

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 082 503

②① N° d'enregistrement national : **18 55207**

⑤① Int Cl⁸ : **B 64 C 25/42 (2018.01), B 60 T 8/17, B 60 T 17/18**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE FREINAGE SECOURS D'UN AERONEF.

②② Date de dépôt : 14.06.18.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.12.19 Bulletin 19/51.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 04.09.20 Bulletin 20/36.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

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

⑦② Inventeur(s) : FRANK DAVID, FRAVAL JEROME et
WARINT DONNY.

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

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

FR 3 082 503 - B1



L'invention concerne un procédé de freinage secours d'un aéronef.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

On connaît des aéronefs, tels que des avions
5 commerciaux de transport de passagers de taille
conséquente, comportant un circuit principal de freinage
ainsi qu'un circuit secours de freinage utilisable en cas
de défaillance du circuit principal de freinage. Ces
10 circuits sont complètement ségrégués et nécessitent
chacun un nombre important de composants hydrauliques
passifs tels que des accumulateurs, des filtres, et de
composants hydrauliques actifs tels que des vannes, des
distributeurs, et des servovalves adaptées à délivrer une
15 pression de freinage proportionnelle à une consigne de
freinage déterminée par un calculateur de freinage
notamment à partir de l'action du pilote sur les pédales
de frein. En plus de ces deux circuits, l'aéronef est
généralement équipé d'un dispositif de freinage de parc
20 adapté à maintenir l'aéronef à l'arrêt, après manœuvre
d'un sélecteur de parc par le pilote, en appliquant et en
maintenant une pression donnée (la pression
d'alimentation des freins, le plus souvent délivrée par
un accumulateur) dans les freins alors que l'aéronef est
à l'arrêt, par exemple à l'aide d'un distributeur
25 bistable.

Cette architecture, quoique très sûre, est complexe
et bien souvent inenvisageable pour des aéronefs plus
petits, tels que des avions régionaux ou des avions
d'affaires. Les aéronefs de cette taille ne comportent
30 souvent qu'un unique circuit de freinage, ainsi qu'un
freinage de parc dit progressif permettant d'assurer le
freinage secours. Le freinage de parc est commandé par un
levier qui est mécaniquement relié au tiroir d'une vanne
proportionnelle de sorte que le pilote peut effectuer un
35 freinage secours en actionnant le levier entre une

position dite 0% dans laquelle les freins sont à la pression de retour de l'aéronef, et une position dite 100% dans laquelle les freins sont à la pression d'alimentation de l'aéronef. Le levier peut être bloqué dans la position 100% afin d'assurer le freinage de parc. Cependant, la liaison mécanique, qui se fait par câbles, poulies, bielles, requiert un temps d'installation important, nécessite de nombreux supports dans la structure de l'aéronef, et induit des actions régulières de maintenance (vérification, réglage de la tension, graissage...).

OBJET DE L'INVENTION

L'invention vise à proposer un procédé de freinage secours plus simple que ceux existants.

PRESENTATION DE L'INVENTION

En vue de la réalisation de ce but, on propose un procédé de freinage secours pour aéronef, comprenant la mise en œuvre d'un freinage de parc progressif commandé par un levier actionnable par le pilote entre une position dite 0% dans laquelle les freins sont mis à la pression de retour de l'aéronef, et une position dite 100% dans laquelle les freins sont mis à la pression d'alimentation de l'aéronef, le levier étant blocable dans la position 100% afin d'assurer le freinage de parc lorsque l'aéronef est à l'arrêt. Selon l'invention, le procédé de freinage de secours comporte :

- l'utilisation d'un distributeur avec un port de sortie connecté aux freins, un port de retour et un port d'alimentation, le distributeur présentant un état de repos dans lequel le port de sortie est connecté au port de retour et un état actif dans lequel le port de sortie est connecté au port d'alimentation ;

- et la commande du distributeur dans l'un ou l'autre de ces états par modulation de largeur d'impulsion (MLI) ayant un rapport cyclique fonction de

la position du levier pour délivrer aux freins une pression entre la pression de retour et la pression d'alimentation dépendant de la position du levier.

