



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2005/03/23

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2005/10/16

(30) Priorité/Priority: 2004/04/16 (04 03972) FR

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ B64D 31/06, B64C 25/44, G05D 13/00

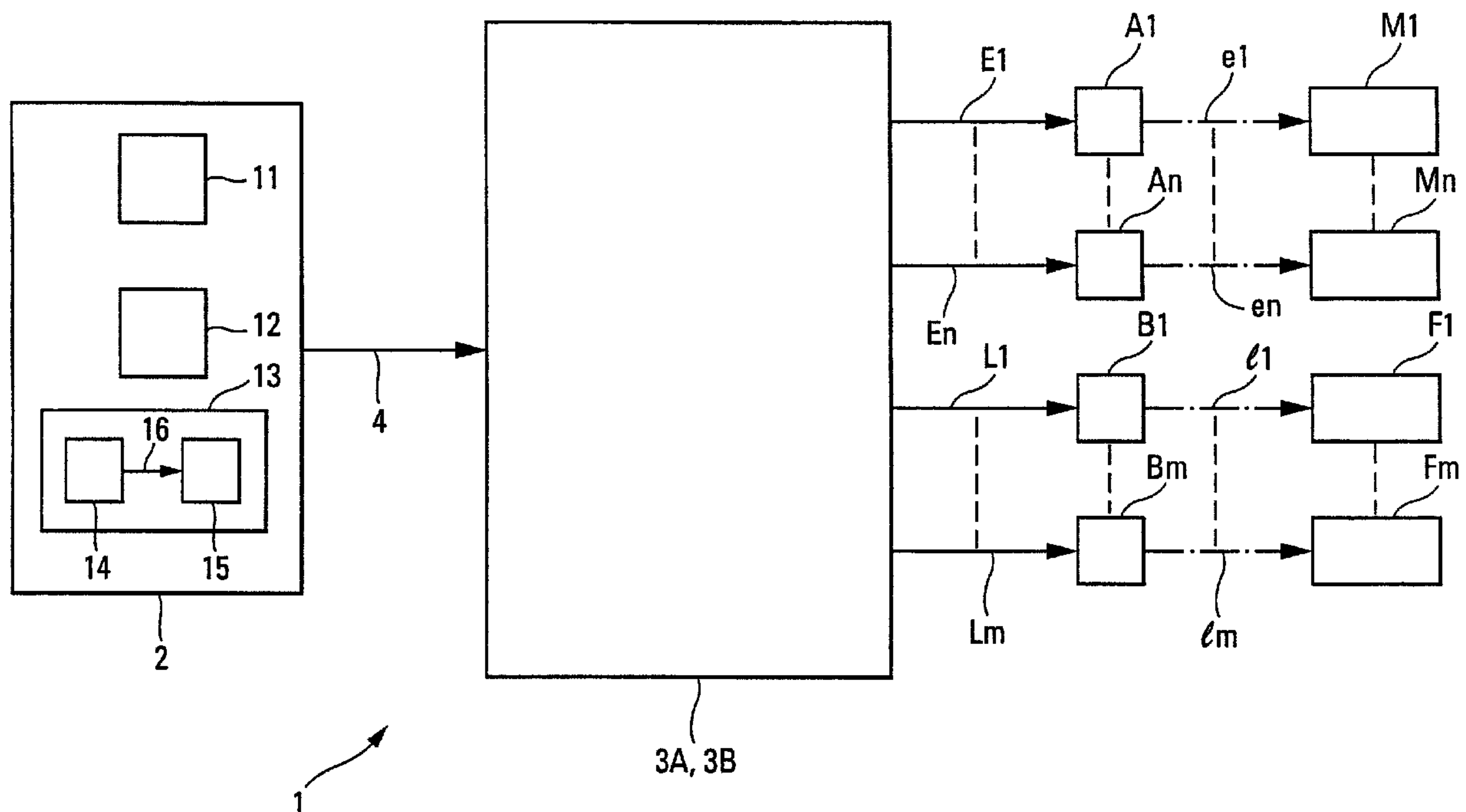
(71) Demandeur/Applicant:
AIRBUS FRANCE, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
VILLAUME, FABRICE, FR;
DUPREZ, JEAN, FR

(74) Agent: ROBIC

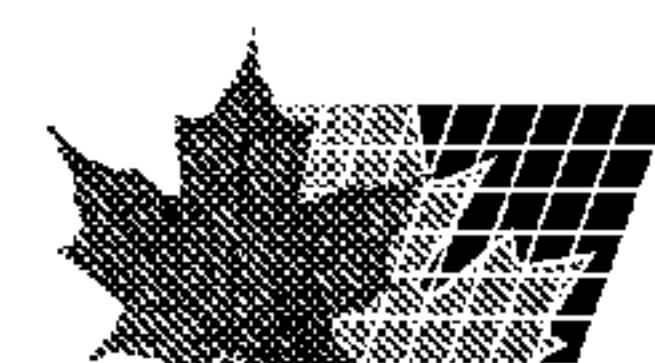
(54) Titre : SYSTEME DE PILOTAGE LONGITUDINAL D'UN AERONEF ROULANT SUR LE SOL

