

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 27.10.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.05.25 Bulletin 25/18.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN LANDING SYSTEMS
Société par actions simplifiée à associé unique — FR.

72 Inventeur(s) : FRANK David et FRAVAL Jérôme.

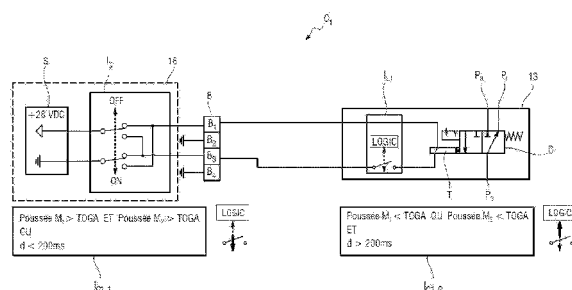
73 Titulaire(s) : SAFRAN LANDING SYSTEMS Société
par actions simplifiée à associé unique.

74 Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

54 Electrovanne de parc d'un système de freinage d'aéronef, circuit électrique de commande d'un frein de parc
et système de freinage comprenant une telle électrovanne.

57 Electrovanne (13) de frein de parc d'un aéronef, comprenant un distributeur (D, D') hydraulique bistable qui comporte un port d'alimentation (Pa), un port de retour (Pr) et un port de service (Ps), et qui comporte un tiroir (T) pouvant adopter une première position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port d'alimentation et le port de service, et une deuxième position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port de retour et le port de service, la position du tiroir étant commandée par au moins un électro-aimant via une impulsion électrique, caractérisée en ce que l'électrovanne comprend un interrupteur logique (IL1, IL1', IL2, IL3, IL4.1, IL4.2) relié à l'électro-aimant, l'interrupteur logique étant agencé pour adopter un état fermé ou un état ouvert en fonction d'une opération logique prenant en compte au moins un signal représentatif d'un état critique d'évolution de l'aéronef qui nécessite que le tiroir soit dans la première position stable ou la deuxième position stable.

FIGURE DE L'ABREGÉ : Fig. 2



Description

Titre de l'invention : Electrovanne de parc d'un système de freinage d'aéronef, circuit électrique de commande d'un frein de parc et système de freinage comprenant une telle électrovanne

[0001] La présente invention concerne les systèmes de freinage hydraulique.

[0002] ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0003] La [Fig.1] illustre un système connu en soi de freinage pour un aéronef comportant des atterrisseurs portant des roues 11a, 11b. Le système de freinage comprend des freins 12a, 12b équipant les roues 11a, 11b et un circuit hydraulique de freinage 1 opérant à partir d'un dispositif de génération hydraulique 100 comportant une source de pression 101 et un réservoir de retour 102. Chaque frein 12a, 12b comprend une couronne hydraulique d'actionnement comportant des pistons mobiles pour exercer un effort de freinage en fonction d'une pression dans la couronne hydraulique. Le circuit de freinage hydraulique comprend :

- une source de pression secondaire sous la forme ici d'un accumulateur 2 alimenté par la source de pression 101 et associé à un clapet anti-retour 4 et à une valve de limitation de pression 5 ;
- un capteur de pression 3 permettant de surveiller le niveau de pression dans l'accumulateur 2 ;
- une électrovanne 6 permettant d'isoler ou d'alimenter une ou des servovalves 7a, 7b appliquant chacune une pression ajustée sur les pistons des couronnes hydrauliques d'actionnement des freins 12a, 12b pour freiner lesdites roues 11a, 11b ;
- des capteurs de pression 10a, 10b disposés chacun sur une ligne d'alimentation des freins 12a, 12b pour mesurer la pression dans lesdits freins 12a, 12b ;
- des fusibles hydrauliques 9a, 9b disposés chacun sur une ligne d'alimentation des freins 12a, 12b permettant d'éviter la perte totale de l'alimentation hydraulique en cas de rupture des lignes d'alimentation en aval des fusibles hydrauliques 9a, 9b ;
- au moins une unité de commande de freinage 14 qui commande l'électrovanne 6 et pilote les servovalves 7a, 7b indépendamment l'une de l'autre au moyen de signaux électriques correspondant à la pression désirée dans chaque frein 12a, 12b en réponse à une consigne de freinage générée par le pilote ou d'autres systèmes de l'aéronef ;
- des tachymètres 17a, 17b permettant de mesurer la vitesse de rotation de

chaque roue 11a, 11b freinée nécessaire à la fonction anti-patinage assurée par l'unité de commande de freinage 14 ;

- des clapets anti-retour 15 pour empêcher une pressurisation des freins 12a, 12b dans le cas d'une élévation de la pression sur la ligne de retour vers le réservoir de retour 102 de la génération hydraulique 100.

[0004] Un tel système de freinage comporte une fonction de parc permettant d'activer les freins 12a, 12b pour immobiliser l'aéronef au parking lorsqu'il est à l'arrêt. Cette fonction est réalisée grâce à :

- des clapets navette 8a, 8b placés sur les lignes d'alimentation des freins 12a, 12b pour permettre l'imposition d'une pression de parc dans les freins 12a, 12b via un port de service d'une électrovanne de parc 13 ayant un port d'alimentation relié à la source de pression 101 et un port de retour connecté au réservoir de retour 102, et étant commandable pour connecter le port d'alimentation au port de service, de sorte à transmettre la pression d'alimentation directement aux freins 12a, 12b via les clapets navette 8a, 8b ;
- une unité de commande de frein de parc 16 pilotant l'électrovanne de parc 13 selon la demande du pilote pour appliquer une pression de parc dans les freins 12a, 12b.

[0005] L'électrovanne 13 comprend un distributeur hydraulique communément appelé PBSELV (de l'anglais « *Park Brake Selector Valve* ») ou PBSOV (de l'anglais « *Park Brake Shut-off Valve* »). Le distributeur comporte, de façon connue en soi, un tiroir ou un clapet pouvant adopter deux positions stables, à savoir une position de freinage dans lequel le tiroir assure une connexion entre le port d'alimentation et le port de service, et une position de roulage (illustrée à la [Fig.1]) dans lequel le tiroir assure une connexion entre le port de retour et le port de service.

[0006] La position du tiroir est généralement commandée par un ou deux électro-aimants disposés chacun à une extrémité dudit tiroir, de sorte qu'une liaison électrique créée par l'unité de commande de frein de parc 16 entre une source de courant et l'électro-aimant permet de modifier ladite position du tiroir.

[0007] Afin de minimiser la consommation électrique de l'électrovanne 13, l'électro-aimant n'est généralement alimenté électriquement que pendant une durée prédéterminée qui correspond sensiblement à la durée de commutation du tiroir de l'électrovanne 13. La liaison entre la source de courant électrique et l'électrovanne 13 n'est ainsi pas maintenue en dehors des durées de commutations du tiroir, de sorte que des vibrations, la présence de bulles d'air dans le circuit de freinage ou un manque de robustesse dans la conception de l'électrovanne 13 peut entraîner une commutation intempestive dudit tiroir.

[0008] Or, cette commutation intempestive est susceptible d'engendrer une pressurisation

non désirée des freins 12a, 12b qui peut avoir des conséquences fâcheuses, en particulier lors du décollage.

[0009] OBJET DE L'INVENTION

[0010] L'invention vise à proposer une électrovanne de frein de parc d'aéronef remédiant au moins en partie à l'inconvénient précité tout en limitant sa consommation électrique.