5 Ainsi, il est possible d'utiliser un distributeur
de conception simple à deux états pour assurer à la fois
le freinage de secours progressif et le freinage de parc.
La commande MLI (aussi connue sous l'acronyme anglo-saxon
PWM) permet de transformer ce distributeur en vanne
10 proportionnelle par la mise en œuvre d'une commande
simple et robuste, permettant une alimentation des freins
avec une pression variant entre la pression retour quand
le levier est dans la position 0% et la pression
d'alimentation quand le levier est dans la position 100%.
Toute liaison mécanique entre le levier et le
15 distributeur est supprimée et remplacée par une commande
de type électrique. Le freinage de parc proprement dit
est alors assuré en amenant le levier dans la position
100% et en l'y bloquant.

20 On profite de donc la simplicité du freinage de
parc assuré avec un simple distributeur à deux positions,
tout en assurant un freinage secours avec une commande
électrique simple, évitant toute utilisation de
distributeur dont le tiroir serait relié mécaniquement à
un levier.

25 La fréquence de modulation de la largeur
d'impulsion dépend bien entendu de la bande passante du
circuit hydraulique de l'aéronef, et donc de la longueur
du circuit hydraulique, du volume de la cavité des
freins... Typiquement, une fréquence de quelques hertz
30 semble suffisante pour assurer une commande
proportionnelle, compte tenu du filtrage naturel induit
par le circuit hydraulique.

35 En pratique, il suffit d'équiper le levier de
tout dispositif apte à délivrer une tension
proportionnelle à sa position, par exemple un

potentiomètre, et d'envoyer cette tension à une carte électronique portant un circuit spécialisé dans la commande d'un distributeur à deux états par modulation de largeur d'impulsion qui délivre les ordres d'ouverture/fermeture du distributeur.

Pour favoriser les performances de freinage et provoquer le remplissage des cavités des freins avant la mise en œuvre de la modulation, le circuit électronique est adapté à commander la mise du distributeur dans l'état actif pendant un temps prédéterminé avant la mise en œuvre de la modulation.

On notera que ce fonctionnement en MLI est en pratique relativement rare dans la vie de l'aéronef, puisqu'il n'intervient qu'en secours, en cas de défaillance du circuit principal de freinage. Même si la pompe qui fournit la pression d'alimentation est défaillante, le freinage secours pourra quand même être effectué sur la seule pression de l'accumulateur du circuit hydraulique. Dans la plupart des situations courantes, le levier est utilisé pour assurer le freinage de parc alors que l'aéronef est à l'arrêt. Dans cette situation, le pilote tire sur le levier directement jusqu'à la position à 100% alors que l'aéronef est à l'arrêt. Le distributeur est alors commandé dans l'état actif, et y reste.

DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation de l'invention, en référence aux figures des dessins annexés, parmi lesquelles :

- La figure 1 est un schéma du circuit hydraulique comportant un distributeur à deux états, utilisé pour réaliser le freinage secours de l'invention ;

- La figure 2 est un schéma électrique montrant la commande du distributeur utilisé dans le circuit hydraulique de la figure 1 à l'aide d'un levier de freinage de parc progressif ;
- 5 - La figure 3 est un graphique montrant la tension envoyée aux bornes de la bobine du distributeur de la figure 1 par application de la modulation par largeur d'impulsion.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

10 La figure 1 illustre un schéma hydraulique utilisable pour mettre en œuvre le freinage secours de l'invention. Ce circuit de freinage secours vient en complément d'un circuit principal de freinage, non représenté. Ici, l'aéronef comporte deux freins 1A et 1B
15 associés à des roues freinées 2A et 2B qui sont connectés au port de sortie 3 d'un distributeur 4 à deux états dont un état de repos stable (illustré à la figure 1) dans lequel le tiroir du distributeur 4 connecte le port de sortie 3 à un port de retour 5, et un état actif dans
20 lequel le tiroir du distributeur 4 connecte le port de sortie 3 à un port d'alimentation 6. Une bobine 7 force le tiroir du distributeur 4 à se placer dans l'état actif lorsque la bobine 7 est alimentée par une tension de commande, et un ressort 8 rappelle le tiroir du
25 distributeur 4 vers l'état de repos lorsque la bobine 7 n'est plus alimentée.