(54) Title: LONGITUDINAL PILOTING SYSTEM OF A TAXIING AIRCRAFT



(57) Abrégé/Abstract:

- Le système comporte une pluralité de moteurs (M1 à Mn) susceptibles d'engendrer une poussée de l'aéronef, chacun desdits moteurs (M1 à Mn) étant contrôlé par un premier actionneur commandable (A1 à An), une pluralité de freins (F1 à Fm) susceptibles de freiner l'aéronef lorsqu'il roule sur le sol, chacun desdits freins (F1 à Fm) étant contrôlé par un second actionneur commandable (B1 à Bm), une unité de commande (2) susceptible d'engendrer une consigne de pilotage qui concerne le comportement longitudinal de l'aéronef, et une unité centrale (3A, 3B) pour déterminer automatiquement, à partir de la consigne de pilotage, une pluralité d'ordres de commande individuels qui sont appliqués automatiquement aux premiers et seconds actionneurs (A1 à An, B1 à Bm) et qui permettent de satisfaire la consigne de pilotage, ainsi qu'un objectif d'utilisation des actionneurs.



A B R É G É

- Le système comporte une pluralité de moteurs (M1 à Mn) susceptibles d'engendrer une poussée de l'aéronef, chacun desdits moteurs (M1 à Mn) étant contrôlé par un premier actionneur commandable (A1 à An), une pluralité de freins (F1 à Fm) susceptibles de freiner l'aéronef lorsqu'il roule sur le sol, chacun desdits freins (F1 à Fm) étant contrôlé par un second actionneur commandable (B1 à Bm), une unité de commande (2) susceptible d'engendrer une consigne de pilotage qui concerne le comportement longitudinal de l'aéronef, et une unité centrale (3A, 3B) pour déterminer automatiquement, à partir de la consigne de pilotage, une pluralité d'ordres de commande individuels qui sont appliqués automatiquement aux premiers et seconds actionneurs (A1 à An, B1 à Bm) et qui permettent de satisfaire la consigne de pilotage, ainsi qu'un objectif d'utilisation des actionneurs.

Système de pilotage longitudinal d'un aéronef roulant sur le sol.

La présente invention concerne un système de pilotage longitudinal d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport civil, roulant sur le sol, notamment sur une piste d'atterrissage ou une voie de roulement d'un aéroport.

5 De façon usuelle, pour contrôler la vitesse de roulage au sol d'un aéronef, le pilote dispose à la fois de manettes de gaz (qui sont destinées à commander directement la poussée engendrée par les moteurs de l'aéronef) et de pédales de freins (qui sont destinées à commander directement la pression appliquée dans les freins de roues).

10 Le pilote de l'aéronef est donc en mesure d'agir directement sur le régime moteur et sur la pression de freinage. Ces deux types d'actionnement sont bien entendu distincts et doivent être commandés individuellement. Il en résulte une charge de pilotage importante pour pouvoir maintenir ou obtenir une vitesse de roulage désirée, ainsi qu'une utilisation non
15 optimale des moteurs et des freins (usure prématurée, consommation, ...).

En effet, en plus d'engendrer une activité de pilotage significative lors des roulages, cette solution usuelle suppose une utilisation parfois excessive des actionneurs (relatifs aux moteurs et aux freins) pouvant induire une augmentation de l'usure ou un accroissement inutile des températures des freins (avec un impact direct sur le temps d'escale dans cer-
20 taines conditions).

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un système de pilotage longitudinal d'un aéronef roulant sur le sol, qui permet de faciliter et d'améliorer le contrôle de la
25 vitesse lors du roulage.

A cet effet, selon l'invention, ledit système du type comportant :

- une pluralité de moteurs susceptibles d'engendrer une poussée de l'aéronef, chacun desdits moteurs étant contrôlé par un premier actionneur commandable associé, conformément à un ordre de commande reçu ; et
- 5 – une pluralité de freins susceptibles de freiner l'aéronef lorsqu'il roule sur le sol, chacun desdits freins étant contrôlé par un second actionneur commandable associé, conformément à un ordre de commande reçu, est remarquable en ce qu'il comporte de plus :
 - une unité de commande susceptible d'engendrer une consigne de pilo-
10 tage qui concerne le comportement longitudinal de l'aéronef et qui est globale ; et
 - une unité centrale pour déterminer automatiquement, à partir de ladite consigne de pilotage, une pluralité d'ordres de commande individuels qui sont appliqués automatiquement respectivement auxdits premiers et
15 seconds actionneurs et qui sont tels qu'appliqués auxdits premiers et seconds actionneurs, ils permettent de satisfaire ladite consigne de pilotage, ainsi qu'un objectif d'utilisation desdits actionneurs.

