

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 septembre 2020 (24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/188178 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02J 4/00 (2006.01) *B64C 13/50* (2006.01)
B64D 41/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2020/050445

(22) Date de dépôt international :
05 mars 2020 (05.03.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1902661 15 mars 2019 (15.03.2019) FR

(71) Déposant : **SAFRAN ELECTRICAL & POWER**
[FR/FR] ; PARC D'ACTIVITE ANDROMEDE, 1 RUE
LOUIS BLERIOT - CS 80049, 31702 BLAGNAC (FR).

(72) Inventeurs : **CARRE, Nicolas** ; c/o SAFRAN ELECTRI-
CAL & POWER, Parc d'Activité Andromède, 1 rue Louis
Blériot - CS 80049, 31702 BLAGNAC (FR). **DELBOSC,**
Philippe ; c/o SAFRAN ELECTRICAL & POWER, Parc
d'Activité Andromède, 1 rue Louis Blériot - CS 80049,
31702 BLAGNAC (FR).

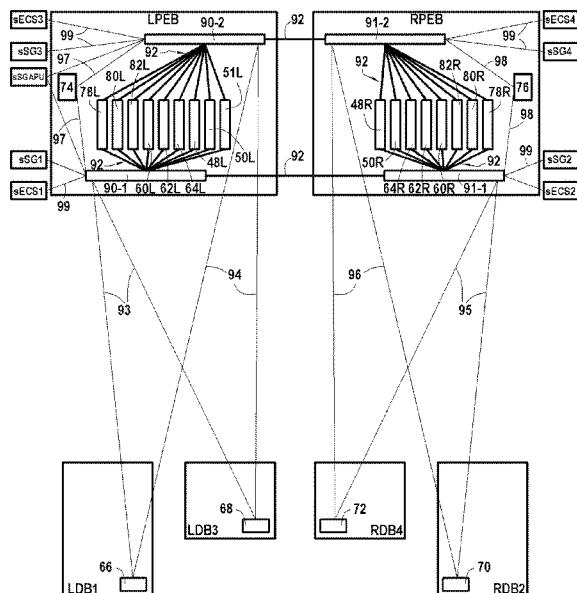
(74) Mandataire : **DAVID, Alain** et al. ; CABINET BEAU DE
LOMENIE, 158 Rue de l'Université, 75340 PARIS Cedex
07 (FR).

(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,

(54) Title: SYSTEM FOR CONTROLLING AN AIRCRAFT ELECTRICAL NETWORK

(54) Titre : SYSTEME DE COMMANDE D'UN RESEAU ELECTRIQUE D'AVION

[Fig. 1]



(57) Abstract: System for controlling an aircraft electrical network comprising at least a first propulsion assembly having at least one left-hand starter-generator (SG1, SG3) and a second propulsion assembly having at least one right-hand starter-generator (SG2, SG4) and other electric motors (ECS1, EC2, ECS3, ECS4), which system comprises: - first and second power electronics boxes (LPEB, RPEB) each including at least two what are called "generic" control circuit boards (60L, 62L, 64L; 60R, 62R, 64R) for controlling the electrical network, each of these at least two generic control circuit boards being connected by fast communication links to distinct first and second data switches (90-1, 90-2; 91-1, 91-2), the first and second data switches (90-1, 90-2) of the first power electronics box (LPEB) being connected, respectively, to the first and second data switches (91-1, 91-2) of the second power electronics box (RPEB) by a first fast communication bus (92).

(57) Abrégé : Système de commande d'un réseau électrique d'aéronef comprenant au moins un premier ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur gauche (SG1, SG3) et un second ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur droit (SG2, SG4) ainsi que d'autres moteurs électriques (ECS1, EC2, ECS3, ECS4), système comprenant : - des premier et second coffres d'électronique de puissance (LPEB, RPEB) comportant chacun au moins deux cartes électroniques de commande dites génériques (60L, 62L, 64L; 60R, 62R, 64R) pour la commande du réseau électrique, chacune de ces au moins deux cartes électroniques de commande génériques étant reliées par des liaisons de communication rapide à des premier et second commutateurs de données (90-1, 90-2; 91-1, 91-2)

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

distincts, les premier et second commutateurs de données (90-1, 90-2) du premier coffret d'électronique de puissance (LPEB) étant respectivement reliés aux premier et second commutateurs de données (91-1, 91-2) du second coffret d'électronique de puissance (RPEB) par un premier bus de communication rapide (92).

Description

Titre de l'invention : Système de commande d'un réseau électrique d'avion

Domaine Technique

- 5 [0001] La présente invention concerne de domaine de l'électrification des aéronefs et plus particulièrement un système de commande du réseau électrique d'aéronef.

Technique antérieure

10 [0002] L'électrification croissante des avions commerciaux (conditionnement d'air, trains d'atterrissage, inverseur de poussée, dégivrage,...) impose des contraintes chaque fois plus fortes sur le système électrique (augmentation de la puissance, augmentation de la disponibilité, modes opérationnels nombreux).

15 [0003] Ainsi, les avionneurs développent des architectures décentralisées permettant d'optimiser la masse des câbles de puissance en localisant les boîtiers de distribution au plus proche des charges.

[0004] Mais ces architectures ont un impact négatif sur le système de contrôle de la distribution électrique car elles mènent à une augmentation du nombre de cartes électroniques et du câblage associé à ces cartes, comme le montre la figure 4 qui illustre de façon schématique une architecture électrique actuelle d'un avion commercial à deux ensembles propulsifs.