Selon l'invention, la bobine 7 est alimentée de sorte que la pression délivrée aux freins 1A,1B via le port de sortie 3 soit fonction de la position d'un levier
30 10 manoeuvré par le pilote de l'aéronef. Pour cela, la position du levier 10 est mesurée ici au moyen d'un

potentiomètre 11 dont la sortie est transmise à une carte électronique 12 comportant des moyens de traitement du signal adapté à générer une commande 13 d'un premier sélecteur 14 connectant sélectivement une première borne
5 de la bobine 7 soit à une masse 15, soit à une source de tension continue 16 (ici du 28VDC).

Ici, la carte électronique 12 est adaptée à mettre en œuvre un procédé de modulation par largeur d'impulsion (MLI) illustré à la figure 3. Lorsque le levier 10 est
10 soulevé par le pilote à partir d'une position initiale dite 0%, le sélecteur 14 met la bobine 7 sous tension pendant un premier temps déterminé ΔT , ce qui favorise le remplissage des cavités des freins 1A,1B par le fluide hydraulique. Puis, pour chaque période T successive, la
15 carte électronique 12 détermine un temps d'ouverture τ qui est ici fonction de la position du levier 10 entre la position 0% et la position 100% qui correspond à la course maximale du levier, par exemple selon une loi proportionnelle. Le distributeur 4 connecte alors le port
20 de sortie 3 au port d'alimentation 6 pendant le temps τ , et connecte le port de sortie 3 au port de retour 5 pendant le temps complémentaire $T-\tau$, ce qui détermine un rapport cyclique d'ouverture $R=\tau/T$. La pression moyenne vue par les freins est fonction du rapport cyclique
25 d'ouverture R et augmente avec ce rapport d'ouverture entre la pression de retour et la pression d'alimentation. On obtient alors, grâce à un simple distributeur à deux états, une commande proportionnelle à la position du levier 10. Le pilote peut alors assurer un
30 freinage manuel, qu'il est en mesure de doser à volonté en agissant sur le levier 10, cela en cas de défaillance

du circuit de freinage principal.

Le même distributeur 4 permet également de réaliser le freinage de parc. Il suffit que le pilote amène le levier 10 à la position 100% et l'y maintienne. A cet effet, le levier 10 peut être équipé d'un cran destiné à immobiliser le levier 10 dans la position 100%. Dans cette position, le temps d'ouverture τ sera égal à la période T, induisant un rapport d'ouverture R de 100%, de sorte que le distributeur 4 est maintenu en permanence dans l'état actif.

Pour des raisons de sécurité, et afin d'éviter qu'une panne simple du circuit de freinage secours ne produise un freinage non désiré, on équipe le levier 10 d'un interrupteur d'inhibition 16 commandant un deuxième sélecteur 17 connectant sélectivement la deuxième borne de la bobine 7 :

- soit à la masse 15 (comme illustré à la figure 1) de sorte que l'alimentation de la première borne de la bobine par la source de tension continue 16 provoque l'activation de la bobine et donc la mise du distributeur dans l'état actif ;

- soit à la première borne de la bobine 7 pour mettre celle-ci en court-circuit, de sorte que l'alimentation de la première borne de la bobine par la source de tension continue 16 laisse le distributeur dans l'état de repos.