Résumé de l'invention

[0011] En vue de la réalisation de ce but, on propose une électrovanne de frein de parc d'un aéronef. L'électrovanne comprend un distributeur hydraulique bistable qui comporte un port d'alimentation, un port de retour et un port de service, et qui comporte un tiroir pouvant adopter une première position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port d'alimentation et le port de service, et une deuxième position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port de retour et le port de service, la position du tiroir étant commandée par au moins un électro-aimant via une impulsion électrique.

[0012] Selon l'invention, l'électrovanne comprend un interrupteur logique relié à l'électro-aimant, l'interrupteur logique étant agencé pour adopter un état fermé ou un état ouvert en fonction d'une opération logique prenant en compte au moins un signal représentatif d'un état critique d'évolution de l'aéronef qui nécessite que le tiroir soit dans la première position stable ou la deuxième position stable.

[0013] Un tel interrupteur logique permet de maintenir temporairement en position le tiroir dans l'une ou l'autre de ses positions, et donc de sécuriser temporairement l'activation ou la désactivation du frein de parc, notamment lors de phases critiques d'évolution de l'aéronef (décollage, atterrissage, taxiage, montée/descente de passagers...).

[0014] Selon une caractéristique particulière, l'opération logique comprend la comparaison d'une poussée d'au moins un moteur de l'aéronef à une poussée prédéterminée, et/ou la comparaison d'une durée de l'impulsion électrique à une première durée prédéterminée, et/ou la comparaison d'une durée depuis laquelle au moins une des roues de l'aéronef a touché le sol lors d'un atterrissage à une deuxième durée prédéterminée, et /ou la comparaison d'une vitesse de l'aéronef à une vitesse prédéterminée, et/ou le fait qu'une porte passager de l'aéronef soit ouverte ou fermée, et/ou le fait que les atterrisseurs soient rentrés ou sortis.

[0015] L'invention concerne aussi un circuit électrique de commande d'un frein de parc d'un aéronef, comprenant une unité de commande et au moins une telle électrovanne, l'électro-aimant de l'électrovanne étant relié à l'unité de commande via l'interrupteur logique.

[0016] Selon une caractéristique particulière, l'unité de commande comprend une source de courant et un interrupteur de commande.

- [0017] De manière particulière, l'interrupteur de commande est à inversion de polarité.
- [0018] De manière particulière, la source de courant est une source de courant continu.
- [0019] L'invention concerne également un système de freinage d'aéronef comprenant un circuit hydraulique de freinage comportant une source de pression et un réservoir de retour reliés à un frein via une électrovanne d'un circuit électrique de commande, le port d'alimentation et le port de retour de l'électrovanne étant respectivement reliés à la source de pression et au réservoir de retour, et le port de service étant relié au frein.
- [0020] L'invention concerne en outre un aéronef comprenant un tel système de freinage et au moins un organe émetteur du signal représentatif de l'état critique d'évolution de l'aéronef, l'organe émetteur étant relié à l'interrupteur logique.

Brève description des dessins

- [0021] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des dessins annexés, parmi lesquels :
- [0022] [Fig.1] la [Fig.1] est un schéma d'un circuit de freinage hydraulique d'aéronef selon l'art antérieur ;
- [0023] [Fig.2] la [Fig.2] est un schéma d'un circuit électrique de commande d'une électrovanne de frein de parc d'un aéronef, selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- [0024] [Fig.3] la [Fig.3] représente une variante de l'interrupteur logique du circuit électrique de commande illustré à la [Fig.2] ;
- [0025] [Fig.4] la [Fig.4] représente une première variante des opérations logiques d'ouverture et de fermeture de l'interrupteur logique du circuit électrique de commande illustré à la [Fig.2] ;
- [0026] [Fig.5] la [Fig.5] représente une deuxième variante des opérations logiques d'ouverture et de fermeture de l'interrupteur logique du circuit électrique de commande illustré à la [Fig.2] ;
- [0027] [Fig.6] la [Fig.6] est un schéma d'un circuit électrique de commande d'une électrovanne de frein de parc d'un aéronef, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- [0028] [Fig.7] la [Fig.7] est un schéma d'un circuit électrique de commande d'une électrovanne de frein de parc d'un aéronef, selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- [0029] [Fig.8] la [Fig.8] représente une variante des opérations logiques d'ouverture et de fermeture de l'interrupteur logique du circuit électrique de commande illustré à la [Fig.7] ;
- [0030] [Fig.9] la [Fig.9] est un schéma d'un circuit électrique de commande d'une élec-

trovanne de frein de parc d'un aéronef, selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0031] L'invention est ici décrite en application à un aéronef comprenant un système de freinage similaire à celui illustré à la [Fig.1]. Le système de freinage est pourvu d'une fonction de parc permettant d'activer des freins 12a, 12b pour immobiliser l'aéronef au parking lorsqu'il est à l'arrêt. Cette fonction est réalisée dans l'invention grâce à un premier circuit électrique de commande C_1 illustré à la [Fig.2].
- [0032] Le circuit électrique de commande C_1 comprend une unité de commande 16 de frein de parc pilotant une électrovanne de parc 13 selon la demande du pilote pour appliquer une pression de parc dans des freins 12a, 12b. L'unité de commande 16 est reliée à l'électrovanne 13 via un bornier de raccordement B comprenant quatre bornes B_1 , B_2 , B_3 , B_4 .
- [0033] L'unité de commande 16 comprend une source de courant S reliée à un interrupteur de commande I_C à inversion de polarité.
- [0034] La source de courant S délivre un courant continu ayant ici une tension sensiblement égale à 28 volts, et comprend un pôle positif et un pôle négatif.
- [0035] L'interrupteur de commande I_C comprend un premier port d'entrée et un deuxième port d'entrée reliés respectivement au pôle positif et au pôle négatif de la source de courant S, et un premier port de sortie et un deuxième port de sortie reliés respectivement à la première borne B_1 et à la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B.
- [0036] L'interrupteur de commande I_C peut adopter deux états stables :
- un état OFF (illustré à la [Fig.2]) dans lequel l'interrupteur de commande I_C crée une liaison électrique entre le pôle positif de la source de courant S et la première borne B_1 du bornier de raccordement B, et une liaison électrique entre le pôle négatif de la source de courant S et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B ; et
 - un état ON dans lequel l'interrupteur de commande I_C crée une liaison électrique entre le pôle positif de la source de courant S et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B, et une liaison électrique entre le pôle négatif de la source de courant S et la première borne B_1 du bornier de raccordement B.
- [0037] L'électrovanne 13 comprend, selon un premier mode de réalisation de l'invention, un distributeur D hydraulique bistable comportant un port d'alimentation P_a relié à la source de pression 101, un port de retour P_r relié au réservoir de retour 102 et un port de service P_s relié aux freins 12a, 12b.