Ledit système de pilotage conforme à l'invention permet ainsi de contrôler par objectif la vitesse de l'aéronef en agissant automatiquement
20 de manière optimale sur les freins et les moteurs. Le pilote contrôle la consigne de pilotage (une vitesse ou une variation de vitesse) et n'a plus à agir directement sur les moteurs et les freins.

Par conséquent, le pilotage de l'aéronef est rendu plus stable et instinctif, ce qui permet de rendre le comportement de l'aéronef plus ho-
25 mogène et d'alléger la charge de travail de l'équipage.

On remarquera que le système de la présente invention peut commander aussi bien les freins des roues de l'aéronef que les freins aérodynamiques de celui-ci, tels que les aérofreins.

Par ailleurs, dans un premier mode de réalisation, ladite unité centrale comporte :

- des premiers moyens pour déterminer une action longitudinale globale, telle qu'un effort ou une variation d'effort, représentative de ladite consigne de pilotage ;
- des deuxièmes moyens pour répartir ladite action longitudinale globale en une pluralité d'actions individuelles relatives auxdits premiers et seconds actionneurs de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation ; et
- des troisièmes moyens pour déterminer, à partir desdites actions individuelles, des ordres de commande individuels correspondants, à appliquer auxdits premiers et seconds actionneurs.

En outre, dans un second mode de réalisation, ladite unité centrale comporte :

- des premiers moyens pour engendrer, à partir de ladite consigne de pilotage, des ordres de commande individuels à appliquer auxdits premiers et seconds actionneurs ; et
- des seconds moyens pour modifier lesdits ordres de commande individuels de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation, ainsi que ladite consigne de pilotage.

Par ailleurs, différents types d'utilisation dudit système de pilotage sont envisageables. Ainsi, avantageusement, ladite unité de commande peut comporter :

- un organe de commande spécifique susceptible d'être actionné par un pilote de l'aéronef, ladite consigne de pilotage dépendant de l'actionnement dudit organe de commande ; et/ou
- un moyen de sélection permettant à un pilote de l'aéronef de sélectionner une valeur de consigne, ladite consigne de pilotage dépendant de la valeur de consigne ainsi sélectionnée ; et/ou

– un ensemble comprenant :

- un moyen pour déterminer la vitesse courante de l'aéronef ; et
- un moyen pour calculer une valeur de consigne permettant à l'aéronef de maintenir ladite vitesse courante, ladite consigne de pilotage dépendant de la valeur de consigne ainsi calculée.

5

En outre, dans un mode de réalisation, ladite unité de commande engendre, comme consigne de pilotage, une consigne d'accélération, tandis que, dans une variante de réalisation, elle engendre, comme consigne de pilotage, une consigne de vitesse.

10

Par ailleurs, dans un mode de réalisation préféré, ladite unité centrale met en œuvre un objectif d'utilisation relatif auxdits premiers et seconds actionneurs, présentant les caractéristiques suivantes :

– lorsque lesdits premiers actionneurs relatifs à un mode de poussée sont activés, ladite unité centrale détermine une consigne N1 relative à la vitesse de rotation du module basse pression des moteurs, elle compare cette consigne N1 à un régime au ralenti, et :

15

- tant que ladite consigne N1 est supérieure audit régime au ralenti, elle garde ledit mode de poussée ; et
- lorsque ladite consigne N1 devient inférieure ou égale audit régime au ralenti, elle passe à un mode de freinage, pour lequel lesdits seconds actionneurs sont activés et lesdits premiers actionneurs sont passivés ;

20

– lorsque lesdits seconds actionneurs relatifs audit mode de freinage sont activés, ladite unité centrale détermine une consigne en pression, et :

25

- tant que ladite consigne en pression est positive, elle garde ledit mode de freinage ; et
- lorsque ladite consigne en pression devient négative, elle passe audit mode de poussée, pour lequel lesdits premiers actionneurs sont activés et lesdits seconds actionneurs sont passivés.

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

La figure 1 est le schéma synoptique d'un système de pilotage
5 conforme à l'invention.

Les figures 2 et 3 illustrent schématiquement deux modes de réalisation différents d'une unité centrale d'un système de pilotage conforme à l'invention.

Le système 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est un système de pilotage longitudinal d'un aéronef,
10 en particulier d'un avion de transport civil, non représenté et roulant sur le sol, notamment sur une plate-forme aéroportuaire, qui permet de faciliter et d'améliorer le contrôle de la vitesse dudit aéronef lors du roulage sur le sol.

