance nécessaire aux lignes L d'asservissement local destinées à la partie hydrostatique des EBHA (ailerons, profondeur et direction). La puissance est donc électrique, d'origine hydraulique, et les commandes sont transmises depuis les manches latéraux (lignes m) et du 20 palonnier 52 aux EBHA par un réseau complètement ségrégé du réseau électrique avion. Ce réseau peut être de nature électrique, voire optique. L'asservissement de la position des gouvernes aux ordres du pilote se fait localement, au niveau de l'actionneur EBHA.

25 La figure 4 montre le schéma de principe des actionneurs hydrauliques à secours électrique 40 et 49, tel que décrit dans la demande de brevet 90-11538.

Sur cette figure 4, l'actionneur est repéré 100.

30 On voit un vérin 110, un organe mobile de commutation à trois positions 117, un organe de distribution hydraulique 133 de préférence à commande progressive, connecté à un circuit hydraulique extérieur tel que B' ou Y' ici repéré HT, au travers de clapets d'isolation 138 et 35 139 et déterminant, au travers du tiroir 117, la répartition des pressions dans le vérin 110, une réserve de fluide

147, un organe de pilotage 151, adapté à commander le tiroir 117 dans deux de ses positions, un groupe de pompage 160 + 161 à vitesse variable et à commande électrique déterminant avec un clapet 166 le régime des pressions dans
5 le vérin 110, et un organe auxiliaire 149 de pilotage (ce qui peut être confondu avec l'organe 151) adapté à amener le tiroir dans la troisième de ses positions, établissant la communication hydraulique entre le groupe de pompage et le vérin qui constituent ainsi une transmission hydrosta-
10 tique. Cet actionneur fonctionne en mode nominal (signal S_1 appliqué à l'organe de distribution 133 et signal H appliqué à l'organe de pilotage 151 agissant de façon hydraulique sur le tiroir 117) ou en mode de secours (signal de vitesse S_2 provenant des lignes m ou 4XP'
15 appliqué au moteur 160 et signal E appliqué à l'organe de pilotage 149).

Cet actionneur 100 est formé d'un module principal de servo-commande hydraulique 102, susceptible d'être utilisé isolément, et d'un module électrohydrostatique
20 auxiliaire 103, ici destiné à un fonctionnement en secours.

Le détail de réalisation d'un exemple de réalisation de cet actionneur est donné à la figure 5.

Le module principal 102 comporte le vérin à
25 double effet 110 formé d'un piston 111 dont la tige de piston 112 commande en position un organe extérieur non représenté (l'une des gouvernes de la figure 3). Le piston 110 est monté coulissant dans un cylindre de vérin 113 raccordé en ses extrémités à des conduits de circulation de
30 fluide 114 et 115 qui débouchent à l'intérieur du logement 116 du tiroir de commutation 117 à trois positions.

Le tiroir de commutation 117 comporte trois corps 118 à 120 reliés par des tiges 121 et 122 et coulissant de façon étanche dans le logement 116 en y
35 ménageant quatre chambres 123 à 126, à savoir de première et seconde chambres extrêmes 123 et 124 et de première et

seconde chambres intermédiaires 125 et 126.

Dans les chambres extrêmes 123 et 124 sont disposés des organes de rappel élastique (ici des ressorts 127 et 128 sollicités en compression) tendant conjointement
5 à maintenir le tiroir 117 en une configuration médiane neutre.

Dans le logement 116 de ce tiroir débouche également un conduit de court-circuit (bipasse) 127 adapté, dans la configuration médiane neutre du tiroir, à mettre
10 les chambres intermédiaires en communication l'une avec l'autre; les embouchures de ce conduit sont donc espacées d'une distance sensiblement égale à la dimension axiale du corps central 119.

Dans ce conduit 127 est avantageusement prévue
15 une restriction 128 destinée à freiner la circulation de fluide entre les chambres intermédiaires 125 et 126, donc entre les chambres du vérin 110, grâce à quoi le vérin agit en amortisseur. En fait cet effet d'amortisseur peut être aussi obtenu en choisissant une section de passage réduite
20 pour l'un des orifices de communication du conduit 127 avec le logement 116.

Dans le logement 116 du tiroir débouchent en outre, deux paires de conduits 129 et 130, et 131 et 132 dont les embouchures sont obturées par le tiroir en
25 configuration de repos de celui-ci : les conduits 129 et 130 de l'une des paires sont respectivement obturés par le corps central 119 et l'un 118 des corps extrêmes, tandis que les conduits 131 et 132 de l'autre paire sont obturés par le corps central et l'autre des corps extrêmes. Les
30 embouchures des conduits de chaque paire sont espacées axialement d'une distance égale à la somme des dimensions axiales du corps central et de l'une des chambres intermédiaires associées, grâce à quoi un déplacement du tiroir dans l'un ou l'autre sens dégage simultanément les conduits
35 d'une paire tout en maintenant obturés les conduits de l'autre paire.

L'une 129 - 130 des paires de conduits aboutit à une servo-valve 133 à laquelle parvient par ailleurs des conduits d'arrivée et d'évacuation de fluide 134 et 135 : cette servo-valve détermine celui des conduits de ladite
5 paire qui est mis en communication avec l'arrivée de fluide tandis que l'autre conduit est mis en communication avec l'évacuation de fluide.

Les conduits 134 et 135 débouchent hors du module principal par des orifices 136 et 137 adaptés à être
10 connectés à des lignes extérieures non représentées.

Une paire de clapets d'isolation 138 et 139 est avantageusement disposée au travers des conduits 134 et 135 en sorte de ne dégager ceux-ci qu'en présence, à l'orifice 137, d'une pression d'alimentation suffisante. Un élément
15 de filtrage 140 est avantageusement disposé au travers du conduit 135 d'arrivée de fluide.