- [0038] Le distributeur D comprend un tiroir T pouvant adopter deux positions stables : une position de freinage dans laquelle le tiroir T assure une connexion entre le port d'alimentation P_a et le port de service P_s , et une position de roulage (illustrée à la [Fig.1] et à la [Fig.2]) dans laquelle le tiroir T assure une connexion entre le port de retour P_r et le port de service P_s .
- [0039] La position du distributeur D est commandée par un électro-aimant disposé à une extrémité du tiroir T, de sorte qu'un signal électrique, sous forme d'une impulsion électrique d'une durée d supérieure à une durée prédéterminée, permet de modifier l'état du distributeur D en fonction du signe du signal électrique. On comprendra qu'une durée d'impulsion supérieure à la durée prédéterminée n'a aucune influence sur le fonctionnement du distributeur D. La durée prédéterminée correspond ici sensiblement au temps de commutation du tiroir T entre ses deux positions stables, et est ici sensiblement égale à 200 millisecondes (ms).
- [0040] L'électro-aimant comprend un premier port de connexion relié à la première borne B_1 du bornier de raccordement B, et un deuxième port de connexion relié à la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B par un interrupteur logique I_{L1} ici intégré à l'électrovanne 13.
- [0041] L'interrupteur logique I_{L1} peut adopter deux états stables : un état fermé dans lequel l'interrupteur logique I_{L1} crée une liaison électrique entre l'électro-aimant et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B, et un état ouvert (illustré à la [Fig.2]) dans lequel l'interrupteur logique I_{L1} interrompt la liaison électrique entre l'électro-aimant et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B.
- [0042] L'interrupteur logique I_{L1} est agencé pour recevoir :
- un premier signal représentatif d'une poussée d'un premier moteur M_1 d'un système propulsif de l'aéronef, le premier moteur M_1 étant ici fixé sous une aile droite dudit aéronef ; et
 - un deuxième signal représentatif d'une poussée d'un deuxième moteur M_2 du système propulsif de l'aéronef, le deuxième moteur M_2 étant ici fixé sous une aile gauche dudit aéronef.
- [0043] L'interrupteur logique I_{L1} est agencé pour passer, indépendamment de l'état de l'interrupteur de commande I_C , de l'état ouvert à l'état fermé lorsqu'une première opération logique $L_{C1.1}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsqu'une deuxième opération logique $L_{C1.2}$ est vérifiée.
- [0044] La première opération logique $L_{C1.1}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :
- la poussée du premier moteur M_1 ET la poussée du deuxième moteur M_2 sont supérieures à une poussée prédéterminée TOGA correspondant ici à la poussée nécessaire au décollage ou à la remise de gaz (TOGA de l'anglais

« *Take Off Go Around* ») ;

[0045] OU

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0046] La deuxième opération logique $L_{C1.2}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- la poussée du premier moteur M_1 OU la poussée du deuxième moteur M_2 est inférieure à la poussée prédéterminée TOGA ;

[0047] ET

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0048] La première opération logique $L_{C1.1}$ et la deuxième opération logique $L_{C1.2}$ ne nécessitent qu'une quantité très limitée d'électronique qui est ici intégrée à l'électrovanne 13.

[0049] On comprend que l'interrupteur logique I_{L1} permet de maintenir temporairement fermé le circuit électrique de commande C_1 lors des phases de décollage ou de remise des gaz et donc de maintenir (voire d'amener) le tiroir T du distributeur D dans la position de roulage afin d'éviter toute commutation intempestive dudit tiroir T lors desdites phases de décollage ou de remise des gaz pendant lesquelles les freins 12a, 12b ne doivent pas être pressurisés.

[0050] On comprend également que ce maintien temporaire du tiroir T dans la position de roulage n'entrave en rien le bon fonctionnement de l'aéronef dans ses différentes manœuvres, notamment lors des phases de taxiage pendant lesquelles la poussée du premier moteur M_1 et celle du deuxième moteur M_2 sont inférieures à la poussée prédéterminée TOGA.

[0051] On notera que si le pilote, pour une quelconque raison, venait à vouloir activer la fonction de parc lors des phases de décollage ou de remise des gaz, il ne le sera nullement empêché par l'interrupteur logique I_{L1} , ledit pilote conservant la possibilité d'amener l'interrupteur de commande I_C de l'état OFF à l'état ON.

[0052] L'interrupteur logique I_{L1} peut être réalisé par un ensemble de commutateurs disposés en série et/ou en parallèle, l'état de chacun des commutateurs reflétant l'état de vérification d'une comparaison ou d'une opération logique. Ainsi, la [Fig.3] illustre un interrupteur logique I_{L1}' qui n'est autre qu'une variante de l'interrupteur I_{L1} .

L'interrupteur logique I_{L1}' comprend deux commutateurs $I_{L1.1}$, $I_{L1.2}$ disposés de manière à correspondre à la première opération logique $L_{C1.1}$: le commutateur $I_{L1.1}$ est responsable de la comparaison de la poussée du premier moteur M_1 et du deuxième moteur M_2 avec la poussée prédéterminée TOGA, et le commutateur $I_{L1.2}$ est responsable de la comparaison de la durée d de l'impulsion avec la durée prédéterminée

de 200 millisecondes.

[0053] La [Fig.4] illustre une première opération logique $L_{C1.1}$ et une deuxième opération logique $L_{C1.2}$ qui ne sont autres que des variantes de la première opération logique $L_{C1.1}$ et de la deuxième opération logique $L_{C1.2}$.

[0054] La première opération logique $L_{C1.1}$ et la deuxième opération logique $L_{C1.2}$ se distinguent de la première opération logique $L_{C1.1}$ et de la deuxième opération logique $L_{C1.2}$ en ce qu'elles prennent en compte une durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ correspondant à la durée depuis laquelle au moins une des roues de l'aéronef a touché le sol lors d'un atterrissage : il peut être jugé critique de pressuriser les freins 12a, 12b tant que la durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ est inférieure à une durée prédéterminée ici sensiblement égale à 500 millisecondes (ms) pour assurer une durée de freinage minimale.

[0055] La durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ peut être déterminée à partir d'un signal représentatif de l'instant où l'aéronef touche le sol, l'instant pouvant être déduit :

- de la réaction du sol exercée sur au moins l'une des roues, qui peut par exemple être déterminée à partir des capteurs de position équipant les amortisseurs des atterrisseurs pour mesurer l'enfoncement desdits amortisseurs ; et/ou
- de la mise en rotation d'au moins l'une des roues, qui peut par exemple être déterminée à partir des capteurs de vitesse équipant lesdites roues pour notamment des fonctions d'antiblocage.

[0056] La première opération logique $L_{C1.1}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- la poussée du premier moteur M_1 ET la poussée du deuxième moteur M_2 sont supérieures à la poussée prédéterminée TOGA, OU la durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ de mise en contact de l'aéronef avec le sol est inférieure à la durée prédéterminée de 500 millisecondes (autrement dit, l'aéronef est en vol ou vient juste de toucher le sol),

[0057] OU

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0058] La deuxième opération logique $L_{C1.2}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- la poussée du premier moteur M_1 OU la poussée du deuxième moteur M_2 est inférieure à la poussée prédéterminée TOGA, ET la durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ de mise en contact de l'aéronef avec le sol est supérieure à la durée prédéterminée de 500 millisecondes,

[0059] ET

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est su-

périeure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0060] La [Fig.5] illustre une première opération logique $L_{C1.1}''$ et une deuxième opération logique $L_{C1.2}''$ qui ne sont autres que des variantes de la première opération logique $L_{C1.1}'$ et de la deuxième opération logique $L_{C1.2}'$.

[0061] La première opération logique $L_{C1.1}''$ et la deuxième opération logique $L_{C1.2}''$ se distinguent de la première opération logique $L_{C1.1}'$ et de la deuxième opération logique $L_{C1.2}'$ en ce qu'elles prennent en compte un signal représentatif d'un ordre du pilote de rentrer et de sortir les atterrisseurs afin de maintenir temporairement fermé le circuit électrique de commande C_1 avant même l'atterrissage de l'aéronef.

[0062] La première opération logique $L_{C1.1}''$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- [la poussée du premier moteur M_1 ET la poussée du deuxième moteur M_2 sont supérieures à la poussée prédéterminée TOGA] OU [la durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ de mise en contact de l'aéronef est inférieure à la durée prédéterminée de 500 millisecondes (autrement dit, l'aéronef est en vol ou vient juste de toucher le sol) ET la sortie des atterrisseurs est ordonnée par le pilote],

[0063] OU

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0064] La deuxième opération logique $L_{C1.2}''$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- [la poussée du premier moteur M_1 OU la poussée du deuxième moteur M_2 est inférieure à la poussée prédéterminée TOGA] ET [la durée $d_{VOL \rightarrow SOL}$ de mise en contact de l'aéronef avec le sol est supérieure à la durée prédéterminée de 500 millisecondes OU la rentrée des atterrisseurs est ordonnée par le pilote],

[0065] ET

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0066] La [Fig.6] illustre un deuxième circuit électrique de commande C_2 qui n'est autre qu'une variante du premier circuit de commande C_1 illustré à la [Fig.2]. Le deuxième circuit électrique de commande C_2 diffère du premier circuit électrique de commande C_1 en ce qu'il comprend un interrupteur logique I_{L2} comportant un commutateur I intégré à l'électrovanne 13, le commutateur I étant commandé par un calculateur CALC disposé à l'extérieur de l'électrovanne 13.

[0067] Le calculateur CALC est agencé pour vérifier une première opération logique $L_{C2.1}$ et une deuxième opération logique $L_{C2.2}$ qui ne sont autres que des variantes des premières opérations logiques $L_{C1.1}$, $L_{C1.1}'$, $L_{C1.1}''$ et des deuxièmes opérations logiques $L_{C1.2}$, $L_{C1.2}'$, $L_{C1.2}''$.

[0068] La première opération logique $L_{C2.1}$ et la deuxième opération logique $L_{C2.2}$ prennent en compte une vitesse V de l'aéronef et le fait que l'aéronef est au sol ou en vol.

[0069] La première opération logique $L_{C2.1}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- la vitesse V de l'aéronef est supérieure à une vitesse prédéterminée ici sensiblement égale à 60 nœuds (kts) ET l'aéronef est au sol,

[0070] OU

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0071] La deuxième opération logique $L_{C2.2}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :

- la vitesse V de l'aéronef est inférieure à une vitesse prédéterminée ici sensiblement égale à 60 nœuds (kts) OU l'aéronef est en vol,

[0072] ET

- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0073] En cas de défaillance du calculateur CALC ou bien d'une connexion défaillante entre ledit calculateur CALC et le commutateur I, on s'attachera à prévoir un fonctionnement du commutateur I similaire à celui d'un relai à impulsion basé sur la seule durée d d'impulsion électrique de 200 millisecondes.

[0074] La [Fig.7] illustre un troisième circuit électrique de commande C_3 qui n'est autre qu'une variante du premier circuit électrique de commande C_1 illustré à la [Fig.2]. Le troisième circuit électrique de commande C_3 diffère du premier circuit de commande C_1 en ce qu'il comprend un interrupteur logique I_{L3} en lieu et place de l'interrupteur logique I_{L1} .

[0075] L'interrupteur logique I_{L3} est agencé pour recevoir un signal représentatif d'une ouverture/fermeture d'une porte passager de l'aéronef dans le but de pouvoir maintenir les freins 12a, 12b pressurisés et ainsi immobiliser l'aéronef lors de la montée ou de la descente de passagers.

[0076] L'interrupteur logique I_{L3} est agencé pour passer, indépendamment de l'état de l'interrupteur de commande I_C , de l'état ouvert à l'état fermé lorsqu'une première opération logique $L_{C3.1}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsqu'une deuxième opération logique $L_{C3.2}$ est vérifiée.

[0077] La première opération logique $L_{C3.1}$ utilise la porte logique suivante : la porte passager est ouverte OU la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

[0078] La deuxième opération logique $L_{C3.2}$ utilise la porte logique suivante : la porte passager est fermée ET la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis

l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

- [0079] La première opération logique $L_{C3.1}$ et la deuxième opération logique $L_{C3.2}$ ne nécessitent qu'une quantité très limitée d'électronique qui est ici intégrée à l'électrovanne 13.
- [0080] On comprend que l'interrupteur logique I_{L3} permet de maintenir temporairement fermé le troisième circuit électrique de commande C_3 lors de la montée/descente des passagers et donc de maintenir (voire d'amener) le tiroir T du distributeur D dans la position de freinage afin d'éviter toute commutation intempestive dudit tiroir T lors de ladite montée/descente des passagers pendant lesquelles les freins 12a, 12b doivent être pressurisés.
- [0081] On notera que, si le pilote, pour une quelconque raison, venait à vouloir désactiver la fonction de parc lors de la montée/descente des passagers, il n'en sera nullement empêché par l'interrupteur logique I_{L3} , ledit pilote conservant la possibilité d'amener l'interrupteur de commande I_C de l'état ON à l'état OFF.
- [0082] La [Fig.8] illustre une première opération logique $L_{C3.1}'$ et une deuxième opération logique $L_{C3.2}'$ qui ne sont autres que des variantes de la première opération logique $L_{C3.1}$ et de la deuxième opération logique $L_{C3.2}$.
- [0083] La première opération logique $L_{C3.1}'$ et la deuxième opération logique $L_{C3.2}'$ se distinguent de la première opération logique $L_{C3.1}$ et de la deuxième opération logique $L_{C3.2}$ en ce qu'elles prennent en compte la poussée du premier moteur M_1 et celle du deuxième moteur M_2 .
- [0084] La première opération logique $L_{C3.1}'$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :
- la porte passager est ouverte,
- [0085] OU
- la poussée du premier moteur M_1 ET celle du deuxième moteur M_2 sont supérieures à la poussée prédéterminée TOGA,
- [0086] OU
- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.
- [0087] La deuxième opération logique $L_{C3.2}'$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :
- la porte passager est fermée,
- [0088] ET
- la poussée du premier moteur M_1 OU celle du deuxième moteur M_2 sont inférieures à la poussée prédéterminée TOGA,
- [0089] ET
- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est su-