15 Pour contrôler la vitesse de l'aéronef, ledit système de pilotage 1 comporte, de façon usuelle :

- une pluralité de moteurs $M1$ à Mn , n étant un entier supérieur ou égal à 2, susceptibles d'engendrer une poussée de l'aéronef, chacun desdits moteurs $M1$ à Mn étant contrôlé de façon usuelle par un premier
20 actionneur commandable intégré $A1$ à An (comme illustré par des liaisons $e1$ à en en traits mixtes sur la figure 1), conformément à un ordre de commande reçu ; et
- une pluralité de freins $F1$ à Fm , m étant un entier supérieur à 2, susceptibles de freiner l'aéronef lorsqu'il roule sur le sol, chacun desdits
25 freins $F1$ à Fm étant contrôlé de façon usuelle par un second actionneur commandable intégré $B1$ à Bm (comme illustré par des liaisons $f1$ à fm en traits mixtes), conformément à un ordre de commande reçu.

Selon l'invention, ledit système de pilotage 1 comporte de plus :

- une unité de commande 2 susceptible d'engendrer une consigne de pilotage précisée ci-dessous, qui est relative au comportement longitudinal de l'aéronef et qui est globale ; et
- une unité centrale 3A, 3B qui est reliée par une liaison 4 à ladite unité de commande 2, pour déterminer automatiquement, à partir de ladite consigne de pilotage, une pluralité d'ordres de commande individuels qui sont appliqués automatiquement auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm respectivement par l'intermédiaire de liaisons E1 à En et L1 à Lm et qui sont tels qu'appliqués auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm, ils permettent de satisfaire ladite consigne de pilotage, ainsi qu'un objectif d'utilisation précisé ci-dessous desdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm.

Ledit système de pilotage 1 conforme à l'invention permet ainsi de contrôler par objectif la vitesse ou une variation de vitesse de l'aéronef, en agissant automatiquement de manière optimale sur les freins F1 à Fm et les moteurs M1 à Mn. Le pilote contrôle uniquement ladite consigne de pilotage (une vitesse ou une variation de vitesse), c'est-à-dire une consigne globale, et il n'a plus à agir directement sur les moteurs et les freins.

Par conséquent, le pilotage de l'aéronef est rendu plus stable et instinctif, ce qui permet de rendre le comportement de l'aéronef plus homogène et d'alléger la charge de travail de l'équipage.

Par ailleurs, dans un premier mode de réalisation représenté sur la figure 2, ladite unité centrale 3A comporte :

- des moyens 5 qui sont reliés à la liaison 4, pour déterminer un effort (ou force) ou variation d'effort longitudinal global, représentatif de ladite consigne de pilotage et devant donc être réalisé par les moteurs M1 à Mn et les freins F1 à Fm ;

- des moyens 6 qui sont reliés par l'intermédiaire d'une liaison 7 auxdits moyens 5, pour répartir ledit effort ou ladite variation d'effort longitudinal global en une pluralité d'efforts ou de variations d'efforts individuels relatifs auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation, lesdits moyens 6 réalisant ainsi une supervision de la répartition ; et
- des moyens 8 pour déterminer, à partir desdits efforts ou variations d'efforts individuels reçus par l'intermédiaire de liaisons G1 à Gm+n, des ordres de commande individuels correspondants, à appliquer directement auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm, par l'intermédiaire desdites liaisons E1 à En et L1 à Lm.

En outre, dans un second mode de réalisation représenté sur la figure 3, ladite unité centrale 3B comporte :

- des moyens 9 reliés à la liaison 4, pour engendrer, à partir de ladite consigne de pilotage, des ordres de commande individuels à appliquer auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm par l'intermédiaire de liaisons I1 à Im+n (reliées par exemple aux liaisons E1 à En et L1 à Lm) ; et
- des moyens 10 pour modifier lesdits ordres de commande individuels reçus par l'intermédiaire de liaisons H1 à Hm+n de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation, ainsi que ladite consigne de pilotage. Les ordres de commande individuels ainsi modifiés sont transmis directement aux actionneurs A1 à An et B1 à Bm par l'intermédiaire desdites liaisons E1 à En et L1 à Lm.

Dans le cadre de la présente invention, différents types d'utilisation dudit système de pilotage 1 sont envisageables. Ainsi, ladite unité de commande 2 peut comporter notamment, comme représenté schématiquement sur la figure 1 :

- un organe de commande spécifique 11 actionnable, par exemple un manche, susceptible d'être actionné par un pilote de l'aéronef, la consi-

gne de pilotage transmise par la liaison 4 dépendant alors de l'actionnement dudit organe de commande 11 ;

- un moyen de sélection 12 usuel, par exemple un bouton rotatif, permettant à un pilote de l'aéronef de sélectionner une valeur de consigne, notamment une vitesse de consigne, la consigne de pilotage transmise par la liaison 4 dépendant alors de la valeur de consigne ainsi sélectionnée ;
- un ensemble 13 comprenant :
 - un moyen 14 pour déterminer de façon usuelle la vitesse courante de l'aéronef ; et
 - un moyen 15 relié par une liaison 16 au moyen 14, pour calculer une valeur de consigne permettant à l'aéronef de maintenir ladite vitesse courante, ladite consigne de pilotage dépendant alors de la valeur de consigne ainsi calculée.

En outre, dans un premier mode de réalisation, ladite unité de commande 2 engendre, comme consigne de pilotage, une consigne d'accélération, tandis que, dans un second mode de réalisation, elle engendre, comme consigne de pilotage, une consigne de vitesse.

On notera que ces deux derniers modes de réalisation se basent sur une même loi de commande (une loi de pilotage en accélération). En effet, la loi de pilotage en vitesse correspond à la succession de deux sous-ensembles :

- un premier asservissement ayant pour but de déduire une consigne d'accélération à partir de la consigne en vitesse (et de la mesure de cette dernière) ; et
- la loi de pilotage en accélération engendrant les consignes à envoyer aux actionneurs.

Différents types d'objectif d'utilisation (ou d'ordre ou priorité d'utilisation) des différents actionneurs A1 à An et B1 à Bm peuvent être mis en œuvre dans le cadre de la présente invention.

Toutefois, dans un mode de réalisation préféré, ladite unité centrale 3A, 3B met en œuvre un objectif d'utilisation relatif auxdits actionneurs A1 à An et B1 à Bm, présentant les caractéristiques suivantes :

- lorsque lesdits actionneurs A1 à An relatifs à un mode de poussée (moteurs M1 à Mn en action) sont activés (c'est-à-dire sont commandés et reçoivent donc des ordres de commande individuels), ladite unité centrale 3A, 3B détermine une consigne N1 relative à la vitesse de rotation du module basse pression des moteurs M1 à Mn, elle compare cette consigne N1 à un régime au ralenti prédéterminé, et :
 - tant que ladite consigne N1 est supérieure audit régime au ralenti, elle garde ledit mode de poussée ; et
 - lorsque ladite consigne N1 devient inférieure ou égale audit régime au ralenti, elle passe à un mode de freinage, pour lequel lesdits actionneurs B1 à Bm sont activés (c'est-à-dire sont commandés et reçoivent donc des ordres de commande individuels) et lesdits actionneurs A1 à An sont passivés (c'est-à-dire sont commandés et reçoivent des ordres de commande correspondant à une action neutre) ;
- lorsque lesdits actionneurs B1 à Bm relatifs audit mode de freinage (freins F1 à Fm en action) sont activés, ladite unité centrale 3A, 3B détermine une consigne en pression, et :
 - tant que ladite consigne en pression est positive, elle garde ledit mode de freinage ; et
 - lorsque ladite consigne en pression devient nulle ou négative, elle passe audit mode de poussée, pour lequel lesdits actionneurs A1 à An sont activés et lesdits actionneurs B1 à Bm sont passivés.

Dans le cadre de la présente invention :

- la consigne pour les moteurs peut également être une autre consigne que ladite consigne N1, par exemple une consigne EPR des rapports de pressions moteurs (EPR : "Engine Pressure Ratio" en anglais) ; et
- la consigne pour les freins peut également être une autre consigne que ladite consigne en pression, par exemple une consigne de couple de freinage.

REVENDICATIONS

1. Système de pilotage longitudinal d'un aéronef roulant sur le sol, ledit système comportant :

- 5 – une pluralité de moteurs (M1, Mn) susceptibles d'engendrer une poussée de l'aéronef, chacun desdits moteurs (M1, Mn) étant contrôlé par un premier actionneur commandable (A1, An) associé, conformément à un ordre de commande reçu ; et
- 10 – une pluralité de freins (F1, Fm) susceptibles de freiner l'aéronef lorsqu'il roule sur le sol, chacun desdits freins (F1, Fm) étant contrôlé par un second actionneur commandable (B1, Bm) associé, conformément à un ordre de commande reçu,

caractérisé en ce qu'il comporte de plus :

- 15 – une unité de commande (2) susceptible d'engendrer une consigne de pilotage qui concerne le comportement longitudinal de l'aéronef et qui est globale ; et
- une unité centrale (3A, 3B) pour déterminer automatiquement, à partir de ladite consigne de pilotage, une pluralité d'ordres de commande individuels qui sont appliqués automatiquement respectivement auxdits premiers et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm) et qui sont tels
20 qu'appliqués auxdits premiers et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm), ils permettent de satisfaire ladite consigne de pilotage, ainsi qu'un objectif d'utilisation desdits actionneurs (A1, An, B1, Bm).

2. Système selon la revendication 1,

caractérisé en ce que ladite unité centrale (3A) comporte :

- 25 – des premiers moyens (5) pour déterminer une action longitudinale globale représentative de ladite consigne de pilotage ;
- des deuxièmes moyens (6) pour répartir ladite action longitudinale globale en une pluralité d'actions individuelles relatives auxdits premiers

et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm) de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation ; et

- des troisièmes moyens (8) pour déterminer, à partir desdites actions individuelles, des ordres de commande individuels correspondants, à appliquer auxdits premiers et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm).