Grâce à ce deuxième sélecteur 17, le circuit de freinage de secours peut fonctionner selon les modes suivants :

- Mode inhibé (PARK OFF) : le pilote actionne l'interrupteur d'inhibition 16 (ou, en variante,

l'interrupteur d'inhibition 16 est actionné directement par le levier lors que celui-ci est ramené en position 0%) pour commander le deuxième sélecteur 17 de façon à mettre la bobine 7 en court-circuit, de sorte que même si
5 le levier 10 est manœuvré par inadvertance, aucun freinage non désiré ne peut se produire. La bobine du distributeur est alors inhibée ;

- Mode de freinage secours : dès que le pilote manœuvre le levier 10 au-delà d'une position critique
10 (par exemple 5%), le deuxième sélecteur 17 est automatiquement manœuvré pour mettre la deuxième borne de la bobine à la masse et ainsi permettre le freinage progressif de l'aéronef au moyen du levier. Le cas échéant, des moyens d'isolation coupent toute possibilité
15 pour le circuit de freinage principal d'envoyer de la pression vers les freins tant que le mode de freinage secours est activé ;

- Mode de frein de parc : ce mode est activé par le pilote amenant le levier à la position 100% et en l'y
20 maintenant. De préférence, le distributeur 4 est équipé d'un étage électromagnétique bistable permettant d'immobiliser le distributeur 4 dans l'état actif quand le distributeur 4 a été maintenu dans cet état pendant un temps prédéterminé (par exemple quelques secondes), sans
25 que la bobine 7 ne soit alimentée. Ainsi, le freinage de parc peut être maintenu tout en évitant de vider les batteries de l'aéronef lorsque celui-ci est à l'arrêt.

L'invention n'est pas limitée à ce qui vient d'être décrit mais englobe au contraire toute variante entrant
30 dans le cadre défini par les revendications.

En particulier, bien qu'ici le distributeur 7 soit

actionné au moyen d'une bobine, tout autre actionneur pourra être utilisé, comme par exemple un moteur électrique. Bien que le capteur du levier soit ici un potentiomètre, on pourra utiliser tout autre type de capteur, comme par exemple un capteur inductif de type RVDT.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de freinage secours pour aéronef, comprenant la mise en oeuvre d'un freinage de parc progressif commandé par un levier (10) actionnable par le pilote entre une position dite 0% dans laquelle les freins sont mis à la pression de retour de l'aéronef, et une position dite 100% dans laquelle les freins sont mis à la pression d'alimentation de l'aéronef, le levier étant blocable dans la position 100% pour assurer le freinage de parc alors que l'aéronef est à l'arrêt, caractérisé en ce que le procédé de freinage de secours comporte :

- l'utilisation d'un distributeur (4) avec un port de sortie connecté aux freins, un port de retour et un port d'alimentation, le distributeur présentant un état de repos dans lequel le port de sortie est connecté au port de retour et un état actif dans lequel le port de sortie est connecté au port d'alimentation ;

- et la commande du distributeur dans l'un ou l'autre de ces états par modulation de largeur d'impulsion (MLI) ayant un rapport cyclique (R) fonction de la position du levier pour délivrer aux freins une pression entre la pression de retour et la pression d'alimentation dépendant de la position du levier.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le distributeur est rappelé dans l'état de repos par un ressort de rappel et placé dans l'état actif par une bobine (7) alimentée au moyen d'un premier sélecteur (14) connectant une première borne de la bobine alternativement à la masse (15) ou à une source de tension continue (16) en réponse à un signal de commande (13) du sélecteur déterminé par modulation de largeur d'impulsion.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un deuxième sélecteur (17) est disposé pour connecter

sélectivement une deuxième borne de la bobine (7) à la masse ou à la première borne de la bobine en réponse à un signal provenant d'un interrupteur d'inhibition de la bobine.

5 4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel lorsque le levier est actionné, le distributeur est mis dans l'état actif pendant un temps déterminé (ΔT) avant la mise en œuvre de commande du distributeur par modulation de largeur d'impulsion.