25 [0005] Dans l'exemple illustré qui ne saurait être limitatif, cette architecture de puissance comporte cinq démarreurs/générateurs: deux par ensemble propulsif (SG1, SG2, SG3, SG4) et un pour un groupe auxiliaire de puissance APU (SGAPU), un générateur pour une éolienne de secours (RATG), deux prises pour des groupes externes de puissance (ex1, ex2), quatre compresseurs électriques du système de conditionnement d'air (ECS1, ECS2, ECS3, ECS4), quatre boîtiers de distribution électrique (LDB1, RDB2, LDB3, RDB4), un boîtier de secours (EDB) et deux coffrets d'électronique de puissance (LPEB, RPEB). La lettre L est associée au côté gauche de l'avion et la lettre R au côté droit.

[0006] Chaque coffret d'électronique de puissance (LPEB ou RPEB) est en relation avec deux boîtiers de distribution électrique (LDB1 et LDB3 ou RDB2 et RDB4) associés à un ensemble propulsif déterminé, un de ces boîtiers étant en outre associé également au groupe auxiliaire de puissance.

5 [0007] Les coffrets d'électronique de puissance sont chacun équipés d'au moins trois onduleurs 10L, 12L, 14L ; 10R, 12R, 14R (un nombre supérieur peut être nécessaire si le nombre de moteurs électriques est plus important ou si on souhaite améliorer la disponibilité du système) qui délivre sélectivement (selon la position d'une matrice d'aiguillage 16L, 16R) à partir d'une tension continue
10 provenant d'une barre bus continue 18L, 18R une tension alternative aux démarreurs/générateurs SG1, SG2, SG3, SG4 des ensembles propulsifs et SGAPU du groupe auxiliaire de puissance ou d'autres moteurs électriques pilotés tels que par exemple des compresseurs électriques ECS1, ECS2, ECS3, ECS4, en fonction d'information de vitesse et de position délivrées par des capteurs
15 internes à ces différents organes pilotés. Les onduleurs peuvent piloter n'importe quel moteur électrique, qu'il s'agisse des démarreurs/générateurs des ensembles propulsifs ou du groupe auxiliaire de puissance ou des compresseurs électriques ou encore d'autres moteurs électriques (non représentés) d'autres systèmes de l'aéronef (taxiage électrique, système hydraulique, système d'inertage des
20 réservoirs, etc...).

[0008] Les barres bus continue 18L et 18R des deux coffrets sont reliées entre elles au travers de contacteurs (non représentés) permettant de les interconnecter ou de les isoler et sont alimentées par un convertisseur DC/DC survolteur relié à des batteries 20, 22 et à trois redresseurs LATRU, RATRU et CATRU (ce dernier
25 agissant en cas de défaillance d'un des deux premiers), dont les entrées sont reliées aux boîtiers de distribution électrique, plus précisément à des barres bus alternative 24, 26, 28, 30 de ces quatre boîtiers qui sont reliées entre elles, chacune de ces barres bus étant en outre reliée à un démarreur/générateur d'un ensemble propulsif donné ou du groupe auxiliaire de puissance, utilisés alors en
30 mode générateur. Bien entendu, des contacteurs (non représentés) sont prévus entre chaque barre bus de telle sorte que lorsque chacune est alimentée par sa source principale, les contacteurs ne sont pas fermés et chaque barre est alors isolée. Le contacteur est fermé pour relier les barres quand l'une d'entre elle

n'est pas alimentée et qu'une autre source électrique associée à une autre barre l'alimente.

[0009] L'un des deux boîtiers de distribution électrique du côté gauche LDB1 peut comporter (comme illustré mais une liaison externe est aussi possible) un transformateur/redresseur LTRU qui délivre depuis la barre bus alternative 24 une tension continue pour une barre bus continue 24L. De même, l'un des deux boîtiers de distribution électrique du côté droit RDB2 peut comporter (comme illustré mais une liaison externe est aussi possible) un transformateur/redresseur RTRU qui délivre depuis la barre bus alternative 30 une tension continue pour une barre bus continue 30R. Les deux barres bus continues peuvent être reliées entre elles par des contacteurs (non représentés) en cas de défaillance d'un transformateur/redresseur. Les deux autres barres bus alternatives 26, 28 des deux derniers boîtiers de distribution électrique LDB3 et RDB4 alimentent une barre bus alternative 32 du boîtier de secours EDB qui au travers d'un transformateur/redresseur TRU délivre une tension continue pour une barre bus continue 32S reliée à la barre bus continue de l'un des boîtiers de distribution électrique. La barre bus alternative 32 du boîtier de secours est aussi alimentée par le générateur de l'éolienne de secours RAT et par un convertisseur DC/AC depuis la barre bus continue 32S reliée à une batterie de secours 34.

[0010] Cette architecture électrique standard comporte un système de commande généralement identique pour les côtés gauche et droit qui sont indépendants et ségrégués l'un de l'autre, chacun réalisant donc ses mesures indépendamment de l'autre. Le boîtier de secours EDB bénéficie par contre en général d'un système de commande indépendant qui n'est pas illustré.

[0011] Chaque coffret d'électronique de puissance LPEB, RPEB intègre un superviseur 40L, 40R qui réalise la configuration des trois onduleurs 10L, 12L, 14L ; 10R, 12R, 14R et des contacteurs de la matrice d'aiguillage 16L, 16R. Pour chaque côté, gauche ou droit, trois cartes 42L, 44L, 46L ; 42R, 44R, 46R sont prévues dans le coffret d'électronique de puissance pour calculer la commande à appliquer sur chacun des onduleurs, c'est à dire pour le contrôle de chaque unité de puissance associée à et intégrée dans chaque onduleur 10L, 12L, 14L ; 10R, 12R, 14R (matérialisée par un bloc en pointillés dans chacun de ces onduleurs) et en exécutant la commande rapprochée ainsi que les mesures nécessaires à

cette commande. Chaque coffret intègre en outre des cartes 48L, 50L, 51L ; 48R, 50R de contrôle des démarreurs/générateurs servant à la régulation de la tension de sortie du générateur en mode générateur et au contrôle spécifique de l'excitation en mode démarreur.