3. Système selon la revendication 1,

caractérisé en ce que ladite unité centrale (3B) comporte :

- des premiers moyens (9) pour engendrer, à partir de ladite consigne de pilotage, des ordres de commande individuels à appliquer auxdits premiers et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm) ; et
- des seconds moyens (10) pour modifier lesdits ordres de commande individuels de manière à satisfaire ledit objectif d'utilisation, ainsi que ladite consigne de pilotage.

4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ladite unité de commande (2) comporte un organe de commande spécifique (11) susceptible d'être actionné par un pilote de l'aéronef, ladite consigne de pilotage dépendant de l'actionnement dudit organe de commande (11).

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ladite unité de commande (2) comporte un moyen de sélection (12) permettant à un pilote de l'aéronef de sélectionner une valeur de consigne, ladite consigne de pilotage dépendant de la valeur de consigne ainsi sélectionnée.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ladite unité de commande (2) comporte :

- un moyen (14) pour déterminer la vitesse courante de l'aéronef ; et

- un moyen (15) pour calculer une valeur de consigne permettant à l'aéronef de maintenir ladite vitesse courante, ladite consigne de pilotage dépendant de la valeur de consigne ainsi calculée.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite unité de commande (2) engendre, comme consigne de pilotage, une consigne d'accélération.

8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite unité de commande (2) engendre, comme consigne de pilotage, une consigne de vitesse.

9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que ladite unité centrale (3A, 3B) met en œuvre un objectif d'utilisation relatif auxdits premiers et seconds actionneurs (A1, An, B1, Bm), présentant les caractéristiques suivantes :

– lorsque lesdits premiers actionneurs (A1, An) relatifs à un mode de poussée sont activés, ladite unité centrale (3A, 3B) détermine une consigne N1 relative à la vitesse de rotation du module basse pression des moteurs (M1, Mn), elle compare cette consigne N1 à un régime au ralenti, et :

- tant que ladite consigne N1 est supérieure audit régime au ralenti, elle garde ledit mode de poussée ; et
- lorsque ladite consigne N1 devient inférieure ou égale audit régime au ralenti, elle passe à un mode de freinage, pour lequel lesdits seconds actionneurs (B1, Bm) sont activés et lesdits premiers actionneurs (A1, An) sont passivés ;

– lorsque lesdits seconds actionneurs (B1, Bm) relatifs audit mode de freinage sont activés, ladite unité centrale (3A, 3B) détermine une consigne en pression, et :

- tant que ladite consigne en pression est positive, elle garde ledit mode de freinage ; et
- lorsque ladite consigne en pression devient nulle ou négative, elle passe audit mode de poussée, pour lequel lesdits premiers actionneurs (A1, An) sont activés et lesdits seconds actionneurs (B1, Bm) sont passivés.