10 5. Procédé selon la revendication, dans lequel le distributeur (4) est immobilisé dans l'état actif quand le distributeur 4 a été maintenu dans cet état par maintien du levier dans la position 100%

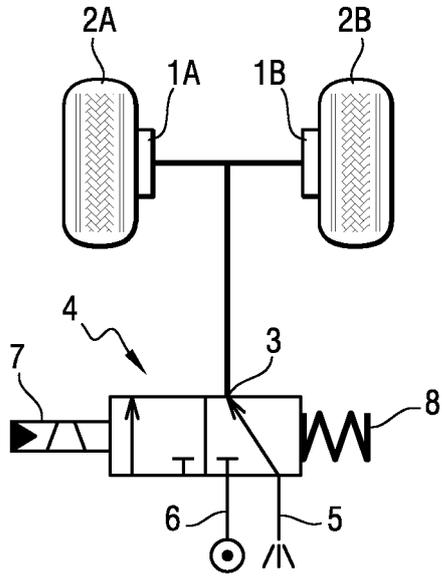


Fig. 1

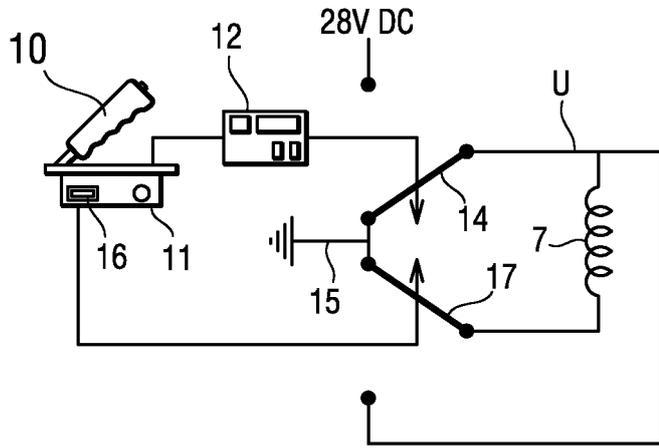


Fig. 2

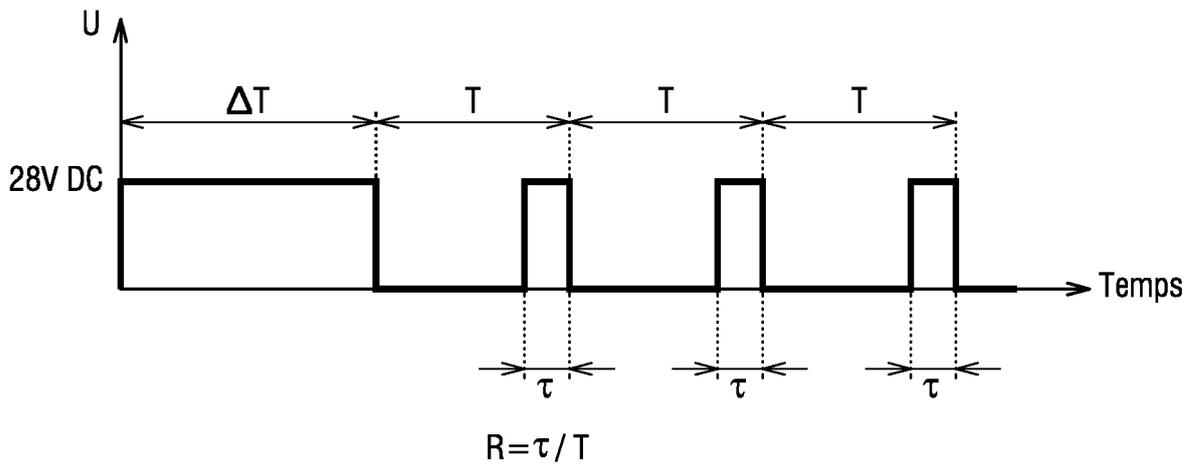


Fig. 3

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2011/226569 A1 (DEVLIEG GARRETT H [US])
22 septembre 2011 (2011-09-22)

US 2010/102173 A1 (EVERETT MICHAEL L [US]
ET AL) 29 avril 2010 (2010-04-29)

GB 2 116 271 A (MESSIER HISPANO SA)
21 septembre 1983 (1983-09-21)

US 2014/076641 A1 (PENEV KRASSIMIRE
MIHAYLOV [US]) 20 mars 2014 (2014-03-20)

US 2001/037927 A1 (NAGLER FRANZ [DE] ET
AL) 8 novembre 2001 (2001-11-08)

EP 3 333 070 A1 (GOODRICH CORP [US])
13 juin 2018 (2018-06-13)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT