



- (51) Classification internationale des brevets :  
F02K 1/76 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2013/050969
- (22) Date de dépôt international :  
2 mai 2013 (02.05.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
12/54099 4 mai 2012 (04.05.2012) FR
- (71) Déposant : AIRCELLE [FR/FR]; Route du Pont 8, F-76700 Gonfreville l'Orcher (FR).
- (72) Inventeurs : MAALIOUNE, Hakim; 25 allée du Pré Fleuri, F-78630 Orgeval (FR). NOURRISSON, Alain; 807 rue de l'Orme Gauthier, F-78630 Orgeval (FR).
- (74) Mandataire : CABINET GERMAIN & MAUREAU; 8 avenue du Président Wilson, F-75016 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : THRUST REVERSER CONTROL SYSTEM

(54) Titre : SYSTÈME DE COMMANDE POUR INVERSEUR DE POUSSÉE

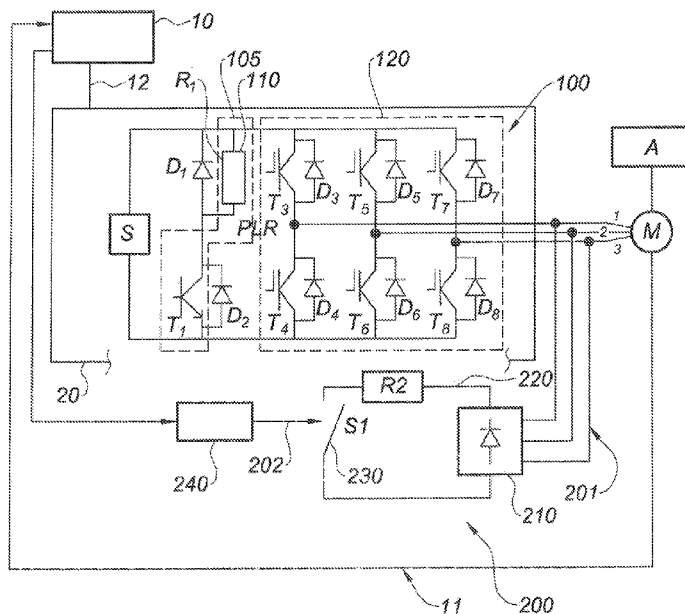


Fig. 1

(57) Abstract : The invention concerns a control system for a thrust reverser with movable elements, the control system comprising at least one electromechanical actuating member for actuating said movable element, an electric drive unit (M) driving said electromechanical actuating member and a power control unit (20) capable of controlling the electric drive unit (M) to move the movable element to a closed position and/or to a deployed position in direct jet and in reverse jet, remarkable in that the control system comprises an electronic circuit (200) for electric braking capable of braking the electric drive unit (M), in case of overspeed of the latter when the movable element is moved to the closed position and/or to the deployed position.

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de commande pour inverseur de poussée à éléments déplaçables, le système de commande comprenant au moins un organe électromécanique d'actionnement dudit élément déplaçable, une unité (M) d'entraînement électrique dudit organe électromécanique d'actionnement et une unité (20) de contrôle de puissance adaptée pour commander l'unité (M) d'entraînement électrique pour déplacer l'élément déplaçable vers une position de fermeture et/ou vers une position déployée en jet direct et en jet inversé remarquable en ce que le système de commande comprend un circuit (200) électronique de freinage électrique adapté pour freiner l'unité (M) d'entraînement électrique, en cas de survitesse de cette dernière lors du déplacement de l'élément déplaçable vers la position de fermeture et/ou vers la position déployée.

nage électrique adapté pour freiner l'unité (M) d'entraînement électrique, en cas de survitesse de cette dernière lors du déplacement de l'élément déplaçable vers la position de fermeture et/ou vers la position déployée.

## **Système de commande pour inverseur de poussée**

La présente invention concerne un système de commande pour inverseur de poussée à éléments déplaçables d'une nacelle d'un aéronef.

5 L'invention concerne également une nacelle comportant un tel système.

Un avion est mû par plusieurs turboréacteurs logés chacun dans une nacelle abritant également un ensemble de dispositifs d'actionnement annexes lié à son fonctionnement et assurant diverses fonctions lorsque le turboréacteur est en fonctionnement ou à l'arrêt.

10 Ces dispositifs d'actionnement annexes comprennent, notamment, un système mécanique d'inversion de poussée.

Plus précisément, une nacelle présente généralement une structure tubulaire comprenant une entrée d'air en amont du turboréacteur, une section médiane destinée à entourer une soufflante du turboréacteur, 15 une section aval abritant les moyens d'inversion de poussée et destinés à entourer la chambre de combustion de turboréacteur et, généralement terminée par une tuyère d'éjection située en aval du turboréacteur.

Cette nacelle est destinée à abriter un turboréacteur double flux apte à générer par l'intermédiaire des pales de la soufflante en rotation un 20 flux d'air chaud, issu de la chambre de la combustion du turboréacteur, et un flux d'air froid qui circule à l'extérieur du turboréacteur à travers une veine annulaire.

Le dispositif d'inversion de poussée est, lors de l'atterrissage de l'aéronef, destiné à améliorer la capacité de freinage de celui-ci en 25 redirigeant vers l'avant au moins une partie de la poussée générée par le turboréacteur.

Dans cette phase, le dispositif d'inversion de poussée obstrue la veine de flux d'air froid et dirige ce dernier vers l'avant de la nacelle, générant de ce fait une contre-poussée qui vient s'ajouter au freinage des 30 roues de l'aéronef, les moyens mis en œuvre pour réaliser cette réorientation du flux d'air froid varient suivant le type d'inverseur.

Différents types de dispositifs d'inversion de poussée sont généralement connus.

Un mode de réalisation de ce dernier prévoit qu'il comprend au 35 moins un élément déplaçable entre une position de fermeture et une position d'ouverture coopérant en position d'ouverture à la production de l'inversion

de poussée et au moins un ensemble d'organes de manœuvre électromécaniques pour manœuvrer l'élément déplaçable entre les positions de fermeture et d'ouverture.

5 L'élément déplaçable peut être, dans des exemples non limitatifs, un capot de nacelle, des portes et/ou des volets d'inversion en amont ou en aval du capot de la nacelle.

L'ensemble des organes de manœuvre électromécaniques comporte, quant à lui, essentiellement des actionneurs électriques destinés à actionner les éléments déplaçables et au moins un verrou électrique, 10 appelé verrou primaire destiné à assurer leur maintien en position rétractée et éviter tout déploiement accidentel.

Plus particulièrement, le dispositif d'inversion de poussée est muni de trois lignes de défense de verrouillage.

15 L'ensemble des organes de manoeuvre électromécaniques pour manoeuvrer les éléments déplaçables entre leurs positions de fermeture et d'ouverture de l'inverseur de poussée sont actionnés par au moins une machine électrique tournante selon la conception du système.

De plus, les verrous sont renforcés par des moyens de freinage mécanique à commande électrique, hydraulique ou autre.

20 De tels moyens de freinage assurent le blocage de la machine électrique tournante, en cas de perte de contrôle de cette dernière ou de l'organe électromécanique correspondant.

25 Ces moyens de freinage mécanique sont, notamment, adaptés pour protéger de toute survitesse la machine électrique tournante et, ainsi, de disposer d'une sécurité additionnelle en cas de défaillance de cette machine.

30 Les moyens de freinage mécanique utilisés peuvent être, par exemple, un frein statique à manque de courant utilisant une technologie de type frein à disques multiples, à rappel par ressort et/ou à commande électrique de déverrouillage par un actionneur linéaire intégré.

Or, en bloquant mécaniquement le moteur à pleine vitesse, il existe un risque d'endommager mécaniquement l'actionneur associé.

De plus, de tels freins mécaniques sont sujets à une usure rapide des disques correspondants.

35 Par ailleurs, de tels freins mécaniques sont lourds, encombrants, complexes à mettre en œuvre et souvent coûteux.

Un but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients.

5 Un autre but de la présente invention est de proposer un système d'inversion de poussée globalement plus fiable et moins sujet à une usure de ses constituants mécaniques.

10 Un autre but de la présente invention est d'augmenter la fiabilité des moyens de commande des organes de manœuvre électromécaniques de la nacelle tout en réduisant la masse et l'encombrement de ces moyens de commande.

Il est également désirable d'éviter toute arrivée violente d'un organe de manœuvre électromécanique sur des butées ultimes correspondantes.

15 A cet effet, l'invention propose un système de commande électrique pour inverseur de poussée à éléments déplaçables, le système de commande comprenant au moins un organe électromécanique d'actionnement dudit élément déplaçable, une unité d'entraînement électrique dudit organe d'actionnement, une unité de commande et une  
20 unité de contrôle de puissance adaptée pour commander l'unité d'entraînement électrique pour déplacer l'élément déplaçable vers une position de fermeture et/ou vers une position déployée en jet direct et en jet inversé caractérisé en ce que le système de commande comprend un circuit électronique de freinage électrique adapté pour freiner l'unité d'entraînement  
25 électrique, en cas de survitesse de cette dernière lors du déplacement de l'élément déplaçable vers la position de fermeture et/ou vers la position déployée.

30 Grâce à la présente invention, on s'affranchit de tout moyen de freinage mécanique des organes électromécaniques d'actionnement et, plus particulièrement, de tout moyen de freinage possédant une position d'engagement mécanique avec un élément constitutif du moteur et/ou d'un arbre d'entraînement du moteur associé de manière à le bloquer.

35 Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, un système de commande selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou en combinaison techniquement possibles :

5 - l'unité de commande est adaptée pour piloter le circuit électronique de freinage électrique lorsque la vitesse de l'unité d'entraînement électrique est supérieure à une vitesse seuil, en mode générateur ou moteur de l'unité d'entraînement électrique ;

- la valeur de la vitesse seuil  $v_{seuil}$  est fonction de la position de l'organe électromécanique d'actionnement entraîné par l'unité d'entraînement électrique dans son déplacement vers sa position de fermeture et/ou vers sa position déployée en jet direct et en jet inversé ;

10 - le circuit électronique de freinage électrique est adapté pour suspendre toute commande de l'unité d'entraînement électrique et pour réguler la vitesse de l'unité d'entraînement électrique de manière à atteindre une consigne de vitesse minimale prédéterminée ;

15 - le système de commande comprend, en outre, une ou plusieurs butées de fin de course pour l'organe électromécanique d'actionnement dimensionnées pour stopper l'organe électromécanique d'actionnement après que l'unité d'entraînement électrique est atteint la consigne de vitesse minimale;

20 - le circuit électronique de freinage électrique est commandé tant que la consigne de vitesse minimale n'est pas atteinte par l'unité d'entraînement électrique ;

25 - le circuit électronique de freinage électrique comprend au moins un dispositif de dissipation d'énergie électrique monté, en série, avec un commutateur à deux états, l'un des deux états étant adapté pour connecter l'unité d'entraînement électrique au dispositif de dissipation d'énergie par l'intermédiaire d'un redresseur dont la tension d'entrée est formée du signal de sortie d'un circuit de puissance de l'unité d'entraînement électrique;

30 - le dispositif de dissipation d'énergie électrique est une résistance de puissance ;

- le redresseur est un montage à pont de diode et à commutation naturelle.

L'invention concerne également une nacelle comprenant au moins un dispositif électrique et un système de commande tel que précité.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention, apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, selon les modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs, et en référence à l'unique dessin annexé sur lequel :

- 5           - la figure 1 représente un schéma fonctionnel d'un système de commande électrique d'un dispositif d'inversion de poussée d'un aéronef selon un mode de réalisation de la présente invention ;

10           De façon classique, un dispositif d'inversion de poussée comprend au moins un élément déplaçable entre une position de fermeture (phase stow en terminologie anglo-saxonne) et une position d'ouverture (phase deploy en terminologie anglo-saxonne) coopérant en position d'ouverture à la production de l'inversion de poussée.

15           Dans un mode de réalisation non limitatif d'un dispositif d'inversion de poussée à grilles de déviation, les éléments déplaçables sont un capot mobile déplaçable entre, d'une part, une position déployée dans laquelle il ouvre dans la nacelle un passage destiné au flux d'air dévié et, d'autre part, une position d'escamotage dans laquelle il ferme ce passage.

20           La réorientation du flux d'air est effectuée par des grilles de déviation, associées à des second éléments déplaçables, à savoir des volets d'inversion en amont du capot, le capot n'ayant qu'une simple fonction de coulissage visant à découvrir ou recouvrir ces grilles de déviation .

25           Les volets d'inversion, quant à eux, forment des portes de blocage pouvant être activées par le coulissement du capot engendrant une fermeture de la veine de flux froid en aval des grilles, de manière à optimiser la réorientation du flux d'air froid.

30           Il est à noter que le dispositif d'inversion de poussée n'est aucunement limité à celui décrit et peut être tout dispositif d'inversion de poussée connu, notamment un dispositif d'inversion de poussée à portes ou à volets d'inversion en aval du capot de la nacelle.

          Le système de commande des éléments déplaçables est actuellement composé d'au moins un ensemble d'organes de manoeuvre électromécaniques pour manoeuvrer les éléments déplaçables entre leurs positions de fermeture et d'ouverture du dispositif d'inversion de poussée.

35           Ces organes de manoeuvre électromécaniques comporte essentiellement des actionneurs électriques destinés à actionner les

éléments déplaçables. Ces actionneurs sont schématisés sur la figure 1 par la lettre A.

Ils sont associés à au moins un verrou électrique, appelé verrou primaire, de retenue de chaque élément déplaçable, à des détecteurs d'état et capteurs des organes de manoeuvre et des éléments déplaçables du dispositif d'inversion de poussée.

Les capteurs peuvent comprendre des capteurs de position et/ou de proximité.

Le dispositif d'inversion de poussée peut comprendre, de façon connue, également, des verrous électriques secondaire et tertiaire.

Par ailleurs, ces actionneurs A électriques sont entraînés par une ou plusieurs unités de puissance d'entraînement, désignée sur la figure 1 par la référence M, couplées aux actionneurs A électriques via un ou plusieurs arbres de transmission flexibles.

Ces unités de puissance d'entraînement comprennent au moins une machine électrique tournante M.

Les machines électriques tournantes M sont associées, en outre, à des détecteurs d'état et capteurs de vitesse, ceci dans le but d'identifier toute perte de contrôle des machines électriques tournantes M.

De plus, selon l'invention, la ségrégation des lignes de défense réalisées par les verrous est complétée par des moyens de freinage électrique d'urgence, en cas de survitesse des machines électriques tournantes M, dues à des défaillances du dispositif et/ou en cas de perte de contrôle de fin de course des moteurs M.

Ces moyens de freinage électrique d'urgence permettent d'éviter tout endommagement du dispositif et tout impact dynamique des actionneurs sur des butées correspondantes.

Ces moyens de freinage électrique d'urgence qui remplacent les moyens de freinage mécanique de l'art antérieur seront décrits plus loin en référence à la figure 1.

Par ailleurs, le système de commande comprend, en outre, au moins un boîtier électronique de commande de type ETRAC (acronyme de Electrical Thrust Reverser Actuation Controller en terminologie anglo-saxonne) pour piloter les organes de manoeuvre électromécaniques.

L'ETRAC est une unité de l'ETRAS (acronyme de Electrical Thrust Reverser Actuation System en terminologie anglo-saxonne) qui est relié électriquement à une unité de contrôle moteur de type FADEC (acronyme de Full Authority Digital Engine Control en terminologie anglo-saxonne) destinée à contrôler et surveiller le turboréacteur correspondant.

Dans une variante de réalisation, les actionneurs A sont directement pilotés par le FADEC.

Ce boîtier électronique de commande est un calculateur dédié à la nacelle ou une partie de cette dernière (élément déplaçable ou organe de manoeuvre spécifique, par exemple) destiné notamment à traduire les ordres d'ouverture ou de fermeture de l'inverseur de poussée délivrés par le FADEC en des séquences de commande des éléments déplaçables et des organes A de manoeuvre électromécaniques correspondants et, d'autre part, à informer le FADEC de l'état des organes de manoeuvre et de la position des éléments déplaçables.

C'est ainsi que les lois de commande des machines électriques tournantes M sont délivrées par l'unité électronique de commande, désignée par la référence 10 sur la figure, comprise dans l'ETRAS.

Concernant la machine électrique tournante M, c'est un alternateur réversible qui fonctionne en mode alternateur c'est-à-dire comme générateur électrique et en mode démarreur c'est-à-dire en moteur électrique pour entraîner les organes de manoeuvre électromécaniques correspondants via les arbres de transmission.

Ce moteur M peut être tout type de moteur électrique connu et ne sera décrit plus en détails par la suite.

On constate que, compte tenu des temps de déploiement ou de fermeture des éléments déplaçables lors de l'inversion de poussée, le moteur M passe du mode moteur au mode générateur en jet direct et en jet inverse du dispositif d'inversion de poussée, à savoir lorsque les éléments déplaçables passent d'une position de fermeture à une position d'ouverture et vice versa.

Dans un mode de réalisation, le changement de mode du moteur électrique M est détecté par l'unité électronique de commande 10 de l'ETRAS par l'inversion de signe du courant aux bornes du moteur électrique M.

Il est à noter que ce changement a lieu pour deux valeurs de courant paliers déterminées différentes en jet direct et en jet inverse du dispositif d'inversion de poussée.

5 Ces valeurs de courant dépendent, notamment, du type d'inversion de poussée réalisée.

En référence à la figure 1, plus particulièrement, le boîtier électronique de commande ETRAC comprend, en outre, une unité de contrôle de puissance 20 apte à commander les moteurs électriques M, grâce à un calculateur et un logiciel de pilotage associé.

10 Cette unité 20 est destinée principalement à gérer l'alimentation électrique des actionneurs électriques des éléments déplaçables de l'inverseur de poussée 2 et les moteurs électriques M.

Elle comprend, ainsi, au moins une sortie de commande 1,2,3 en tension alimentant le ou les moteurs électriques M, en fonction d'entrées de commande 12 de l'unité électronique de commande 10 transmettant des ordres de déploiement et fermeture des éléments déplaçables.

Plus précisément, cette unité de contrôle de puissance 20 est adaptée pour piloter des séquences de commande :

- 20 - d'un circuit électronique 100 de puissance du moteur M ;
- d'un circuit de dissipation d'énergie 110, en mode générateur du moteur M et/ou
- éventuellement, d'un circuit de récupération d'énergie de freinage, en mode générateur du moteur M.

25 De plus, selon l'invention, en référence à la figure 1, l'unité électronique de commande 10 est adaptée pour piloter la commande d'un circuit 200 électronique de freinage électrique d'urgence qui fait office de frein du moteur M, en remplacement de moyens de freinage mécanique à commande électrique ou autre de l'art antérieur.

30 Par circuit électronique de freinage électrique d'urgence, on entend un frein entièrement électronique, sans moyen mécanique agissant soit sur un élément du moteur M soit sur un arbre d'entraînement de ce dernier.

Un tel circuit sera décrit plus en détails par la suite en référence à la figure 1.

En référence à la figure 1, l'unité de contrôle de puissance 20 est apte à gérer l'alimentation électrique des dispositifs électriques concernés, reliées au réseau électrique de l'aéronef.

5 Dans ce cadre, le circuit de puissance 100 du moteur M présente au moins une entrée d'alimentation électrique S des dispositifs électriques concernés, reliées au réseau électrique de l'aéronef.

10 Dans le cas où le réseau électrique de l'aéronef est à courant alternatif, l'unité de contrôle 20 de puissance assure le redressement et le filtrage de la tension d'entrée alternative par des moyens adaptés (non illustrés) pour délivrer une tension électrique continue au circuit de puissance 100. Le circuit de puissance 100 convertit la tension continue en une tension alternative adaptée au moteur M.

15 Elle transforme et adapte, ainsi, le signal électrique provenant du réseau avion pour fournir les signaux de tensions régulées afin d'alimenter le ou les moteurs électriques M des actionneurs A.

Plus particulièrement, comme visible sur la figure 1 dans un mode de réalisation, le circuit de puissance 100 du moteur M est un circuit dans lequel on fournit un signal en tension triphasée 1,2,3 de fréquence variable au moteur M.

20 La variation de la fréquence de tension appliquée au moteur M entraîne la variation de vitesse de ce dernier.

Ce circuit de puissance 100 comprend un ou plusieurs convertisseurs de puissance de type onduleur 120 délivrant le signal triphasé 1,2,3 de tensions.