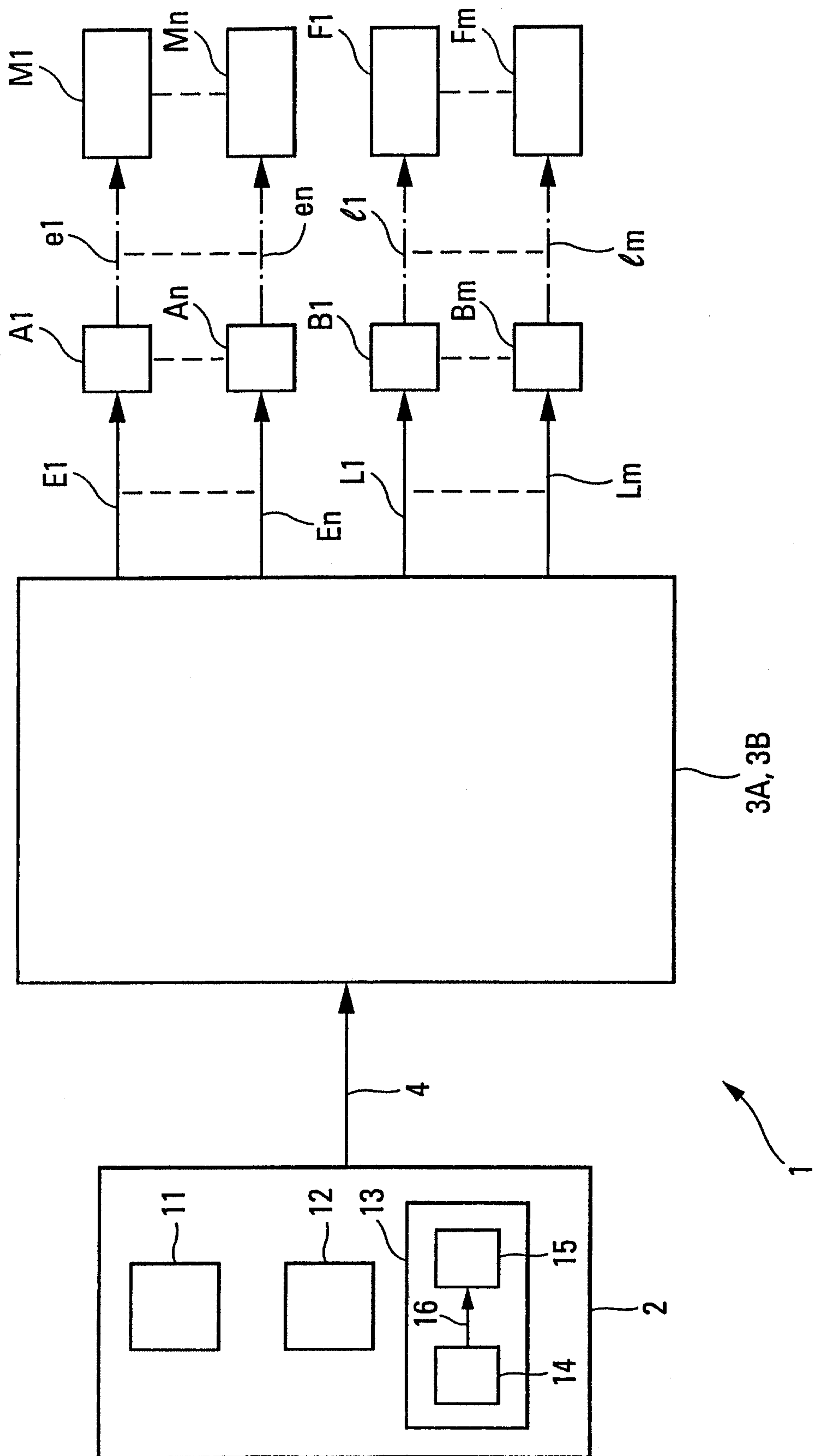


Fig. 1

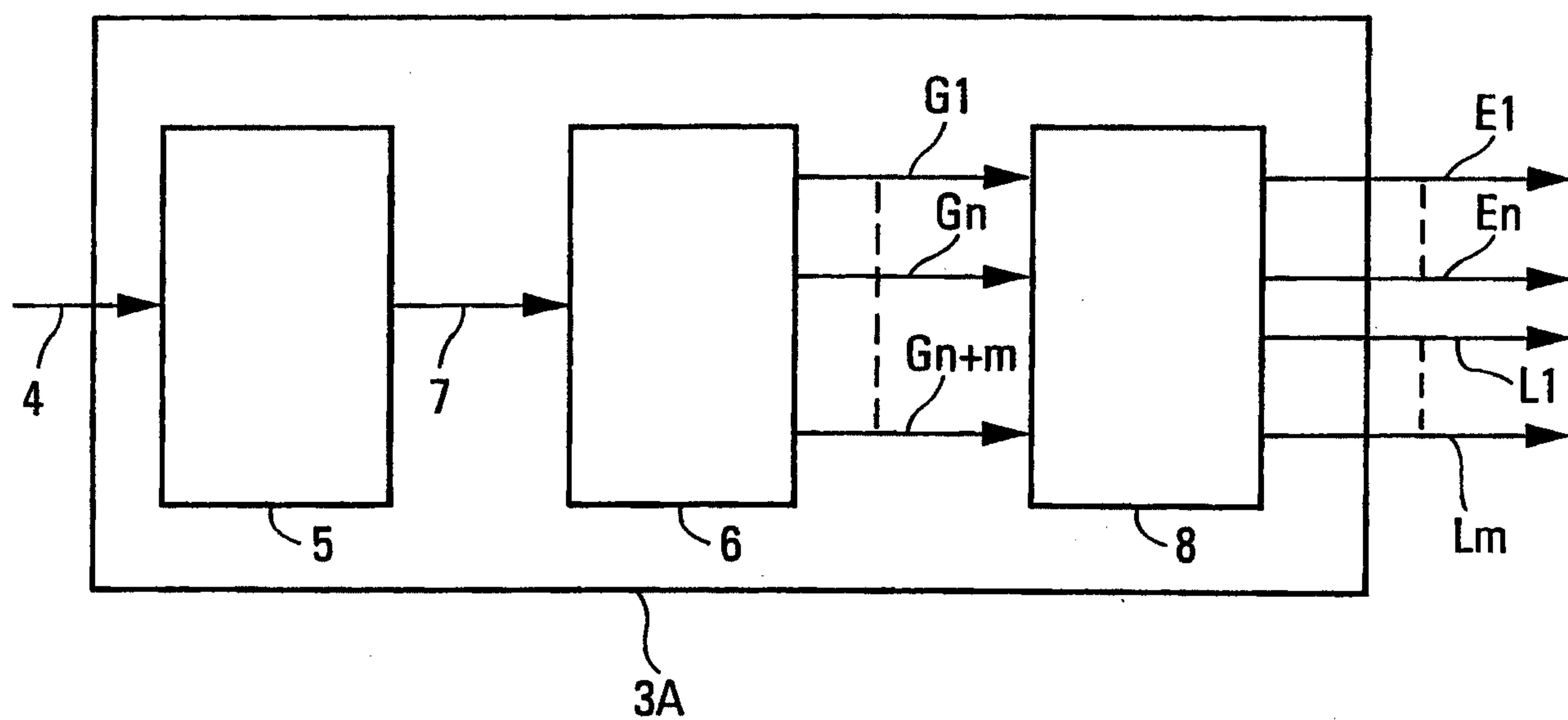