périeure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

- [0090] La [Fig.9] illustre un quatrième circuit électrique de commande C_4 qui n'est autre qu'une variante du premier circuit électrique de commande C_1 illustré à la [Fig.2].
- [0091] Le quatrième circuit électrique de commande C_4 diffère du premier circuit de commande C_1 en ce qu'il comprend un distributeur D' en lieu et place du distributeur D . Le distributeur D' est identique au distributeur D à la différence que son état est commandé par deux électro-aimants disposés à des extrémités opposées du distributeur D' pour déplacer le tiroir T .
- [0092] L'un des électro-aimants comprend un premier port de connexion relié à la première borne B_1 du bornier de raccordement B , et un deuxième port de connexion relié à une deuxième borne B_2 du bornier de raccordement B par un premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ ici intégré à l'électrovanne 13.
- [0093] L'autre des électro-aimants comprend un premier port de connexion relié à une quatrième borne B_4 du bornier de raccordement B , et un deuxième port de connexion relié à une troisième borne B_3 du bornier de raccordement B par un deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ ici intégré à l'électrovanne 13.
- [0094] Le premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ peut adopter deux états stables : un état fermé dans lequel le premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ crée une liaison électrique entre l'électro-aimant correspondant et la deuxième borne B_2 du bornier de raccordement B , et un état ouvert (illustré à la [Fig.9]) dans lequel l'interrupteur logique $I_{L4.1}$ interrompt la liaison électrique entre l'électro-aimant et la deuxième borne B_2 du bornier de raccordement B .
- [0095] Le deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ peut adopter deux états stables : un état fermé dans lequel le deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ crée une liaison électrique entre l'électro-aimant correspondant et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B , et un état ouvert (illustré à la [Fig.9]) dans lequel l'interrupteur logique $I_{L4.2}$ interrompt la liaison électrique entre l'électro-aimant et la troisième borne B_3 du bornier de raccordement B .
- [0096] Le premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ est agencé pour passer, indépendamment de l'état de l'interrupteur de commande I_C , de l'état ouvert à l'état fermé lorsqu'une première opération logique $L_{C4.11}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsqu'une deuxième opération logique $L_{C4.12}$ est vérifiée.
- [0097] La première opération logique $L_{C4.11}$ utilise la porte logique suivante : la porte passager est ouverte OU la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.
- [0098] La deuxième opération logique $L_{C4.12}$ utilise la porte logique suivante : la porte passager est fermée ET la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.

- [0099] Le deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ est agencé pour passer, indépendamment de l'état de l'interrupteur de commande I_C , de l'état ouvert à l'état fermé lorsqu'une première opération logique $L_{C4.21}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsqu'une deuxième opération logique $L_{C4.22}$ est vérifiée.
- [0100] La première opération logique $L_{C4.21}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :
- la poussée du premier moteur M_1 ET la poussée du deuxième moteur M_2 sont supérieures à une poussée prédéterminée TOGA,
- [0101] OU
- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est inférieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.
- [0102] La deuxième opération logique $L_{C4.22}$ combine les comparaisons et les portes logiques suivantes :
- la poussée du premier moteur M_1 OU la poussée du deuxième moteur M_2 sont inférieures à la poussée prédéterminée TOGA,
- [0103] ET
- la durée d de l'impulsion électrique auquel est soumis l'électro-aimant est supérieure à la durée prédéterminée de 200 millisecondes.
- [0104] On comprend que :
- le premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ permet de maintenir temporairement le tiroir T du distributeur D' dans la position de freinage afin d'éviter toute commutation intempestive dudit tiroir T lors de la montée/descente des passagers pendant lesquelles les freins 12a, 12b doivent être pressurisés ; et
 - le deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ permet de maintenir temporairement le tiroir T du distributeur D' dans la position de roulage afin d'éviter toute commutation intempestive dudit tiroir T lors du décollage ou de la remise des gaz.
- [0105] Dans une variante non illustrée du quatrième circuit électrique de commande C_4 , l'état du distributeur D' pourrait être commandé par un seul électro-aimant disposé à une extrémité du distributeur D' pour déplacer le tiroir T :
- le premier interrupteur logique $I_{L4.1}$ serait alors agencé pour passer, lorsque l'interrupteur de commande I_C est à l'état ON, de l'état ouvert à l'état fermé lorsque la première opération logique $L_{C4.11}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsque la deuxième opération logique $L_{C4.12}$ est vérifiée ; et
 - le deuxième interrupteur logique $I_{L4.2}$ serait agencé pour passer, lorsque l'interrupteur de commande I_C est à l'état OFF, de l'état ouvert à l'état fermé lorsque la première opération logique $L_{C4.21}$ est vérifiée, et de l'état fermé à l'état ouvert lorsque la deuxième opération logique $L_{C4.22}$ est vérifiée.
- [0106] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais

englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

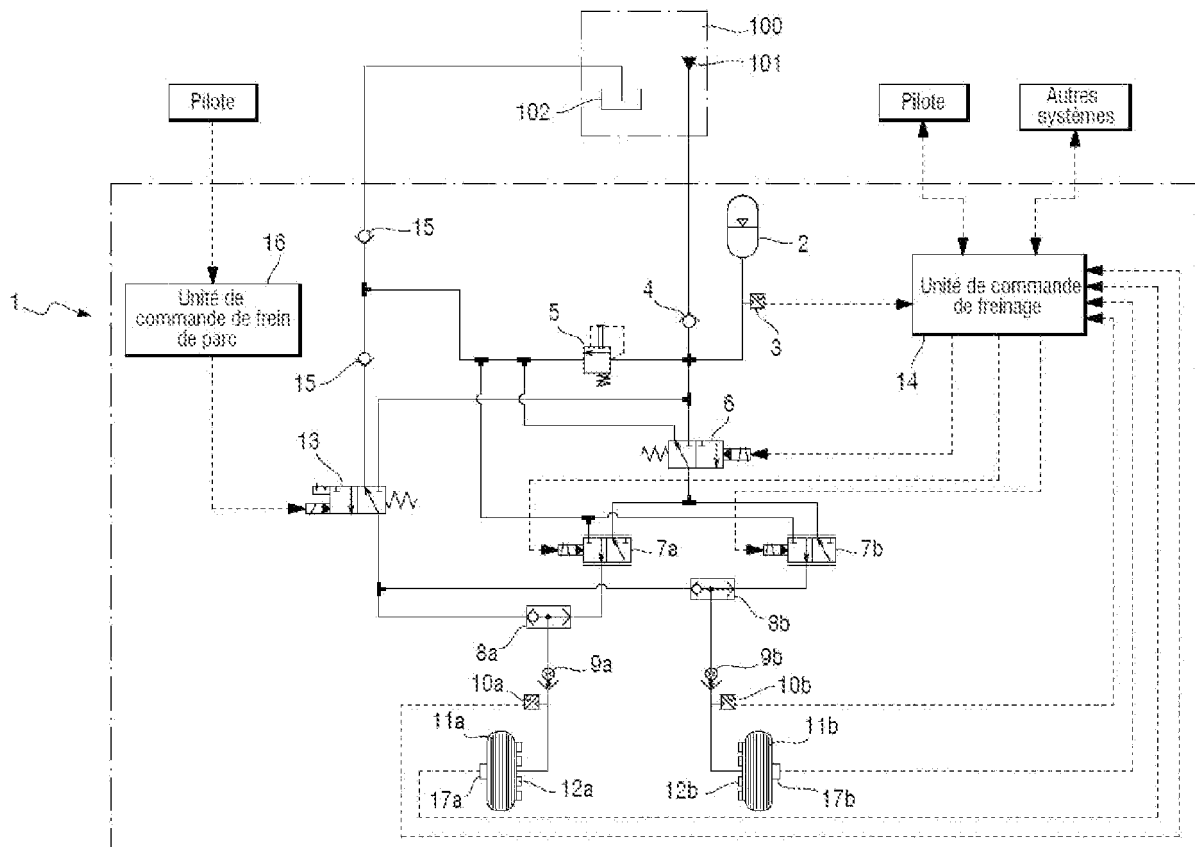
- [0107] L'interrupteur logique I_{L1} , I_{L1}' , I_{L2} , I_{L3} , $I_{L4.1}$, $I_{L4.2}$ peut être mis en amont ou en aval de l'électro-aimant.
- [0108] Les premières et deuxièmes opérations logiques $L_{C1.1}$, $L_{C1.1}'$, $L_{C1.1}''$, $L_{C1.2}$, $L_{C1.2}'$, $L_{C1.2}''$, $L_{C2.1}$, $L_{C2.2}$, $L_{C3.1}$, $L_{C3.1}'$, $L_{C3.2}$, $L_{C3.2}'$, $L_{C4.11}$, $L_{C4.12}$, $L_{C4.21}$, $L_{C4.22}$ peuvent prendre en compte tout signal permettant de déterminer un état critique d'évolution de l'aéronef nécessitant que le tiroir soit dans la première position stable ou la deuxième position stable selon les phases d'évolution dudit aéronef (décollage, atterrissage, taxiage...) : sortie des volets d'aile qui permettent d'améliorer la portance à basse vitesse, altitude de l'aéronef, position des atterrisseurs, position des trappes d'atterrisseur, vitesse au sol de l'aéronef, état de tractage de l'aéronef...
- [0109] Ce signal peut être fourni à l'interrupteur logique par tout organe émetteur relié à l'interrupteur logique, comme par exemple un détecteur d'un état d'un équipement de l'aéronef ou un calculateur exploitant les signaux d'un ou plusieurs détecteurs.
- [0110] Bien que l'unité de commande 16 comprenne ici une source de tension S reliée à un interrupteur de commande I_C à inversion de polarité, elle peut être de nature différente.