Dans le conduit 134 d'évacuation de fluide débouche un conduit auxiliaire d'échappement ou de fuite 141 communiquant avec l'une 123 des chambres extrêmes du
20 logement 116 du tiroir de commutation 117 et une chambre 142 dans laquelle pénètre un prolongement 143 de la tige de piston 112.

Dans cette chambre 142 est par ailleurs prévu un capteur 144 destiné à relever la position instantanée du
25 piston 111.

Le conduit auxiliaire d'échappement 141 communique en outre avec les conduits 114 et 115 au travers de clapets anti-retour 145 et 146.

De façon avantageuse ce conduit auxiliaire
30 communique avec un accumulateur 147 comportant une réserve de fluide destinée à compenser les variations de volume du fluide hydraulique résultant d'éventuelles dilatations thermiques. En pratique, cet accumulateur participe au maintien d'une pressurisation du fluide contenu dans
35 l'actionneur.

Dans l'une 123 des chambres extrêmes du

logement du tiroir 117 pénètre axialement le doigt 148 d'un organe 149 de pilotage complémentaire du tiroir, ici de type électromagnétique, tandis que l'autre 124 des chambres extrêmes communique par un conduit de pilotage 150 avec un
5 organe de pilotage 151, ici une électrovanne, à laquelle parviennent également des conduits de dérivation 134' et 135' provenant des conduits 134 et 135 d'arrivée et d'évacuation de fluide.

Dans l'une 124 des chambres extrêmes pénètre un
10 capteur de position 152 destiné à relever la position instantanée du tiroir.

Le module auxiliaire de secours 103 comporte un moteur électrique 160, de préférence du type à courant continu sans balais, ainsi que ses équipements électro-
15 niques de commutation (non représentés).

Le moteur 160 entraîne une pompe hydraulique bidirectionnelle 161 munie d'un conduit de drainage 162 et de deux conduits d'aspiration ou de refoulement 163 et 164. Ces conduits d'aspiration ou de refoulement débouchent dans
20 le logement 165 d'un double clapet coulissant 166 comportant deux corps de clapet 167 et 168 solidaires l'un de l'autre et obturant normalement les conduits de sortie 163 et 164. Dans les extrémités du logement 165 débouchent des conduits de pilotage 163' et 164' communiquant avec lesdits
25 conduits de sortie. Des organes de rappel élastique 169 et 170 tendent à maintenir le double clapet en une configuration médiane neutre.

Dans le logement 165 du double clapet débouchent un conduit médian 171, ainsi que deux paires de
30 tronçons raccordés chacune à une même conduite de communication 172 ou 173. Les tronçons de chaque paire ont une position et un écartement tels que, en configuration neutre du double clapet, ils soient tous obturés par l'un ou l'autre des corps de clapet mais que, dès que le double
35 clapet se déplace dans l'un ou l'autre sens, celui des conduits de sortie 163 ou 164 où règne la pression la plus

élevée communique avec l'une des conduites de communication 172 ou 173 tandis que l'autre de ces conduits communique avec l'autre conduite de communication et avec le conduit médian 171.

5 Le module auxiliaire de secours 103 est assujetti au module principal 102 (par tous moyens connus appropriés non représentés) de manière à ce que le conduit médian 171 soit mis en communication avec la réserve de fluide 147, ici par l'intermédiaire du conduit auxiliaire
10 141, tandis que les conduits de communication 172 et 173 soient raccordés aux conduits 131 et 132 débouchant dans le logement du tiroir distributeur.

 Lorsqu'aucun des modes "normal" ou "secours" n'est activé, le tiroir 117 reste dans sa configuration
15 neutre. Ainsi que cela a été exposé plus haut, le conduit 127 assure un amortissement des variations parasites de la position du piston 111 de vérin.

 En mode de fonctionnement "normal", on active l'électrovanne 151 en sorte de déplacer le tiroir vers la
20 gauche de la figure 5 : la servo-valve 133 détermine alors, par sa position, de quel côté du piston 111 doit être appliquée la pression de la conduite 135, pour retracter ou au contraire déployer la tige de piston 112.

 En cas de fonctionnement de "secours", en cas
25 de panne dans l'alimentation hydraulique du module principal 102 ou dans la commande de ses composants électriques, on active l'organe 149 en sorte d'amener le tiroir dans la configuration de la figure 5 et on fait tourner le moteur 160 en sorte de débiter du fluide dans
30 celui des conduits 163 ou 164 qui communique avec la chambre du vérin 110 que l'on souhaite mettre en pression.

 De manière très générale cet actionneur hydraulique comporte au moins un système de vérin à double effet 110, un organe mobile de commutation 117, monté dans
35 un logement 116 connecté hydrauliquement, d'une part à ce système de vérin, d'autre part au travers d'un organe de

distribution hydraulique 133, à des conduits d'alimentation et d'évacuation de fluide 134, 135 équipés de clapets d'isolation 138 et 139, une réserve de fluide 147 connectée au conduit d'évacuation, et un organe de pilotage 151
5 adapté à commander cet organe mobile de commutation entre une configuration neutre, dans laquelle le système de vérin est isolé hydrauliquement vis à vis de l'organe de distribution hydraulique et une configuration active de service dans laquelle le système de vérin communique avec
10 ledit organe de distribution hydraulique ; cet actionneur comporte en outre un groupe de pompage commandé à vitesse variable 160-161 connecté par un circuit auxiliaire de dérivation, d'une part au logement 116 du tiroir de l'organe mobile, d'autre part à la réserve de fluide 147,
15 l'organe mobile de commutation étant à trois positions et étant muni d'un moyen de pilotage complémentaire 149 adapté à commander ledit organe mobile de commutation entre ladite configuration neutre et une seconde configuration active dans laquelle le système de vérin communique avec ce
20 circuit auxiliaire, grâce à quoi le système de vérin, le groupe de pompage et le circuit auxiliaire constituent une transmission hydrostatique (à commande de préférence électrique).