25 Cet onduleur 120 régule les courants de phase 1, 2, 3 en imposant la fréquence du champ tournant et l'amplitude de courant dans le ou les moteurs M concernés.

30 Cet onduleur 120 est, classiquement, formé de couples de transistors IGBTs T (T3 à T8) et diodes D (D3 à D8) à roue libre, au nombre de six.

Par ailleurs, l'unité de commande 10 comprend des entrées de données (illustrées de façon non limitative par la référence 11) recevant des données en provenance d'un capteur de position du moteur M et/ou de l'actionneur A associé, d'un capteur de vitesse du moteur M et/ou de l'actionneur A associé, d'un détecteur d'état d'un actionneur A et une ou

35

plusieurs sorties de données envoyant des données représentatives du statut du système d'inversion de poussée.

En plus des données en provenance des capteurs de position, l'unité de commande 10 peut recevoir, également, des données en provenance d'un détecteur de freinage du moteur M.

Bien évidemment, les données reçues et renvoyées ne sont pas limitées aux types de données présentées en exemple mais peuvent être tout type de données nécessaires à l'électronique de gestion de puissance et processus logique.

Par ailleurs, comme indiqué précédemment, l'unité de contrôle de puissance 20 comprend un circuit de dissipation d'énergie 105 générée dans le moteur M, en mode générateur de ce dernier, lors du freinage électrodynamique des actionneurs A.

Dans ce cadre, l'unité de contrôle de puissance 20 assure, la commande d'un élément de décharge 110 (R1) du ou des moteurs électriques M ou d'un autre dispositif de dissipation d'énergie.

Le freinage s'effectue par dissipation d'énergie générée dans le moteur M à travers une résistance R1 de dissipation en pilotant un hacheur de freinage sur la source de tension, de type transistor de commande T1.

Ceci permet notamment de ne pas perturber la qualité du réseau électrique de l'avion en y réinjectant l'énergie de freinage.

Chaque moteur M, lors du déplacement des éléments déplaçables vers leur position de fermeture et/ou vers leur position déployée en jet direct et en jet inversé, est piloté par des consignes de vitesse et/ou de couple transmises par l'unité de contrôle de puissance 20.

L'unité de contrôle de puissance 20 fournit les signaux de tension 1, 2,3 au moteur électrique M en conformité avec un profil de vitesse de moteur M prédéterminé par l'unité de commande 10 de l'ETRAS.

Le respect de ce profil de vitesse par le moteur M conditionne l'application d'un freinage électrique d'urgence du moteur M.

Dans ce cadre, le circuit d'alimentation électrique de l'unité de contrôle de puissance 20 comprend un système électrique de freinage

électrique 200 d'urgence dont un premier mode de réalisation est illustré sur la figure 1.

Ce système 200 de freinage d'urgence comprend, en premier lieu, une boucle de contrôle de l'état de fonctionnement du moteur électrique M alimenté par l'unité de contrôle de puissance 20.

Pour surveiller la puissance du moteur M, l'unité de commande 10 reçoit, en entrée 11, du capteur dédié une information relative à la vitesse de rotation du moteur électrique M.

L'unité de commande 10 comprend des moyens 240 adaptés pour traiter ces données d'entrée et contrôler que la vitesse de rotation du moteur M mesurée, estimée ou déterminée est maintenue inférieure ou égale à une vitesse limite autorisée v seuil.

Ces moyens 240 sont associés au circuit électrique 200 de freinage électrique permettant à lui seul d'agir, de manière sélective et de façon instantanée, sur le moteur électrique M pour en freiner la rotation par application d'un couple de freinage électrique, lorsque la vitesse de rotation du moteur M dépasse la vitesse limite autorisée v seuil.

Ce circuit 200 électronique de freinage électrique est adapté pour suspendre toute commande du moteur M par les ordres de l'unité de commande 10 de l'ETRAS et freiner la survitesse du moteur M en la régulant à une vitesse minimum  $v_{min}$  prédéterminée et autorisée.

La vitesse limite autorisée v seuil peut être différente ou non en fonction de la position de l'actionneur entraîné par le moteur M sur sa course nominale.

Ainsi, la valeur de la vitesse limite autorisée v seuil peut varier en fonction de la position de l'actionneur entraîné par le moteur M dans son déplacement vers sa position de fermeture et/ou vers sa position déployée en jet direct et en jet inversé, lorsque la survitesse du moteur M est identifiée.

Le circuit électronique 200 de freinage électrique comprend au moins un dispositif de dissipation d'énergie électrique 220 monté, en série, entre un commutateur 230 et un pont redresseur 210 dont l'entrée

d'alimentation en tension est formée de chacune des phases 210 du signal de tension triphasé 1,2,3 du moteur M.

Ce redresseur est adapté pour redresser le signal en tension du moteur M et dissiper la puissance de ce dernier dans le dispositif de  
5 dissipation d'énergie électrique 220.

Dans une variante de réalisation non limitative, le redresseur est un montage à commutation naturelle notés PD<sub>i</sub>, i étant le nombre de phases redressées.

Dans un exemple de réalisation non limitatif, i est égale à 3 et ce  
10 pont redresseur 210 PD<sub>3</sub> est à diodes.

Le commutateur 230 électrique pilotable est, quant à lui, apte à être commandé par une ligne de commande 202 provenant de l'unité de commande 10 de l'ETRAS via les moyens de commande 240 en fonction de la vitesse du moteur M.

L'unité de commande 10 est adaptée pour suspendre  
15 l'alimentation sur le circuit de puissance 100 lorsque la vitesse du moteur M est supérieure à la vitesse v<sub>seuil</sub> considérée.

Le commutateur 230 peut être un thyristor qui restera conducteur jusqu'à la mise hors tension du circuit en cas de défaut de survitesse du  
20 moteur M.

Ainsi, lorsque la vitesse du moteur M est déterminée comme une survitesse par les moyens de contrôle 240, un signal de commande de fermeture est transmis au commutateur 230 qui se ferme et le redresseur 210 prélève, par les trois lignes 201, les trois phases de tension 1, 2, 3 du  
25 moteur M qui constitue la source en tension 201 du circuit de freinage électrique.

L'énergie de freinage est, dès lors, dirigée vers le dispositif de dissipation d'énergie électrique 220 du circuit 200 électrique de freinage électrique d'urgence.

30 Ce dispositif est une résistance R<sub>2</sub> de dissipation.

Le circuit de freinage électrique 200 est adapté pour dissiper la puissance du moteur M de manière à réguler la vitesse du moteur M pour la conduire vers la vitesse v<sub>min</sub> de freinage et à diriger l'actionneur en fin de course sans heurt mécanique sur la butée de fin de course correspondante  
35 et sans dégradation mécanique de l'actionneur A.

La butée de fin de course de l'actionneur est dimensionnée pour arrêter le moteur M après qu'il est atteint la vitesse  $v_{min}$  de freinage.

Dans un autre mode de réalisation, le circuit de dissipation d'énergie 105 peut être remplacé par un circuit de récupération de l'énergie de freinage du moteur électrique M lorsqu'il est en mode générateur lors du déplacement des éléments déplaçables vers leur position de fermeture et/ou vers leur position déployée en jet direct et en jet inversé. Ce circuit comprend, notamment, un ou plusieurs dispositifs de stockage d'énergie de type capacités ou ultracapacités.

Un procédé de mise en œuvre du système de commande selon l'invention est le suivant.

Il a été choisi, de façon non limitative, d'illustrer le procédé dans le cadre du moteur M en mode générateur.

En fin de course d'un élément déplaçable du dispositif d'inversion de poussée, lors de son déplacement en jet direct ou en jet inversé, lorsque le moteur M passe en mode générateur, on agit avec des stratégies bien déterminées au moyen du circuit de commande et d'alimentation électrique de l'unité de commande de puissance 20, pour contrôler avec précision le déplacement du moteur M et donc de l'élément déplacé correspondant.

L'unité de commande de puissance 20 pilote l'onduleur 120 pour qu'il fasse fonctionner le moteur électrique M en mode générateur et lui fixe une consigne de vitesse.

Les détecteurs d'état et les capteurs adaptés permettent d'analyser le déplacement de l'élément déplaçable du dispositif d'inversion de poussée et la vitesse de rotation du moteur électrique M associé.

Tant que la vitesse de rotation du moteur électrique M n'est pas supérieure à la vitesse limite  $V_{seuil}$  liée à la position de l'actionneur A associé au moteur M, alors l'unité de commande de puissance 20 commande le circuit de dissipation de l'énergie 105 du moteur M dans la résistance de décharge R1.

Dans une variante de réalisation, elle peut commander le circuit de stockage de l'énergie de freinage du moteur M dans un dispositif de stockage d'énergie.

Si la vitesse de rotation du moteur électrique M est supérieure à la vitesse limite prédéterminée  $v_{seuil}$ , alors l'unité de commande 10

commande le circuit de freinage électrique d'urgence pour réguler la vitesse du moteur M.

En effet, lorsque la vitesse du moteur dépasse la vitesse seuil maximale  $v_{seuil}$ , le fonctionnement du moteur est considéré comme défectueux.

L'unité de commande 10 commande le changement de la position du commutateur 230 qui se déplace de façon à mettre en circuit, l'élément de dissipation R2 220.

On dissipe la puissance du moteur M en survitesse dans l'élément R2 et on produit un couple de freinage électrique adapté pour atteindre une vitesse de moteur M correspondant à la vitesse minimale prédéterminée  $v_{min}$ , de manière à amener l'actionneur A associé au moteur M en fin de course sans heurt dynamique sur sa butée de course.

Le fonctionnement du circuit 200 de freinage électrique permet de palier la perte de contrôle du moteur M.

L'unité de contrôle de puissance 20 stoppe tout ordre de commande par l'unité de commande 10 de l'ETRAS du moteur M défectueux et instantanément réduit la vitesse du moteur M à la valeur  $v_{min}$  en freinant le moteur M.

On comprend donc que le système est très sécuritaire, sans alourdir l'inverseur de poussée.

Par ailleurs, aucune interaction mécanique d'un frein avec les éléments mécaniques du moteur à pleine vitesse n'étant opéré, toute usure du moteur est évitée par ce freinage électrique d'urgence.

De plus, un tel système de commande permet d'atténuer les vibrations mécaniques lors des déclenchements en survitesse et évite les défaillances mécaniques.

L'homme de l'art appréciera, de plus, par rapport aux systèmes de commande des dispositifs électriques de la nacelle de l'art antérieur, un système de commande permettant de réduire l'endommagement des actionneurs.

Les préceptes de l'invention sont applicables bien entendu à l'actionnement d'un capot d'inverseur de poussée mais plus généralement à l'actionnement de tous types d'éléments déplaçables sur une nacelle d'aéronef.

**REVENDICATIONS**

1. Système de commande pour inverseur de poussée à  
5 éléments déplaçables, le système de commande comprenant au moins un  
organe électromécanique d'actionnement dudit élément déplaçable, une  
unité (M) d'entraînement électrique dudit organe électromécanique  
d'actionnement, une unité de commande (10) et une unité de contrôle de  
10 puissance (20) adaptée pour commander l'unité (M) d'entraînement  
électrique pour déplacer l'élément déplaçable vers une position de  
fermeture et/ou vers une position déployée en jet direct et en jet inversé  
caractérisé en ce que le système de commande comprend un circuit (200)  
électronique de freinage électrique adapté pour freiner l'unité (M)  
15 d'entraînement électrique, en cas de survitesse de cette dernière lors du  
déplacement de l'élément déplaçable vers la position de fermeture et/ou  
vers la position déployée.

2. Système selon la revendication 1 dans lequel l'unité (10) de  
20 commande est adaptée pour piloter le circuit (200) électronique de freinage  
électrique lorsque la vitesse de l'unité (M) d'entraînement électrique est  
supérieure à une vitesse seuil, en mode générateur ou moteur de l'unité (M)  
d'entraînement électrique.

3. Système selon la revendication 2 dans lequel la valeur de la  
25 vitesse seuil est fonction de la position de l'organe électromécanique  
d'actionnement entraîné par l'unité (M) d'entraînement électrique dans son  
déplacement vers la position de fermeture et/ou vers la position déployée.

4. Système selon la revendication 1 dans lequel le circuit  
30 électronique de freinage électrique est adapté pour suspendre toute  
commande de l'unité (M) d'entraînement électrique et pour réguler la vitesse  
de l'unité (M) d'entraînement électrique de manière à atteindre une consigne  
de vitesse minimale prédéterminée.

35 5. Système selon l'une des revendications 1 à 4 comprenant,  
en outre, une ou plusieurs butées de fin de course pour l'organe  
électromécanique d'actionnement dimensionnées pour stopper l'organe

électromécanique d'actionnement après que l'unité (M) d'entraînement électrique est atteint la consigne de vitesse minimale.

5 6. Système selon la revendication 4 dans lequel le circuit électronique de freinage électrique est commandé tant que la consigne de vitesse minimale n'est pas atteinte par l'unité (M) d'entraînement électrique.

10 7. Système selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel le circuit (200) électronique de freinage électrique comprend au moins un dispositif (220) de dissipation d'énergie électrique monté, en série, avec un commutateur (240) à deux états, l'un des deux états étant adapté pour connecter l'unité (M) d'entraînement électrique au dispositif (220) de dissipation d'énergie et un redresseur (210) dont la tension d'entrée est formée du signal de sortie d'un circuit (100) de puissance de l'unité  
15 d'entraînement électrique.

8. Système selon la revendication 7 dans lequel le dispositif (220) de dissipation d'énergie électrique est une résistance de puissance.

20 9. Système selon la revendication 7 dans lequel le redresseur (210) est un montage à pont de diode à commutation naturelle.

10. Nacelle comprenant au moins un élément déplaçable et un système de commande selon l'une des revendications précédentes.