Revendications

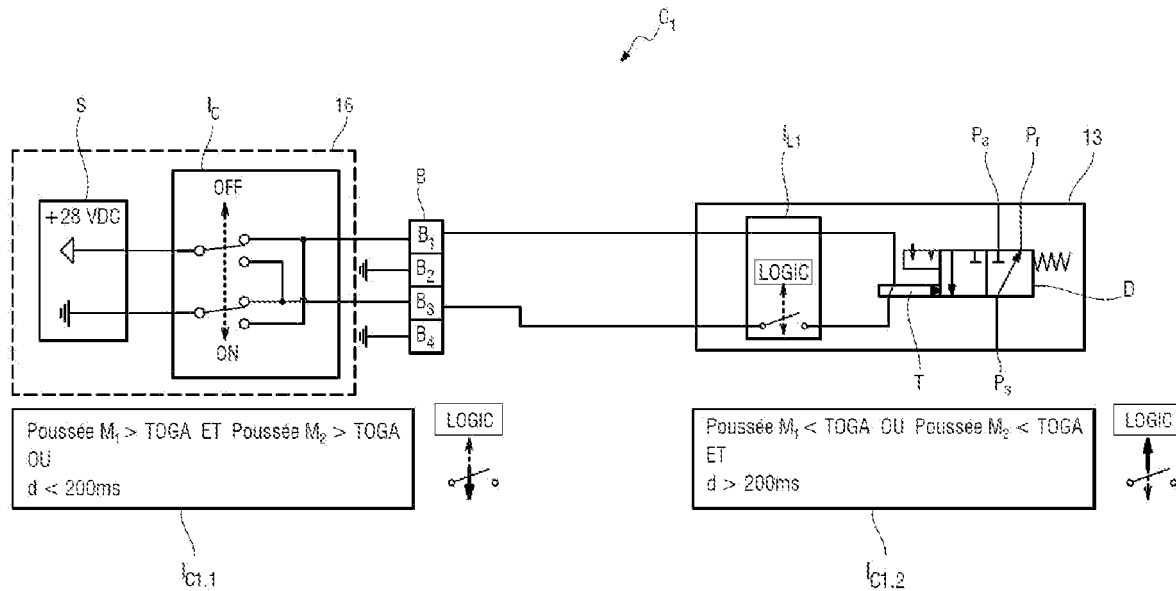
- [Revendication 1] Electrovanne (13) de frein de parc d'un aéronef, comprenant un distributeur (D, D') hydraulique bistable qui comporte un port d'alimentation (P_a), un port de retour (P_r) et un port de service (P_s), et qui comporte un tiroir (T) pouvant adopter une première position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port d'alimentation et le port de service, et une deuxième position stable dans laquelle le tiroir assure une connexion entre le port de retour et le port de service, la position du tiroir étant commandée par au moins un électro-aimant via une impulsion électrique, caractérisée en ce que l'électrovanne comprend un interrupteur logique (I_{L1} , I_{L1}' , I_{L2} , I_{L3} , $I_{L4.1}$, $I_{L4.2}$) relié à l'électro-aimant, l'interrupteur logique étant agencé pour adopter un état fermé ou un état ouvert en fonction d'une opération logique prenant en compte au moins un signal représentatif d'un état critique d'évolution de l'aéronef qui nécessite que le tiroir soit dans la première position stable ou la deuxième position stable.
- [Revendication 2] Electrovanne (13) selon la revendication 1, dans laquelle l'opération logique comprend la comparaison d'une poussée d'au moins un moteur (M_1 , M_2) de l'aéronef à une poussée prédéterminée (TOGA), et/ou la comparaison d'une durée (d) de l'impulsion électrique à une première durée prédéterminée, et/ou la comparaison d'une durée ($d_{VOL \rightarrow SOL}$) depuis laquelle au moins une des roues de l'aéronef a touché le sol lors d'un atterrissage à une deuxième durée prédéterminée, et/ou la comparaison d'une vitesse (V) de l'aéronef à une vitesse prédéterminée, et/ou le fait qu'une porte passager de l'aéronef soit ouverte ou fermée et/ou le fait que les atterrisseurs soient rentrés ou sortis.
- [Revendication 3] Circuit électrique de commande (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) d'un frein de parc d'un aéronef, comprenant une unité de commande (16) et au moins une électrovanne (13) selon la revendication 1 ou 2, l'électro-aimant de l'électrovanne étant relié à l'unité de commande via l'interrupteur logique (I_{L1} , I_{L1}' , I_{L2} , I_{L3} , $I_{L4.1}$, $I_{L4.2}$).
- [Revendication 4] Circuit électrique de commande (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) selon la revendication 3, dans lequel l'unité de commande (16) comprend une source de courant (S) et un interrupteur de commande (I_C).
- [Revendication 5] Circuit électrique de commande (C_1 , C_2 , C_3 , C_4) selon la revendication 4, dans lequel l'interrupteur de commande (I_C) est à inversion de polarité.

- [Revendication 6] Circuit électrique de commande (C_1, C_2, C_3, C_4) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel la source de courant (S) est une source de courant continu.
- [Revendication 7] Système de freinage d'aéronef comprenant un circuit hydraulique de freinage (1) comportant une source de pression (101) et un réservoir de retour (102) reliés à un frein (12a, 12b) via une électrovanne (13) d'un circuit électrique de commande selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, le port d'alimentation (P_a) et le port de retour (P_r) de l'électrovanne (13) étant respectivement reliés à la source de pression et au réservoir de retour, et le port de service (P_s) étant relié au frein.
- [Revendication 8] Aéronef comprenant un système de freinage selon la revendication 7 et au moins un organe émetteur du signal représentatif de l'état critique d'évolution de l'aéronef, l'organe émetteur étant relié à l'interrupteur logique.