La figure 6 présente un exemple général
25 d'application de l'invention, où l'organe mécanique commandé peut notamment être n'importe laquelle des gouvernes 6, 9 ou 10 de la figure 3.

Sur cette figure est représentée une paire de deux actionneurs du type de celui de la figure 4, désignés
30 par les références 100 et 100' et comportant des éléments analogues, les composants de l'actionneur 100' ayant les mêmes signes de référence que l'actionneur 100, mais affectés d'un indice "prime". Les actionneurs sont l'une quelconque des paires d'actionneurs 40-41, 42-43, 44-45,
35 46-47, 48-49.

Chaque actionneur comporte ainsi un organe

d'actionnement 110 ou 110', une partie servo-commande 102 ou 102' et une partie module hydrostatique 103 ou 103' monté en parallèle sur cette partie servo-commande ; un élément de sélection 149 ou 149' est adapté, en fonction
5 d'un ordre de sélection E ou E', à soumettre l'organe d'actionnement 110 ou 110' soit à la partie servo-commande 102 ou 102', soit à la partie hydrostatique 103 ou 103'.

Les organes d'actionnement 110 et 110' agissent en parallèle sur l'organe mécanique (par exemple l'une des
10 surfaces 6, 9 ou 10).

Les servo-commandes sont alimentées en puissance par les deux circuits hydrauliques indépendants B' et Y' et reçoivent des ordres H, S₁, H', S₁' d'un ensemble de traitement noté PS (regroupant par exemple
15 certains des calculateurs P1', P2', S1' et S2' de la figure 3).

Chaque module hydrostatique comporte un groupe de pompage 160+161 ou 160'+161' à alimentation électrique avantageusement variable recevant un signal S2 ou S2', ici
20 constitué d'un signal de puissance PP2 ou PP2' et d'un signal de commande SC2 ou SC2'..

Le groupe de pompage de l'un des actionneurs (ici 100) est connecté à l'ensemble de traitement PS dont il reçoit les ordres SC2, et à un circuit d'alimentation
25 (ici la barre 4XP') relié à une source principale (ici par 1XP' ou 2XP') ou, en cas de panne, à l'alternateur 29', connecté à une source extérieure de puissance ici l'éolienne 28' de la figure 3) qui lui fournit la puissance électrique nécessaire (en fait le signal S2 peut être en
30 lui-même un signal de puissance modulé par l'ordre élaboré par l'ensemble de traitement PS).

Le groupe de pompage de l'autre des actionneurs (ici 100') est connecté à un générateur de secours 50, ici connecté aux circuits Y', B' pour y prélever de l'énergie
35 disponible, et à une ligne indépendante de transmission d'ordres m (il peut aussi s'agir du signal du capteur 51

dans le cas de la gouverne de direction 9 de la figure 3).

L'ordre de sélection E est généré par la partie électronique du module hydrostatique 103 dès que l'ensemble de traitement PS a détecté une panne du (des) circuit(s) hydraulique(s) et décidé de l'alimentation du module 103 par fermeture du commutateur C reliant ce module 103 à son circuit d'alimentation.

L'ordre de sélection E' est généré par la partie électronique du module hydrostatique 103' dès que l'ensemble de traitement PS n'est plus en mesure d'assurer ses fonctions et fait passer un commutateur hydraulique CH en mode "passant", ce qui provoque le démarrage du générateur de secours 50 et donc l'alimentation du module 103'

Ainsi qu'il ressort de la figure 3 le schéma général de la figure 6 vaut pour chacune des surfaces 6, 9 et 10, assurant la commande en roulis, lacet et tangage de l'avion. L'invention couvrirait bien sûr le cas où seule l'une de ces surfaces, ou l'un seulement de ces degrés de liberté en rotation serait commandé par un dispositif conforme à la figure 6, ou de structure équivalente avec deux actionneurs connectés à des sources distinctes de puissance électrique.

Il va de soi que la description qui précède n'a été proposée qu'à titre d'exemple non limitatif et que de nombreuses variantes peuvent être proposées par l'homme de l'art sans sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi notamment qu'elle peut s'appliquer, non seulement dans le domaine aéronautique mais aussi à tout autre type d'organe ou surface orientable ou mobile. En outre, le générateur de secours peut être alimenté en tout type de puissance : hydraulique comme envisagé ci-dessus, mais aussi électrique, pneumatique, aérodynamique

REVENDICATIONS

1. Système pour la commande en mouvement d'un organe mécanique ayant un débattement, comportant deux actionneurs (100, 100') comportant des servo-commandes
5 (102, 102') et des organes d'actionnement (110, 110') agissant en parallèle sur cet organe mécanique, ces servo-commandes étant alimentées en puissance par deux circuits hydrauliques indépendants (B', Y') et connectées à un ensemble de traitement (PS) adapté à leur appliquer des
10 ordres de manoeuvre, caractérisé en ce que, en parallèle sur chaque servo-commande, est monté un module hydrostatique (103, 103') comportant un groupe de pompage (160-161, 160'-161') d'alimentation électrique et un élément de sélection (149, 149') adapté, en fonction d'un ordre de
15 sélection (E, E') à soumettre l'organe d'actionnement de chaque actionneur, soit à la servo-commande, soit au module hydrostatique dudit actionneur, les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques étant connectés à deux sources distinctes de puissance électrique (4XP', 50).

20 2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le groupe de pompage (160-161) de l'un des actionneurs (100) est connecté à l'ensemble de traitement (PS) et à une première source de puissance électrique comportant un alternateur de secours (29') connecté à une
25 source extérieure de puissance (28').

3. Système selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le groupe de pompage (160'-161') de l'autre (100') des actionneurs est connecté à un générateur électrique de secours (50) connecté auxdits
30 circuits (Y', B').

4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les groupes de pompage de ces modules hydrostatiques sont respectivement connectés à l'ensemble de traitement et à une ligne de
35 transmission d'ordre (m) indépendante de l'ensemble de traitement (PS).

5. Système de commandes de vol pour aéronef
pourvu de surfaces orientables (6, 9, 10) pour la commande
en roulis/lacet/tangage, comportant des circuits hydrauliques
pressurisés centralisés indépendants (B', Y'),
5 certaines au moins desdites surfaces orientables étant
chacune commandée en parallèle par une paire de deux
actionneurs (40-49) comportant des servo-commandes
respectivement alimentées indépendamment l'une de l'autre
par ces circuits hydrauliques indépendants, recevant des
10 ordres depuis un ensemble de traitement (PS, P1', P2', S1',
S2'), et comprenant des organes d'actionnement (110, 110')
agissant en parallèle sur ladite surface orientable,
caractérisé en ce que, dans au moins une desdites paires
(100, 100') chaque actionneur comporte un module hydro-
15 tatique (103, 103') monté en parallèle sur sa servo-
commande (102, 102') et comportant un groupe de pompage
(160-161, 160'-161') à alimentation électrique et un
élément de sélection (149, 149') adapté, en fonction d'un
ordre de sélection (E, E'), à soumettre l'organe d'action-
20 nement (110, 110') de chaque actionneur, soit à la servo-
commande, soit au module hydrostatique (103-103') dudit
actionneur, les groupes de pompage de ces modules hydro-
statiques des actionneurs d'une paire étant connectés à des
sources distinctes de puissance électrique (4XP', 50), et
25 les circuits électriques pressurisés centralisés indépen-
dants (Y', B') étant au nombre de deux et deux seulement.

6. Système de commandes de vol pour aéronef
selon la revendication 5, caractérisé en ce que le groupe
de pompage (160-161) de l'un des actionneurs est connecté à
30 l'ensemble de traitement (PS) et à une première source de
puissance électrique comportant un alternateur de secours
(29') connecté à une éolienne escamotable (28').

7. Système de commandes de vol pour aéronef
selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé
35 en ce que le groupe de pompage (160'-161') de l'autre des
actionneurs est connecté à un générateur électrique de

secours (50) connecté auxdits circuits.

8. Système de commande de vol pour aéronef selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les groupes de pompes de ces modules hydrostatiques sont respectivement connectés à l'ensemble de traitement (PS) et à une ligne de transmission d'ordre (m) indépendante de l'ensemble de traitement et connectée soit au manche, soit au palonnier de l'aéronef.

9. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que chacune des paires d'actionneurs (40-49) agissant sur les ailerons et les gouvernes de direction et de profondeur comporte, en parallèle sur les servo-commandes, deux modules hydrostatiques dont l'un est alimenté en puissance par le réseau électrique de l'aéronef, lequel comporte un alternateur (29') connecté à une source extérieure de puissance, et l'autre par un générateur de secours (50).

10. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que l'ensemble de traitement est constitué de quatre calculateurs de vol (P1', P2', S1', S2').

11. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que chaque actionneur comporte un système de vérin à double effet (110), la partie servo-commande comporte un organe mobile de commutation (117) monté dans un logement (116) connecté hydrauliquement, d'une part à ce vérin, d'autre part au travers d'un organe de distribution hydraulique (133) à des conduits (134, 135) équipés de clapets d'isolation pour l'alimentation et d'évacuation du fluide de l'un desdits circuits hydrauliques (B', Y'), une réserve de fluide connectée au conduit d'évacuation, un organe de pilotage (151) adapté à commander cet organe mobile de commutation entre une configuration neutre, dans laquelle le vérin est isolé hydrauliquement vis à vis de l'organe de distribution hydraulique et une configuration active de service dans

laquelle le vérin communique avec ledit organe de distribution hydraulique, le groupe de pompage du module hydrostatique (160-161) étant connecté à la partie servo-commande par un circuit auxiliaire de dérivation, d'une part avec le
5 logement (116) du tiroir, d'autre part avec la réserve de fluide (147), l'organe mobile de commutation étant à trois positions et soumis à l'élément de sélection adapté à le faire passer dans une seconde configuration active dans laquelle le vérin communique avec ce circuit auxiliaire.

10 12. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, caractérisé en ce que les deux circuits hydrauliques indépendants sont pressurisés par des pompes entraînées par les moteurs (M1', M2') de l'aéronef.