25

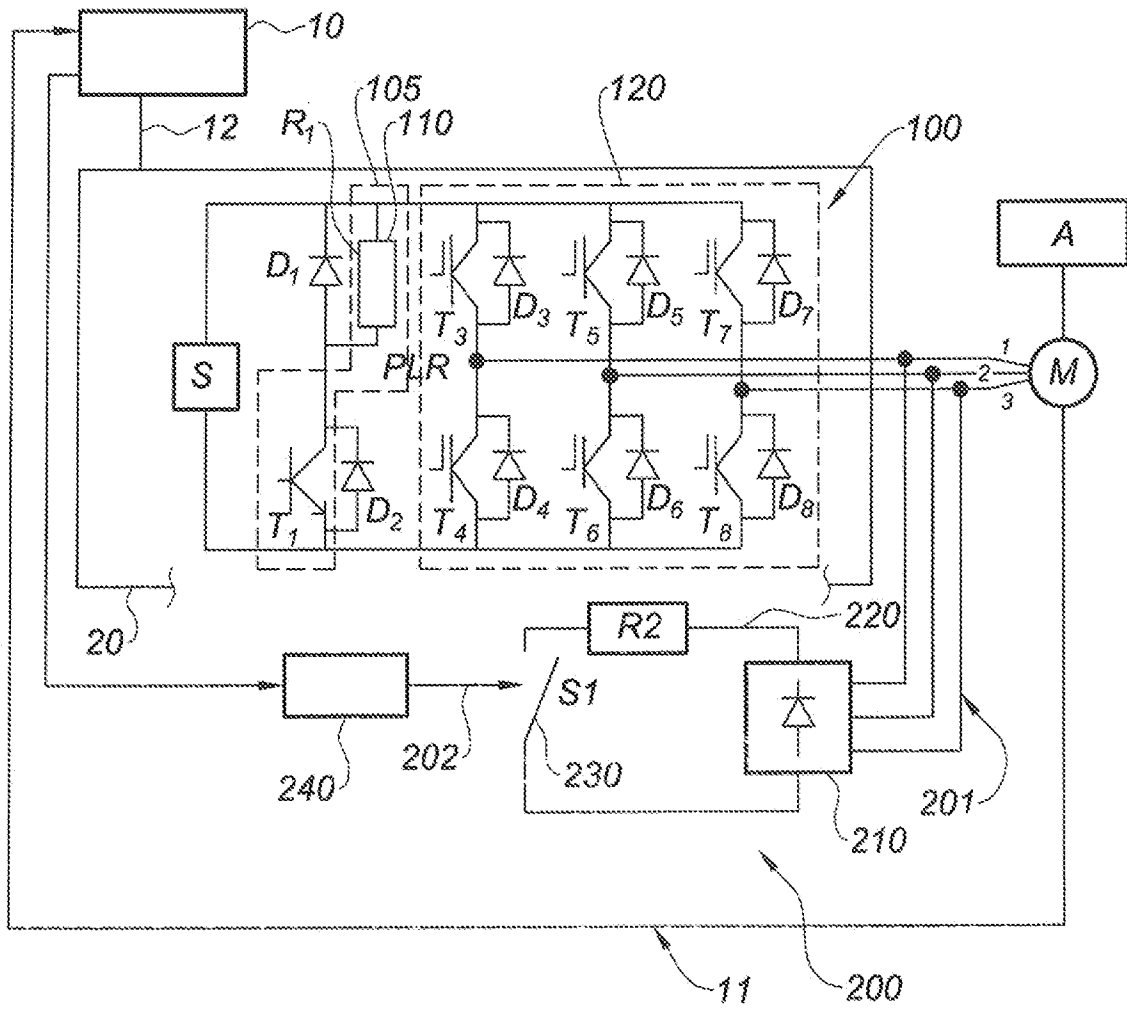


Fig. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2013/050969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02K1/76 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/159429 A1 (LANGSTON TODD A [US] ET AL) 28 August 2003 (2003-08-28)	1,5,10
Y	paragraphs [0029], [0044]; figure 7 -----	2-4,6
Y	FR 2 872 223 A1 (HUREL HISPANO SA [FR]) 30 December 2005 (2005-12-30) page 12, line 3 - page 14, line 8; figures 1-7 -----	2-4,6
X	WO 2012/052552 A1 (SAGEM DEFENSE SECURITE [FR]; RODRIGUES FERNAND [FR]) 26 April 2012 (2012-04-26) page 11, lines 4-32; figure 1 -----	1,10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search  8 August 2013	Date of mailing of the international search report  16/08/2013	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Oechsner de Coninck	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/050969

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003159429	A1	28-08-2003	
		AU 2003223196 A1	09-09-2003
		BR 0308031 A	28-12-2004
		CA 2477627 A1	04-09-2003
		DE 60310036 T2	16-05-2007
		EP 1478836 A1	24-11-2004
		JP 2005519213 A	30-06-2005
		US 2003159429 A1	28-08-2003
		WO 03072922 A1	04-09-2003
-----			
FR 2872223	A1	30-12-2005	NONE
-----			
WO 2012052552	A1	26-04-2012	
		CA 2814159 A1	26-04-2012
		CN 103201489 A	10-07-2013
		EP 2630357 A1	28-08-2013
		FR 2966434 A1	27-04-2012
		WO 2012052552 A1	26-04-2012
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050969

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02K1/76 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2003/159429 A1 (LANGSTON TODD A [US] ET AL) 28 août 2003 (2003-08-28)	1,5,10
Y	alinéas [0029], [0044]; figure 7 -----	2-4,6
Y	FR 2 872 223 A1 (HUREL HISPANO SA [FR]) 30 décembre 2005 (2005-12-30) page 12, ligne 3 - page 14, ligne 8; figures 1-7 -----	2-4,6
X	WO 2012/052552 A1 (SAGEM DEFENSE SECURITE [FR]; RODRIGUES FERNAND [FR]) 26 avril 2012 (2012-04-26) page 11, ligne 4-32; figure 1 -----	1,10
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  8 août 2013	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  16/08/2013	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Oechsner de Coninck	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050969

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003159429	A1	28-08-2003	
		AU 2003223196	A1 09-09-2003
		BR 0308031	A 28-12-2004
		CA 2477627	A1 04-09-2003
		DE 60310036	T2 16-05-2007
		EP 1478836	A1 24-11-2004
		JP 2005519213	A 30-06-2005
		US 2003159429	A1 28-08-2003
		WO 03072922	A1 04-09-2003
-----			
FR 2872223	A1	30-12-2005	AUCUN
-----			
WO 2012052552	A1	26-04-2012	
		CA 2814159	A1 26-04-2012
		CN 103201489	A 10-07-2013
		EP 2630357	A1 28-08-2013
		FR 2966434	A1 27-04-2012
		WO 2012052552	A1 26-04-2012
-----			