Fig. 2

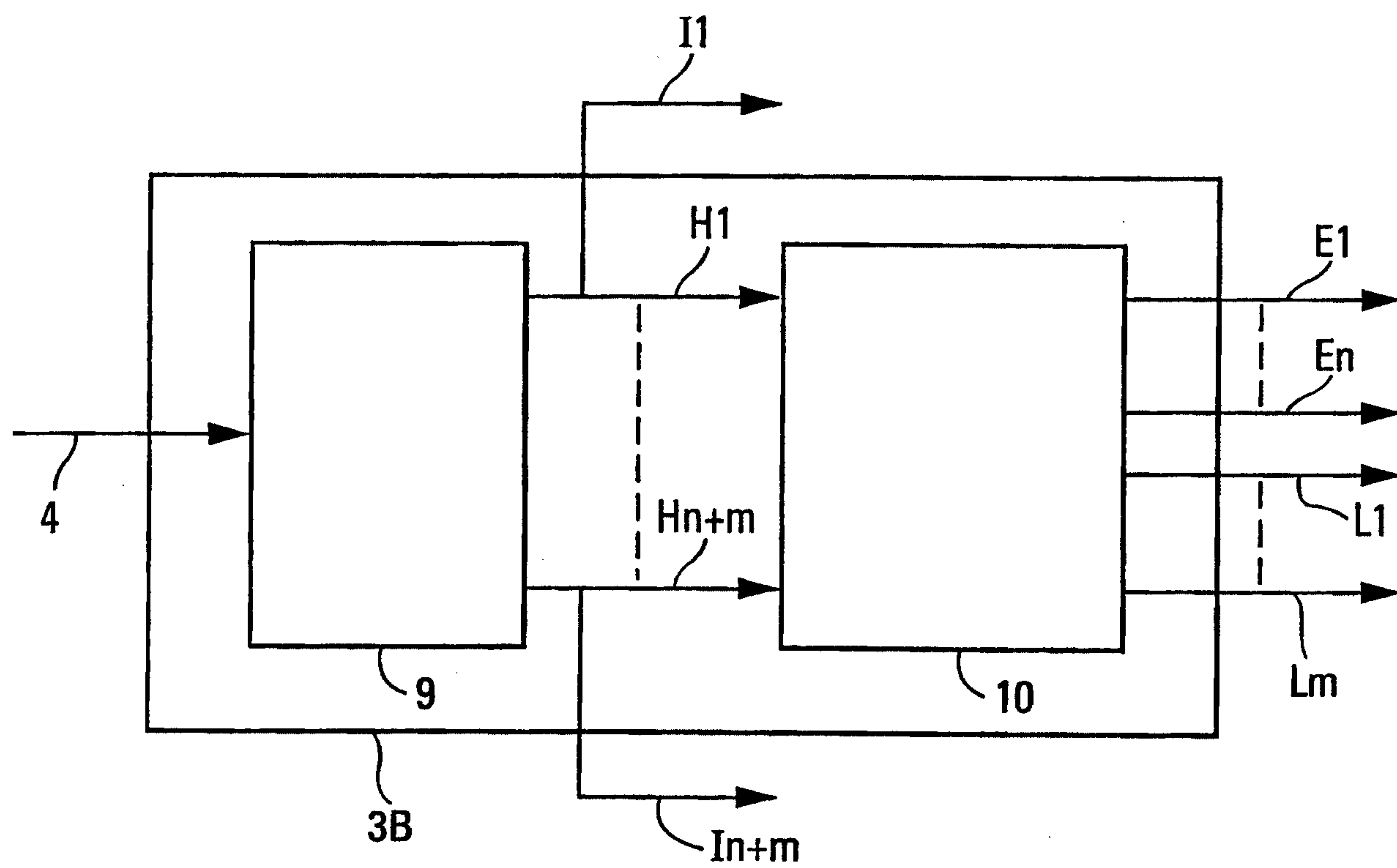


Fig. 3