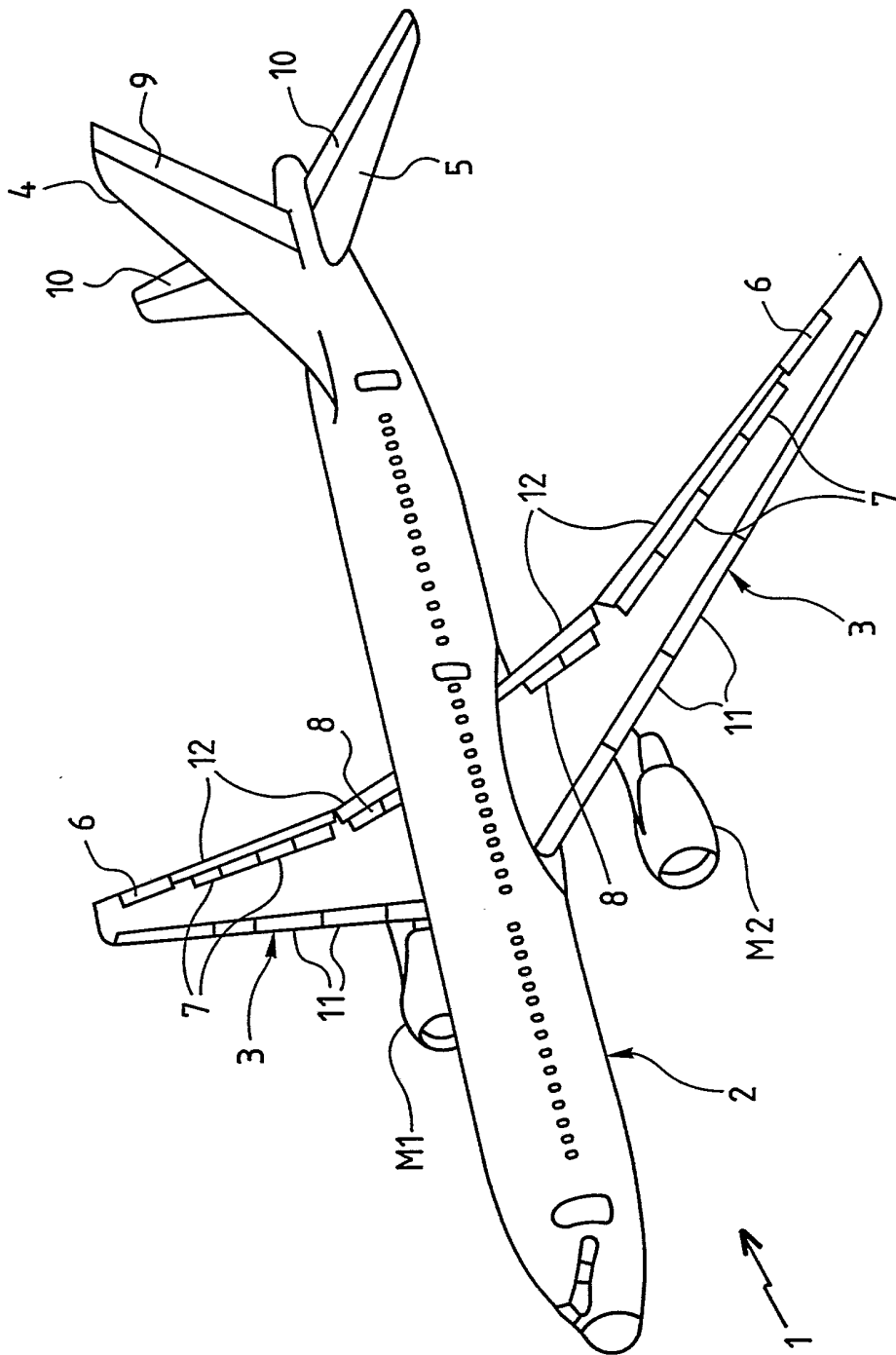


Fig.1

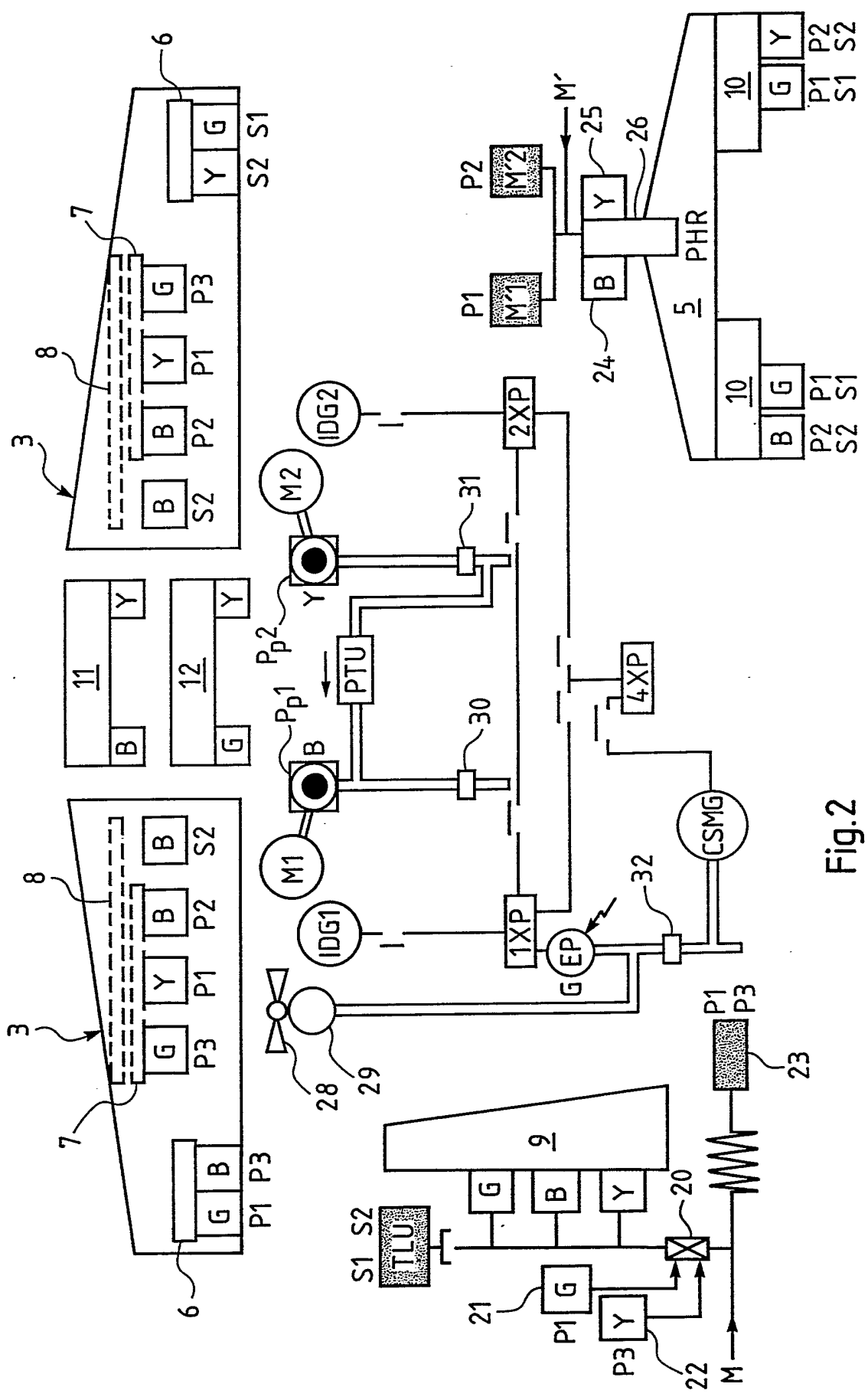


Fig.2

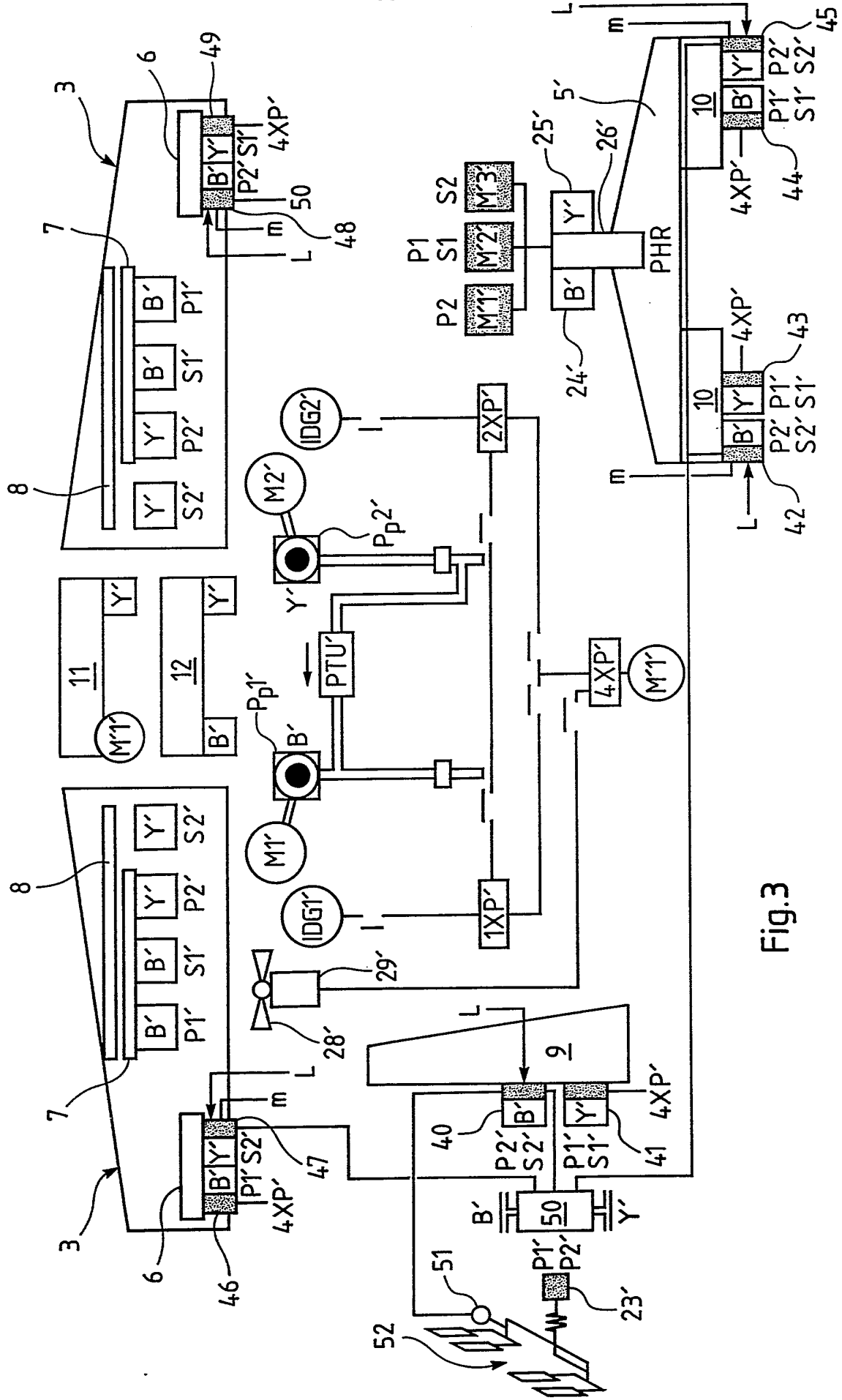


Fig. 3

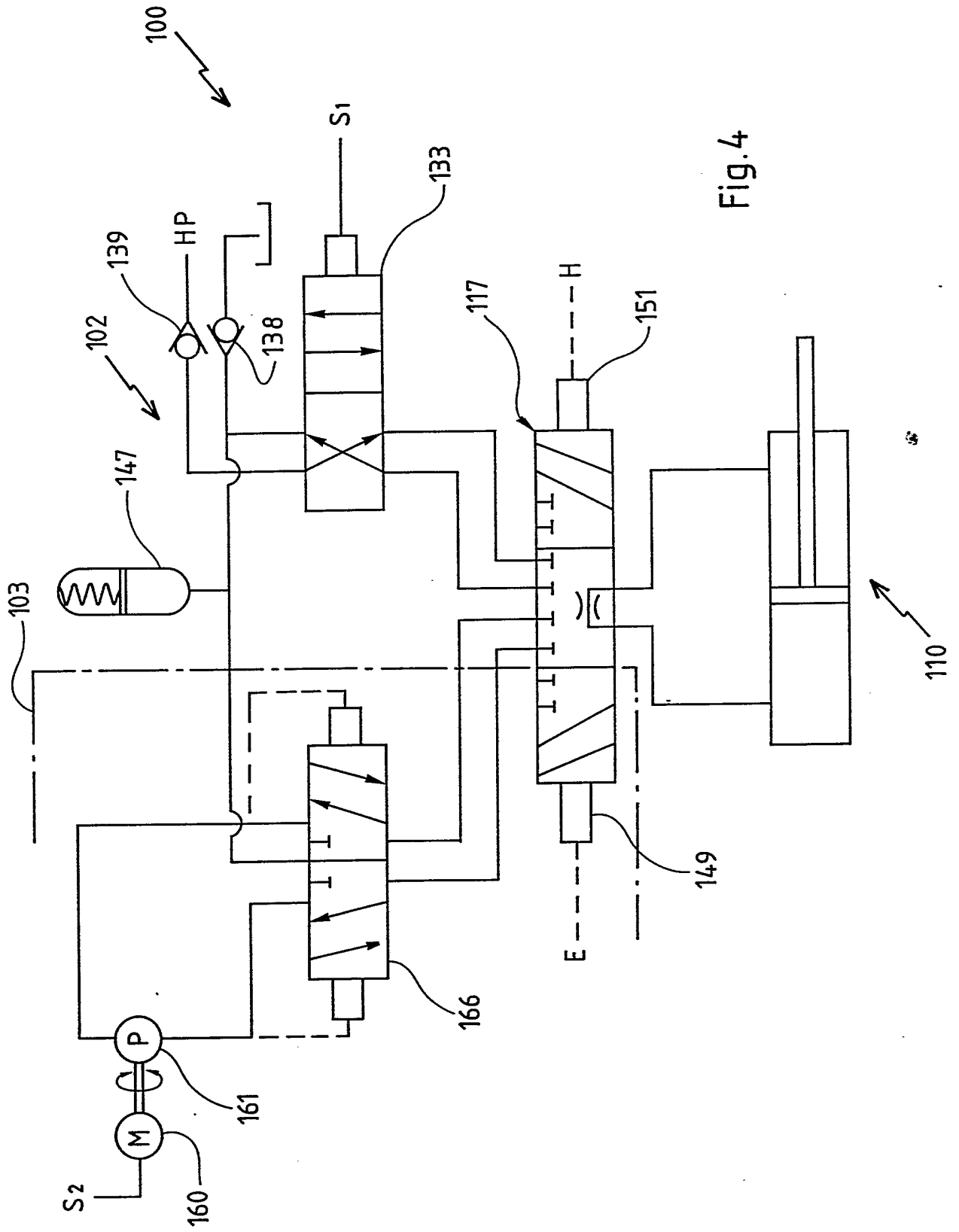


Fig. 4

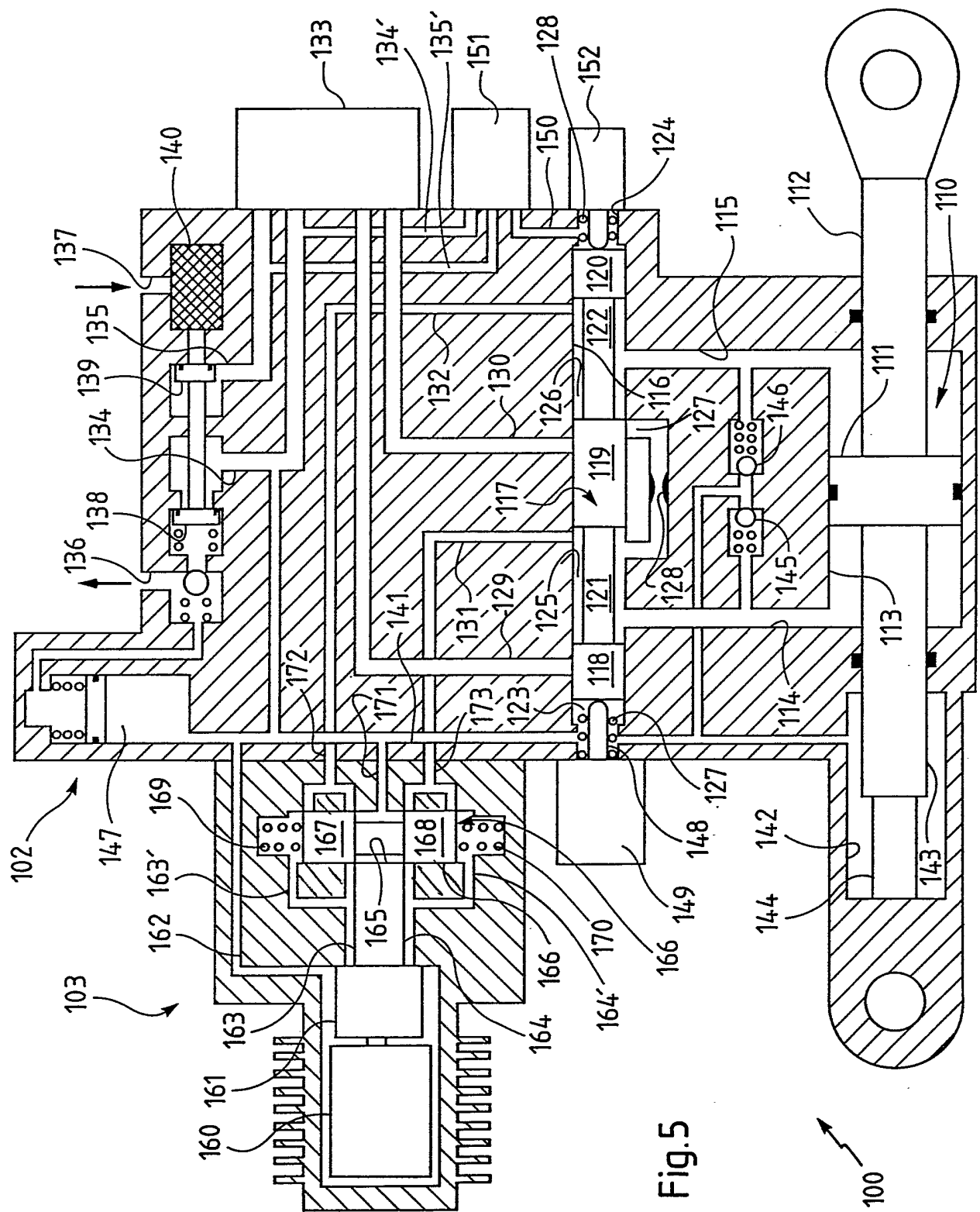


Fig. 5

100

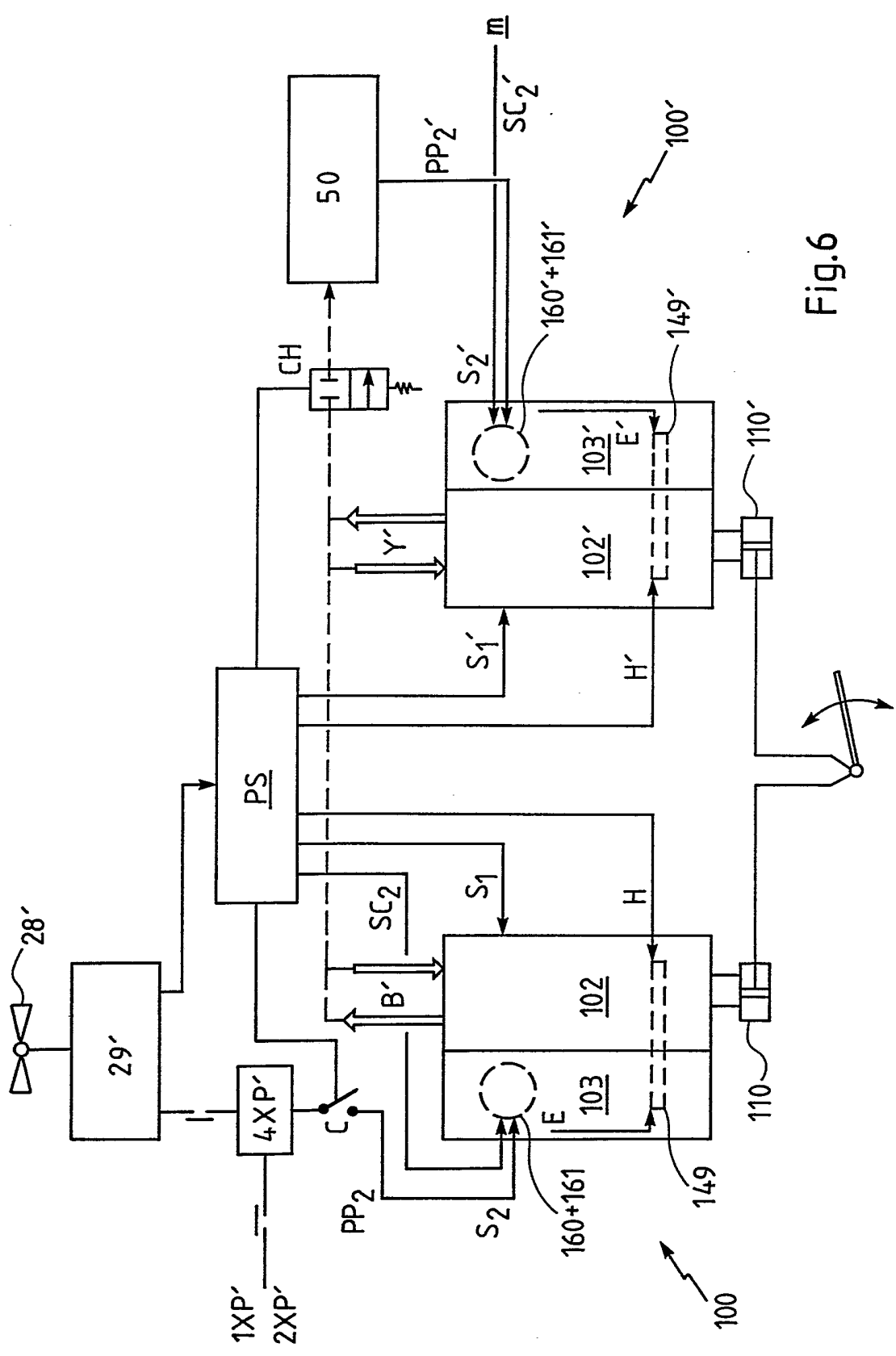


Fig.6

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9113868
FA 466678

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	FR-A-2 603 865 (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM GMBH) * page 7, ligne 22 - page 8, ligne 30 * ---	1
A	FR-A-2 099 479 (LTV ELECTROSYSTEMS INC.) * page 3, ligne 12 - page 5, ligne 24; figure 1 * ---	1
A	US-A-3 902 318 (BECKER) * le document en entier * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		B64C G05D F15B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
05 AOUT 1992		ZERI A.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)