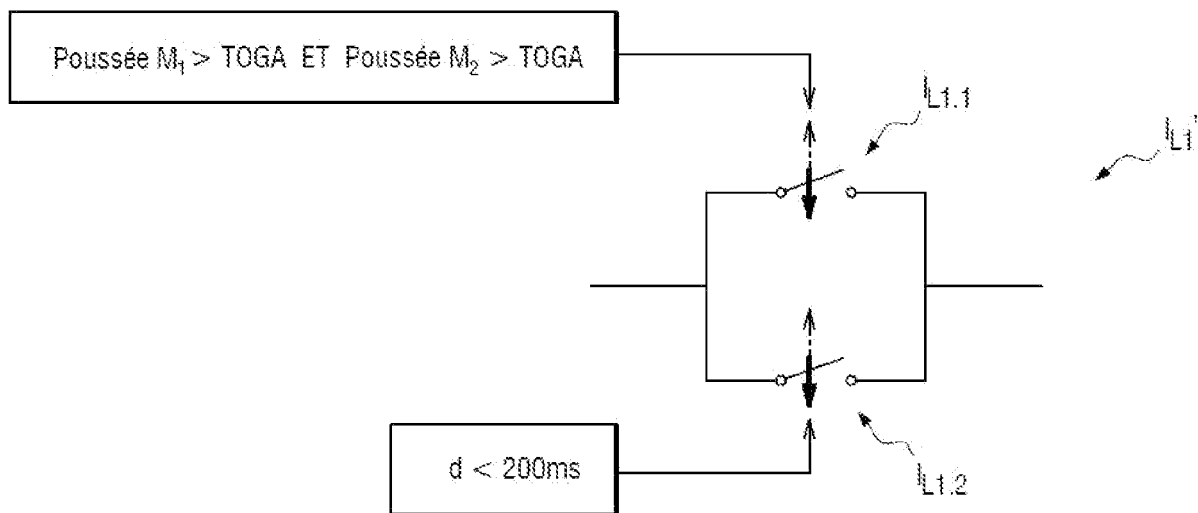
[Fig. 1]



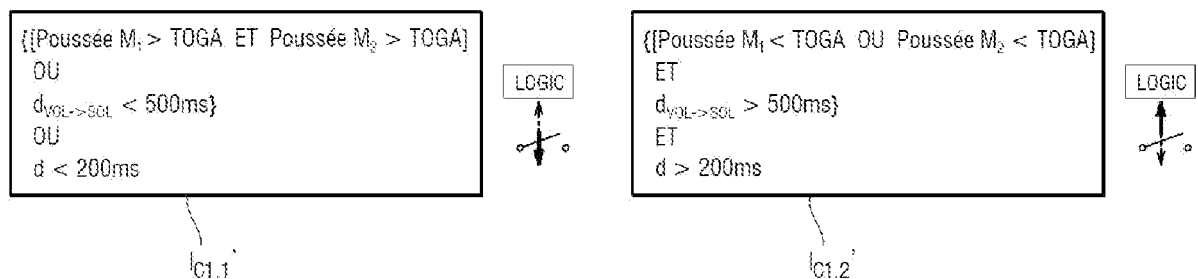
[Fig. 2]



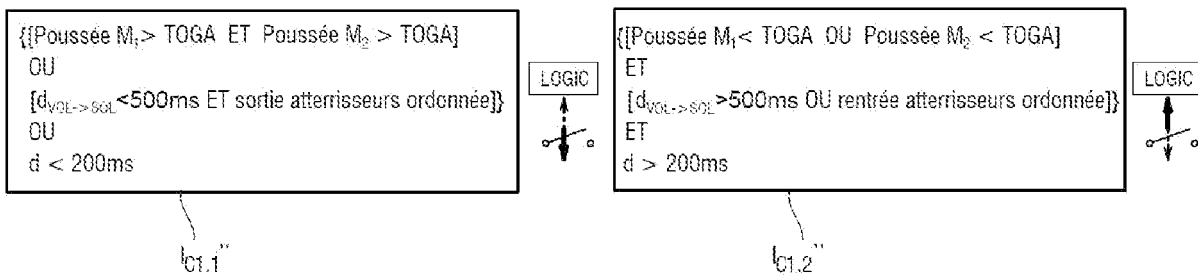
[Fig. 3]



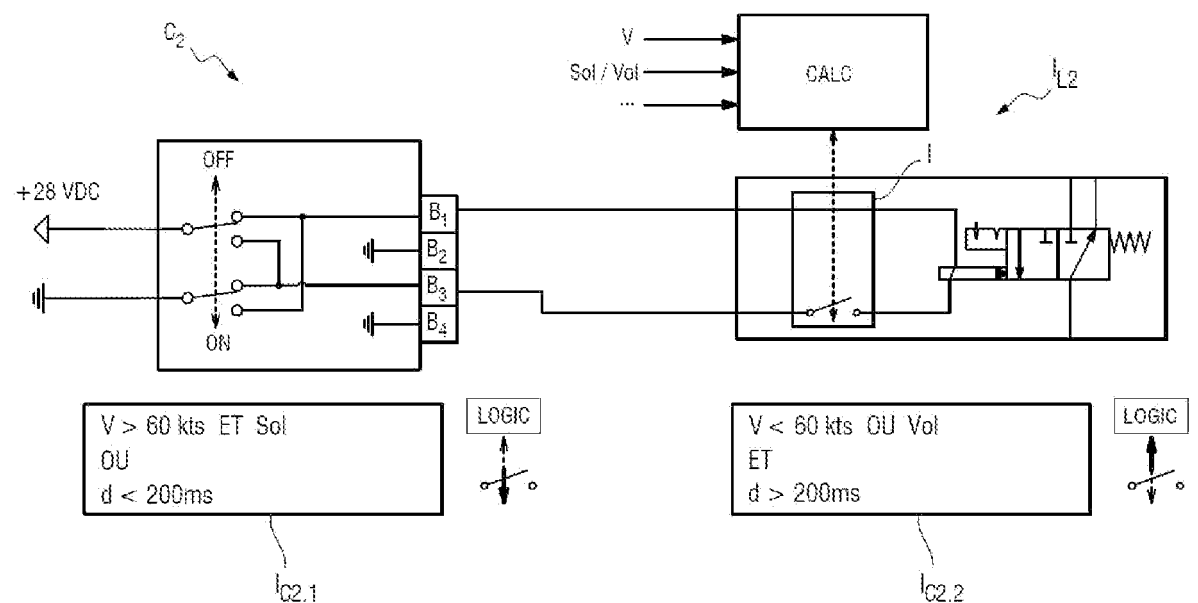
[Fig. 4]



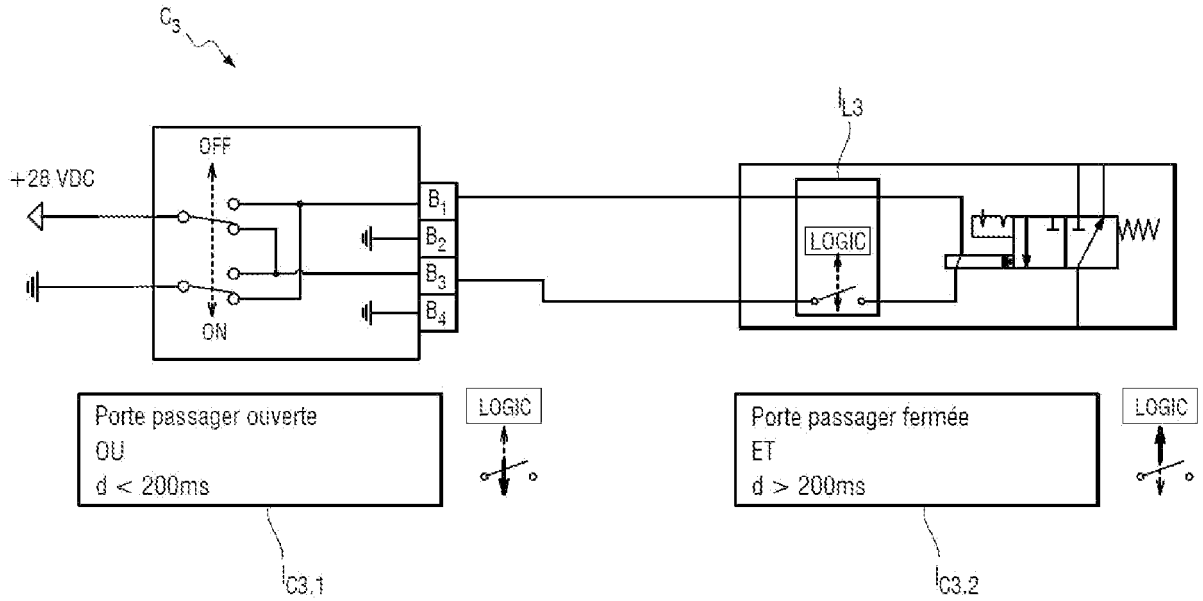
[Fig. 5]



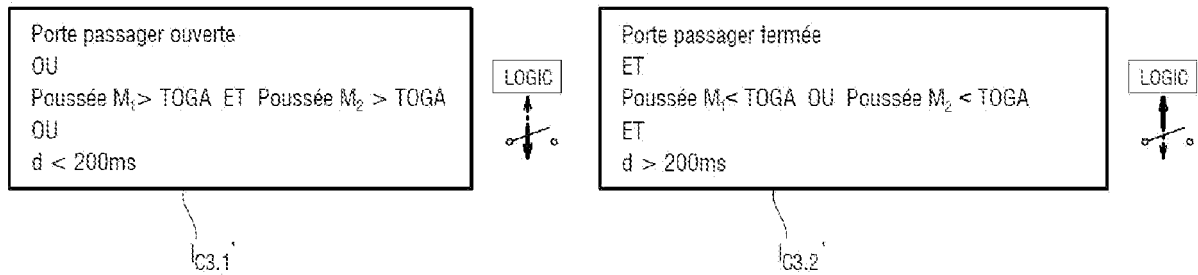
[Fig. 6]



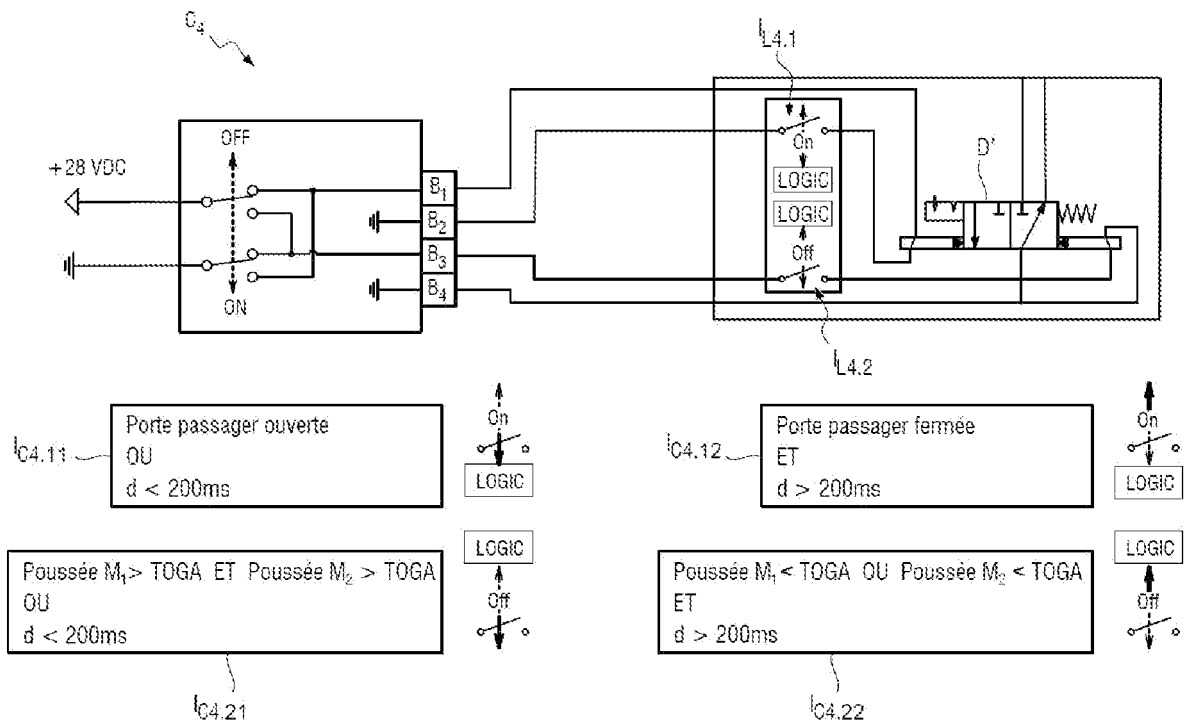
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 924381
FR 2311745

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 10 556 674 B2 (AIRBUS OPERATIONS LTD [GB]; AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 11 février 2020 (2020-02-11) * colonne 5, ligne 36 - colonne 7, ligne 50; figures 3,4 * -----	1-8	B60T 8/17 B64C 25/44
A	US 2020/298814 A1 (KORDIK MICHAEL [US] ET AL) 24 septembre 2020 (2020-09-24) * alinéas [0026] - [0030]; figures 2,3A-4 * -----	1-8	
A	US 2022/194340 A1 (SCHUPPERT FABIAN [DE] ET AL) 23 juin 2022 (2022-06-23) * alinéa [0035]; figure 1 * -----	1-8	
A	EP 3 772 442 A1 (BOEING CO [US]) 10 février 2021 (2021-02-10) * alinéas [0033] - [0037]; figure 4 * -----	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60T B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 mai 2024		Raffaelli, Leonardo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2311745 FA 924381**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-05-2024**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 10556674	B2	11-02-2020	CN	107031823 A	11-08-2017
			EP	3165455 A1	10-05-2017
			US	2017129590 A1	11-05-2017

US 2020298814	A1	24-09-2020	EP	3712474 A2	23-09-2020
			EP	3862605 A1	11-08-2021
			US	2020298814 A1	24-09-2020

US 2022194340	A1	23-06-2022	CN	114401874 A	26-04-2022
			DE	102019125747 A1	25-03-2021
			EP	4034436 A1	03-08-2022
			US	2022194340 A1	23-06-2022
			WO	2021058234 A1	01-04-2021

EP 3772442	A1	10-02-2021	CA	3086581 A1	08-02-2021
			CN	112339994 A	09-02-2021
			EP	3772442 A1	10-02-2021
			JP	2021024560 A	22-02-2021
			US	2021039621 A1	11-02-2021