5 [0012] Dans les deux boîtiers de distribution électrique LDB1, RDB2, deux cartes redondantes 52L, 54L ; 52R, 54R effectuent le calcul des commandes et des protections agissant sur les contacteurs et un module de vote 56L, 58L, 56R, 58R disposé dans chacun des boîtiers de distribution électrique et ségrégué de ces cartes de calculs, permet de faire le choix entre les ordres provenant des
10 deux cartes redondantes.

[0013] Or, la parallélisation des générateurs alternatifs est un événement catastrophique en matière de sécurité si aucun dispositif de synchronisation n'est prévu. En conséquence, une protection anti-parallélisation de sources est généralement nécessaire pour atteindre les objectifs de sûreté de
15 fonctionnement. Pour ces mêmes raisons de sécurité, les entrées du système d'anti-parallélisation doivent être dissimilaires de ceux du contrôle. Ceci est encore plus vrai avec des générateurs à fréquence variable qui sont utilisés actuellement en aéronautique.

20 **Exposé de l'invention**

[0014] La présente invention vise à proposer un nouveau système de commande d'un réseau électrique d'aéronef appliqué à un avion « plus électrique », c'est à dire intégrant de nouvelles fonctions électriques dont ne dispose pas un avion conventionnel et présentant une masse réduite et une sécurité renforcée du fait d'un
25 nombre moindre de composants et de l'augmentation de la rapidité des échanges de données. Un but de l'invention est également d'améliorer la disponibilité du réseau électrique de l'avion en permettant des reconfigurations multiples sans toutefois complexifier le système de commande.

[0015] A cet effet, il est prévu un système de commande d'un réseau électrique
30 d'aéronef comprenant au moins un premier ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur gauche et un second ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur droit ainsi que d'autres moteurs électriques,

système caractérisé en ce qu'il comprend des premier et second coffrets d'électronique de puissance comportant chacun au moins deux cartes électroniques de commande dites génériques pour la commande du réseau électrique, chacune de ces au moins deux cartes électroniques de commande génériques étant reliée par une liaison de communication rapide à des premier et second commutateurs de données distincts, les premier et second commutateurs de données du premier coffret d'électronique de puissance étant respectivement reliés aux premier et second commutateurs de données du second coffret d'électronique de puissance par un premier bus de communication rapide.

[0016] Ainsi, en recourant à un bus et des liaisons de communication rapide, on augmente la rapidité des échanges de données, on évite la communication par fils dédiés qui multipliait le câblage et les connecteurs et était pénalisant en termes de masse et de coût de câblage, et on permet de déporter les cartes électroniques de zones à environnement sévère vers des zones protégées. En outre, en recourant à des cartes électroniques de commande génériques au lieu de cartes dédiés à la commande des onduleurs, on facilite les reconfigurations et les mutualisations de fonctions.

[0017] Le système de commande comporte également quatre boîtiers de distribution électrique, deux boîtiers de distribution électrique étant associés à un ensemble propulsif donné et chaque boîtier de distribution électrique comportant au moins une carte électronique d'interface dite locale pour d'une part l'acquisition de données relatives à l'état des boîtiers de distribution électrique et d'autre part la commande de contacteurs dédiés à chacun de ces boîtiers de distribution électrique et destinés à assurer la configuration du réseau électrique.

[0018] Selon le mode de réalisation envisagé, les premier et second coffrets d'électronique de puissance peuvent comporter chacun une carte électronique d'interface locale reliés aux premier et second commutateurs de données du coffret d'électronique de puissance par une liaison de communication rapide et chaque boîtier de distribution électrique une seule carte électronique d'interface locale, les deux cartes électroniques d'interface locale des deux boîtiers de distribution électrique associés à un ensemble propulsif donné étant respectivement reliés aux premier et second commutateurs de données du

coffret d'électronique de puissance associé à cet ensemble propulsif donné par des liaisons de communication rapide.

[0019] Avantageusement, l'une des trois cartes électroniques de commande génériques de chaque coffret d'électronique de puissance fait aussi fonction de carte électronique d'interface locale et chaque boîtier de distribution électrique peut aussi comporter des première et seconde cartes électroniques d'interface locale, chaque carte électronique d'interface locale d'un même boîtier de distribution électrique étant reliée à un commutateur de données différent d'un même coffret d'électronique de puissance.

[0020] De préférence, les premières cartes électroniques d'interface locale des deux boîtiers de distribution électrique associés à un ensemble propulsif donné sont reliées chacune à un commutateur de données différent d'un même coffret d'électronique de puissance et les premières cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données par un deuxième bus de communication rapide et les secondes cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données par un troisième bus de communication rapide.

[0021] Avantageusement, les premier, deuxième et troisième bus de communication rapide sont des bus de données de type Etherfly® de 100Mbps/s à 1Gbits/s.

[0022] Le système de commande comprend en outre au moins trois unités de commande pour appliquer des ordres de commande à au moins trois onduleurs de pilotage des démarreurs/générateurs et des autres moteurs électriques, ces au moins trois unités de commande étant reliées chacune aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide, une unité de puissance par démarreur/générateur et autre moteur électrique piloté pour en réguler la tension, chaque unité de puissance étant reliée aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide, et des unités de numérisation et de communication correspondant à chacun des démarreurs/générateurs et autres moteurs électriques pilotés, pour remonter la position du rotor de chaque démarreur/générateur et autre moteur électrique afin de permettre leur pilotage,

chacune de ces unités étant reliée aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide.

[0023] De préférence, au moins une des cartes électroniques de commande génériques des premiers et second coffrets d'électronique de puissance
5 comporte un mode de défaillance différent des autres cartes électroniques de commande génériques du même coffret d'électronique de puissance.

[0024] Avantageusement, chacune des cartes électroniques d'interface locale comporte un circuit voteur à trois états de sortie assurant, en fonction d'ordres en provenance des cartes électroniques de commande génériques, la commande
10 de contacteurs reliés à cette carte électronique d'interface locale.

[0025] L'invention concerne aussi le réseau électrique comportant le système tel que précité et l'aéronef muni d'un tel réseau électrique.

Brève description des dessins

15 [0026] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description détaillée faite ci-dessous, en référence aux figures suivantes dépourvues de tout caractère limitatif et sur lesquelles :

[0027] [Fig. 1] La figure 1 est une représentation schématique d'un premier exemple d'une architecture d'un système de commande d'un réseau électrique d'aéronef
20 conforme à l'invention,

[0028] [Fig. 2] La figure 2 est une représentation schématique d'un second exemple d'architecture d'un système de commande d'un réseau électrique d'aéronef conforme à l'invention,

[0029] [Fig. 3] La figure 3 est un diagramme de séquençement représentant un
25 exemple d'applications exécutées sur les cartes électroniques de l'invention, et

[0030] [Fig. 4] La figure 4 est une représentation schématique d'un réseau électrique d'aéronef et de son système de commande selon l'art antérieur.

Description des modes de réalisation

[0031] La figure 1 illustre, par un premier exemple, les principes du système de commande de la présente invention appliqués à l'architecture connue décrite précédemment en référence à la figure 4, c'est-à-dire avec quatre boîtiers de distribution électrique LDB1, LDB3, RDB4 et RDB2 et deux coffrets d'électroniques de puissance LPEB, RPEB.

[0032] Ce système de commande qui permet de réaliser le contrôle du réseau électrique et le pilotage des différents moteurs électriques de l'aéronef comporte plusieurs cartes électroniques, cartes de contrôle et unités de puissance. Six cartes électroniques 60L, 62L, 64L ; 60R, 62R, 64R sont dites génériques LCMM1, LCMM2, LCMM3 ; RCMM1, RCMM2, RCMM3 en ce qu'elles sont interchangeables (en cas de défaillance d'une carte, les fonctions portées par elles peuvent être activées ou chargées dans une autre carte au contraire de l'art antérieur où les cartes associées chacune à une fonction donnée ne peuvent pas être reconfigurées). Six autres cartes électroniques 66, 68, 70, 72, 74, 76 sont dites locales CIB et sont associées à chacun des boîtiers LDB1, LDB3, RDB2, RDB4 et coffrets LPEB, RPEB. Au moins trois unités de puissance 78L, 80L, 82L ; 78R, 80R, 82R sont en outre prévues pour appliquer les ordres de commande à chaque onduleur 10L, 12L, 14L ; 10R, 12R, 14R assurant le pilotage des démarreurs/générateurs et autres moteurs électriques de l'aéronef. Enfin, un nombre de cartes de contrôle 48L, 50L, 51L ; 48R, 50R correspondant aux nombre des démarreurs/générateurs des ensembles propulsifs et du groupe auxiliaire de puissance et éventuellement des autres moteurs pilotés dont la tension de sortie est à réguler (en mode générateur), est également prévu. Enfin, des unités de numérisation et de communication sSG1, sSG2, sSG3, sSG4, sSGAPU, sECS1, sECS2, sECS3, sECS4 correspondantes sont aussi présentes pour remonter la position du rotor de ces démarreurs/générateurs et autres moteurs pilotés, afin de permettre leur pilotage. Classiquement de telles unités sont formées de capteurs de position de type résolveur ou effet Hall.

[0033] Les cartes électroniques génériques hébergent la plupart des fonctions de commande du réseau électrique et de pilotage des moteurs électriques. Elles n'ont pas de lien direct avec les interfaces à commander et à surveiller, ce qui permet d'être indépendant du nombre et du type d'interfaces (logique, analogique, numérique). Cela permet de garantir le caractère générique de la

carte et lui permet de porter des fonctions différentes et notamment de reconfigurer facilement les fonctions de chaque carte en cas de perte de l'une d'elles. Les cartes électroniques d'interface locale sont en charge de collecter localement des données relatives à chaque boîtier (états de contacteurs, tensions, courants, températures, etc..) et de les mettre à disposition des autres composants du système. Elles appliquent aussi les ordres de commande reçus des cartes électroniques de commande génériques afin de configurer le réseau électrique et, lorsque ces ordres sont multiples, elles assurent un arbitrage entre les différents ordres selon une priorité préétablie.

10 [0034] Les cartes de contrôle et les unités de puissance qui sont déjà présentes dans le système de commande de l'art antérieur, de même que les unités de mesure de position, ont toutefois, dans le cadre de l'invention des interactions différentes avec les autres cartes, comme il sera explicité ci-après.

15 [0035] Les échanges et transfert de messages entre ces différentes cartes électroniques et unités s'effectuent en effet au travers de quatre commutateurs de données 90-1, 91-1, 90-2, 91-2 auxquels ces cartes, unités de puissance et unités de numérisation et de communication sont reliées, les commutateurs de données étant reliés entre eux par un bus de communication rapide 92 de type Etherfly® de préférence à 1Gbits/s ou tout autre bus de communication de
20 mêmes priorités et performances sur lequel toutes les données sont échangées sauf si des contraintes de sécurité de fonctionnement demandent des fils dédiés pour des raisons d'indépendance ou de dissimilarité par exemple. Ainsi, les fonctions de pilotage moteur (démarreurs/générateurs des ensembles propulsifs et du groupe auxiliaire de puissance et autres moteurs pilotés), y compris la
25 parallélisation des onduleurs pour le pilotage d'un même moteur, et les fonctions de génération, distribution et protection du réseau électrique imposent des contraintes de performance sur le bus de communication rapide qui nécessitent de tenir des boucles de commande de l'ordre de quelques dizaines de microsecondes jusqu'à quelques millisecondes, les différentes cartes étant
30 synchronisées entre elles avec une précision adaptée aux périodes de contrôle souhaitées au moyen d'une horloge locale et d'informations accessibles depuis le bus de communication rapide. On notera par exemple que certaines fonctions, comme la parallélisation des onduleurs, exigent des performances de

synchronisation de l'ordre de 50 nanosecondes alors que d'autres ont des exigences moins sévères.

[0036] Plus particulièrement, chacun des coffrets d'électronique de puissance LPEB (respectivement RPEB) comporte deux commutateurs de données 90-1, 90-2 (respectivement 91-1, 91-2) reliés l'un à chaque entrée/sortie des cartes électroniques 60L, 62L, 64L (respectivement 60R, 62R, 64R), des unités de puissance 78L, 80L, 82L (respectivement 78R, 80R, 82R) et des cartes de contrôle 48L, 50L, 51L (respectivement 48R, 50R), et l'autre à chaque autre entrée/sortie, les commutateurs de données disposés à une entrée/sortie 90-2, 91-2 étant reliés entre eux et les commutateurs de données disposés à l'autre entrée/sortie 90-1, 91-1 étant reliés également entre eux. Toutes les liaisons précitées s'effectuent de préférence au travers du bus de communication rapide 92 (les liaisons avec les unités de puissance et les cartes de contrôle pouvant toutefois se faire à débit moindre). Les boîtiers de distribution électriques sont quant à eux reliés aux commutateurs de données par des liaisons de communication moins rapides, typiquement des bus de type Etherfly® de préférence à 100Mbits/s. Plus précisément, les boîtiers de distribution électrique LDB1 et LDB3 sont reliés tous deux par les liaisons 93 au premier commutateur de données 90-1 du coffret d'électronique de puissance LPEB et par les liaisons 94 au deuxième commutateur de données 90-2 du coffret d'électronique de puissance LPEB. De même, les boîtiers de distribution électrique RDB2 et RDB4 sont reliés tous deux par les liaisons 95 au troisième commutateur de données 91-1 du coffret d'électronique de puissance RPEB et par les liaisons 96 au quatrième commutateur de données 91-2 du coffret d'électronique de puissance RPEB.

[0037] De même, les différentes unités de numérisation et de communication sont reliées à ces deux commutateurs de données par des liaisons de communication rapide 99.

[0038] La figure 2 illustre un second exemple d'architecture conforme à l'invention dans laquelle toutefois la configuration des cartes d'interface locale est différente (les autres cartes ou unités identiques à la précédente architecture ne seront pas à nouveau décrites). En effet, dans cette configuration chaque boîtier de distribution électrique LDB1, LDB3 ; RDB2, RDB4 comporte non plus une seule

carte électronique d'interface locale mais des première 100A, 102A, 104A, 106A et seconde 100B, 102B, 104B, 106B cartes électroniques d'interface locale, chaque carte électronique d'interface locale d'un même boîtier de distribution électrique étant reliée à un commutateur de données différent d'un même coffret d'électronique de puissance LPEB, RPEB. Les premières cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données auxquels elles sont connectées par un bus de communication rapide 108 et, de même, les secondes cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données auxquels elles sont connectées également par un bus de communication rapide 110. Ces deux bus de communication rapide indépendants (c'est à dire ségrégués l'un de l'autre) et qui permettent une gestion simple des redondances au niveau des contacteurs dédiés aux boîtiers de distribution électrique sont typiquement des bus de données de type Etherfly® de 100Mbps/s à 1Gbps/s ou analogue. Le bus 108 est par exemple dédié au contrôle des contacteurs et le bus 110 à la protection et l'acquisition de données (prise de mesure notamment) relatives à l'état des boîtiers de distribution électrique.

[0039] Plus précisément, les premières cartes électroniques d'interface locale 100A, 102A (respectivement 104A, 106A) des deux boîtiers de distribution électrique LDB1, LDB3 (respectivement RDB4, RDB2) associés à un ensemble propulsif donné sont reliées chacune à un commutateur de données différent 90-1, 90-2 (respectivement 91-1, 91-2) d'un même coffret d'électronique de puissance LPEB (respectivement RPEB). On notera que dans cette configuration, il peut être intéressant au niveau des coffrets d'électronique de puissance LPEB, RPEB d'intégrer la fonction d'interface locale présente initialement dans les cartes électroniques d'interface locale 74, 76 dans l'une des cartes électroniques de commande génériques 60L, 62L, 64L ; 60R, 62R, 64R assurant ainsi à la carte électronique de commande générique choisie une fonction plus générale de supervision. Ainsi, chaque coffret d'électronique de puissance comportera deux cartes génériques dédiées exclusivement au pilotage des moteurs électriques (SG1, SG2, SG3, SG4, SGAPU et ECS1, ECS2, ECS3, ECS4) et cette carte de

supervision assurant à la fois la configuration des cartes génériques du coffret concerné et le contrôle de l'actionnement des contacteurs de ce coffret.

[0040] Dans l'une comme dans l'autre configuration illustrée précédemment, ce système de commande a pour objet de réaliser différentes fonctions au moyen de logiciels applicatifs associés exécutés cycliquement avec une période T (typiquement comprise entre 50 microsecondes pour les fonctions rapides et 2 millisecondes pour les fonctions lentes), à savoir des fonctions dites « Contrôle moteur côté gauche et droit », des fonctions dites « Contrôle distribution côté gauche et droit PRIMAIRE et REDONDANT », une fonction dite « Superviseur LPEB », une fonction dite « Superviseur RPEB », des fonctions ségréguées dites « Protection distribution côté gauche et droit » et des fonctions ségréguées dites « Surveillance système côté gauche et droit PRIMAIRE et REDONDANT ».

[0041] Les fonctions « Contrôle moteur côté gauche et droit » assurent le calcul du rapport cyclique à appliquer sur chacun des bras de pont des onduleurs. Ce rapport cyclique est recalculé et émis à la fréquence de découpage, chacune des cartes 60L, 62L, 64L (LCMM1, 2 et 3) pour le côté gauche et des cartes 60R, 62R, 64R (RCMM1, 2 et 3) pour le côté droit, ayant la capacité à piloter les trois onduleurs de leur côté respectif seuls ou en parallèle.

[0042] Les fonctions « Contrôle distribution côté gauche et droit PRIMAIRE et REDONDANT » assurent le contrôle des différents contacteurs (non représentés pour la commodité des dessins) comme les contacteurs de liaison entre canaux de génération différents, l'autorisation de fermeture des contacteurs de ligne des générateurs, le contrôle des contacteurs des groupes d'alimentation sol. Ces deux fonctions effectuent les mêmes calculs sur la base des mêmes informations (les voies PRIMAIRE et REDONDANT ont une même vision de l'état du réseau) et transmettent les ordres de commandes aux cartes électroniques d'interface locale 66 – 76 pour application. La résolution entre les deux commandes est effectuée dans la carte électronique d'interface locale par un circuit voteur comme il sera détaillé plus loin.

[0043] La fonction « Superviseur LPEB » assure la configuration des cartes électroniques génériques 60L, 62L, 64L et des trois onduleurs correspondants 10L, 12L, 14L pour allouer les ressources de calculs et d'électronique de

puissance aux besoins de pilotage de charges (démarrage moteur et ECS) et la configuration du réseau de contacteurs de la matrice d'aiguillage 16L pour aiguiller les onduleurs vers les démarreurs/générateurs associées SG1, SG3, l'APU et les compresseurs ECS1 et ECS3.

5 [0044] La fonction « Superviseur RPEB » assure la configuration des cartes électroniques génériques 60R, 62R, 64R et des trois onduleurs correspondants 10R, 12R, 14R pour allouer les ressources de calculs et d'électronique de puissance aux besoins de pilotage de charges (démarrage moteur et ECS) et la configuration du réseau de contacteurs de la matrice d'aiguillage 16R pour
10 aiguiller les onduleurs vers les démarreurs/générateurs associés SG2 et SG4 et les compresseurs ECS2 et ECS4.

[0045] Les fonctions ségréguées « Protection distribution côté gauche et droit » centralisent toutes les protections du ressort du système de distribution pour respectivement le côté gauche et le côté droit et en particulier l'anti-parallélisation
15 entre générateurs (VFSG et groupe externes), l'anti-parallélisation entre charges du coffret d'électronique de puissance côté gauche LPEB, respectivement côté droit RPEB, la protection des courants de fuite sur les câbles de puissance entre les boîtiers de distribution LDB1 et LDB3, LDB3 et RDB4, et entre LDB1 et RDB2 et la protection des deux groupes externes ex1 et ex2.

20 [0046] Les fonctions ségréguées « Surveillance système côté gauche et droit PRIMAIRE et REDONDANT » collectent, l'une pour le côté gauche l'autre pour le côté droit, les informations du système de distribution et les transmet pour l'affichage cockpit et effectue la surveillance et le diagnostic de panne du système de distribution. Le tableau de correspondances ci-après résume ces
25 différentes fonctions pour chacune des cartes électroniques. Le côté gauche est noté dans le tableau « côté 1 » et le côté droit « côté 2 ».

[0047] [Table 1]

	LCMM1	LCMM2	LCMM3	RCMM1	RCMM2	RCMM3
Contrôle moteur côté 1	x	x	x			
Contrôle moteur côté 2				x	x	x
Contrôle distribution côté 1&2 PRIMAIRE	x	en cas de défaillance de LCMM1				
Contrôle distribution côté 1&2 REDONDANT		en cas de défaillance de RCMM1		x		
Superviseur LPEB	x	en cas de défaillance de LCMM1				
Superviseur RPEB		en cas de défaillance de RCMM1		x		
Protection distribution côté 1			x		en cas de défaillance de LCMM3	
Protection distribution côté 2					en cas de défaillance de RCMM3	x
Surveillance système côté 1&2 PRIMAIRE		x		en cas de défaillance de LCMM2		
Surveillance système côté 1&2 REDONDANT				en cas de défaillance de RCMM2	x	

[0048] On notera que dans cette architecture, les cartes LCMM1/LCMM2/RCMM1 sont dissimilaires des cartes LCMM3/RCMM2/RCMM3 en ce sens que leurs technologies et conceptions électroniques et codes sont suffisamment différentes pour ne pas présenter des modes communs de défaillance. En effet, la classification « Catastrophique » de la parallélisation de deux générateurs à fréquence variable (VFSG) impose que la protection d'anti-parallélisation et le contrôle soient portés par des cartes différentes et dissimilaires.

[0049] Au niveau des cartes électroniques d'interface locale 66 - 76, un circuit voteur à trois états de sortie assure l'interface avec chaque contacteur (non représenté) contrôlé par la carte, selon le tableau de choix ci-après, avec les ordres de contrôle (jusqu'à deux entrées CTRL1 et CTRL2) et de protection (une entrée PROT) provenant des cartes électroniques génériques 60L – 64R et suivant la logique suivante : X : état quelconque ; 0 : état 0 ; 1 : état 1 ; No data : non disponibilité d'une information valide, pour les entrées et 0 : contacteur à commander en ouverture ; 1 : contacteur à commander en fermeture ; No change

: la commande du contacteur reste dans l'état valide précédent, pour la sortie du voteur (output).

[0050] [Table 2]

	PROT	CTRL1	CTRL2	Output
INIT	X	X	X	0
	0 or No data	0	0	0
	0 or No data	0	1	No change
	0 or No data	1	0	No change
	0 or No data	1	1	1
	1	X	X	0
	0 or No data	No data	0	0
	0 or No data	No data	1	1
	0 or No data	0	No data	0
	0 or No data	1	No data	1
	0 or No data	No data	No data	0

- 5 [0051] Le tableau suivant illustre le lien entre les fonctions du système et les entrées des voteurs (N/A signifiant non applicable).

[0052] [Table 3]

	CTL1	CTL2	PROT
Contacteurs LDB1/LDB3 pilotés par le système de distribution (i.e. hors contacteurs de ligne des générateurs)	Contrôle distribution côté 1&2 PRIMAIRE	Contrôle distribution côté 1&2 REDONDANT	Protection distribution côté 1
Contacteurs LPEB	Superviseur LPEB	N/A	
Contacteurs RDB2/RDB4 pilotés par le système de distribution (i.e. hors contacteurs de ligne des générateurs)	Contrôle distribution côté 1&2 PRIMAIRE	Contrôle distribution côté 1&2 REDONDANT	Protection distribution côté 2
Contacteurs RPEB	Superviseur RPEB	N/A	

- 10 [0053] Ainsi, avec la présente invention, on obtient une meilleure tolérance aux résultats erronés sur CTRL1 ou CTRL2 quand les deux sont reçus par la carte électronique d'interface locale (les deux fonctions doivent être cohérentes pour que la modification soit appliquée par le voteur), une meilleure tolérance à la perte de CTRL1 ou CTRL2 car la fonction restante garde le contrôle du contacteur, une meilleure limitation de l'impact d'un résultat erroné sur PROT, car
- 15 les fonctions de protection ont un périmètre limité à un seul côté, gauche ou droit, du système, une meilleure tolérance à la perte de PROT, car CTRL1 et CTRL2 gardent le contrôle sur le contacteur.

[0054] Certaines fonctions de protection du réseau venant agir en correction d'une erreur des fonctions de contrôle (par exemple l'anti-parallélisation), le mode de réalisation du voteur doit garantir l'absence de point commun entre CTRL1/CTRL2 d'une part et PROT d'autre part. Ceci peut être par exemple
5 réalisé en faisant porter les fonctions CTRL1/2 et PROT par des composants logiques différents sur la même carte locale.

[0055] La figure 3 montre sous forme d'un diagramme temporel une représentation séquentielle des applicatifs exécutés, par exemple par logiciel, sur un processeur approprié des différentes cartes électroniques CIB et CMM (bien entendu une
10 exécution sur des composants logiques programmables, par exemple de type FPGA, est envisageable).

[0056] A t0 en début du cycle N (référence 200), les cartes électroniques d'interface locale (CIB) envoient aux six cartes électroniques génériques (CMM) les acquisitions faites au cycle N-1. Les CIB calculent alors l'ordre de commande des
15 contacteurs en réalisant un vote (202) sur les consignes de contrôle et de protection reçues au cycle N-1. Au cours du cycle N, les fonctions de contrôle distribution côté gauche et droit PRIMAIRE et REDONDANT (204) et superviseur LPEB et RPEB (206) s'exécutent successivement en se basant sur les acquisitions transmises par les cartes locales CIB (cycle N-1) et transmettent le
20 résultat à ces mêmes cartes locales CIB (208, 210) et aux fonctions de protection distribution côté gauche et droit (212, 214). Puis, les fonctions de protection distribution côté gauche et droit (216) s'exécutent et transmettent leurs résultats aux cartes locales CIB (218) qui seront appliqués au cycle N+1. Ainsi, la réaction à un événement sur le réseau électrique interviendra au plus tôt 2 cycles après
25 cet événement.

[0057] On notera que les fonctions de protection distribution côté gauche et droit ont la possibilité d'intercepter le résultat des calculs des fonctions de contrôle distribution côté gauche et droit avant la prise en compte par les cartes locales CIB.

[0058] On notera également que si les fonctions distribution et superviseur ont été
30 dans l'exemple illustré exécutées successivement, une exécution en parallèle est

bien entendu aussi possible, l'envoi des messages étant fait également à la fin de chaque tâche comme dans le mode séquentiel.

[0059] Ainsi, avec l'invention, le transfert de données entre équipements est maximisé par la présence du bus de communication rapide dans le but de réduire le nombre de fils (gain de masse et coût du câblage), de permettre des reconfiguration faciles et de réduire la quantité de certains équipements dans le réseau en les mutualisant pour plusieurs fonctions, en particulier dans les coffrets d'électroniques de puissance et les boîtiers de distribution électrique.

[0060] Ainsi, on notera également que si les différentes cartes électroniques de commande génériques et les commutateurs de données ont été décrit comme des éléments des coffrets d'électronique de puissance LPEB et RPEB, cela ne signifie pas qu'ils soient nécessairement inclus dans ces coffrets et il doit être entendu que ceux-ci peuvent aussi être disposés physiquement dans des modules de contrôle indépendants de ces coffrets, ce qui présente alors l'avantage de positionner les cartes de calculs dans un environnement protégé.

Revendications

[Revendication 1] Système de commande d'un réseau électrique d'aéronef comprenant au moins un premier ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur gauche (SG1, SG3) et un second ensemble propulsif ayant au moins un démarreur/générateur droit (SG2, SG4) ainsi que d'autres moteurs électriques (ECS1, EC2, ECS3, ECS4), système caractérisé en ce qu'il comprend des premier et second coffrets d'électronique de puissance (LPEB, RPEB) comportant chacun au moins deux cartes électroniques de commande dites génériques (60L, 62L, 64L ; 60R, 62R, 64R) pour la commande du réseau électrique, chacune de ces au moins deux cartes électroniques de commande génériques étant reliées par des liaisons de communication rapide à des premier et second commutateurs de données (90-1, 90-2 ; 91-1, 91-2) distincts, les premier et second commutateurs de données (90-1, 90-2) du premier coffret d'électronique de puissance (LPEB) étant respectivement reliés aux premier et second commutateurs de données (91-1, 91-2) du second coffret d'électronique de puissance (RPEB) par un premier bus de communication rapide (92).

[Revendication 2] Système de commande selon la revendication 1 ou la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre quatre boîtiers de distribution électrique (LDB1, LDB3 ; RDB2, RDB4), deux boîtiers de distribution électrique étant associés à un ensemble propulsif donné et chaque boîtier de distribution électrique comportant au moins une carte électronique d'interface dite locale (66, 68 ; 70, 72 ; 100A, 100B ; 102A, 102B ; 104A, 104B ; 106A, 106B) pour d'une part l'acquisition de données relatives à l'état des boîtiers de distribution électrique et d'autre part la commande de contacteurs dédiés à chacun de ces boîtiers de distribution électrique et destinés à assurer la configuration du réseau électrique.

[Revendication 3] Système de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'en outre les premier et second coffrets d'électronique de puissance comportent chacun une carte électronique d'interface locale

(74 ; 76) reliés aux premier et second commutateurs de données du coffret d'électronique de puissance par une liaison de communication rapide (97, 98) et chaque boîtier de distribution électrique comporte une seule carte électronique d'interface locale (66, 68 ; 70, 72) et les deux cartes électroniques d'interface locale des deux boîtiers de distribution électrique associés à un ensemble propulsif donné sont respectivement reliés aux premier et second commutateurs de données du coffret d'électronique de puissance associé à cet ensemble propulsif donné par des liaisons de communication rapide (93, 94 ; 95, 96).

[Revendication 4] Système de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'une des trois cartes électroniques de commande génériques de chaque coffret d'électronique de puissance fait aussi fonction de carte électronique d'interface locale et chaque boîtier de distribution électrique comporte des première et seconde cartes électroniques d'interface locale (100A, 100B ; 102A, 102B ; 104A, 104B ; 106A, 106B), chaque carte électronique d'interface locale d'un même boîtier de distribution électrique étant reliée à un commutateur de données différent d'un même coffret d'électronique de puissance.

[Revendication 5] Système de commande selon la revendication 4, caractérisé en ce que les premières cartes électroniques d'interface locale des deux boîtiers de distribution électrique associés à un ensemble propulsif donné sont reliées chacune à un commutateur de données différent d'un même coffret d'électronique de puissance.

[Revendication 6] Système de commande selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé en ce que les premières cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données par un deuxième bus de communication rapide (108) et les secondes cartes électroniques d'interface locale de chaque boîtier de distribution électrique sont reliées entre elles et avec les commutateurs de données par un troisième bus de communication rapide (110).

[Revendication 7] Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les premier, deuxième et troisième bus de communication rapide sont des bus de données de type Etherfly® de 100Mbps/s à 1Gbits/s.

5 **[Revendication 8]** Système de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins trois unités de commande (78L, 80L, 82L ; 78R, 80R, 82R) pour appliquer des ordres de commande à au moins trois onduleurs (10L, 12L, 14L ; 10R, 12R, 14R) de pilotage des démarreurs/générateurs et des autres moteurs électriques, ces
10 au moins trois unités de commande étant reliées chacune aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide.

[Revendication 9] Système de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une carte de contrôle (48L, 50L, 51L ; 48R, 50R) par démarreur/générateur ou autre moteur électrique piloté
15 pour en réguler la tension, chaque unité de puissance étant reliée aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide.

[Revendication 10] Système de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des unités de numérisation et de communication (sSG1, sSG2, sSG3, sSG4, sSGAPU, sECS1, sECS2, sECS3, sECS4)
20 correspondant à chacun des démarreurs/générateurs et autres moteurs électriques pilotés, pour remonter la position du rotor de chaque démarreur/générateur et autre moteur électrique afin de permettre leur pilotage, chacune de ces unités étant reliées aux commutateurs de données par une liaison de communication rapide (99).

25 **[Revendication 11]** Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'au moins une des cartes électroniques de commande génériques des premiers et second coffrets d'électronique de puissance comporte un mode de défaillance différent des autres cartes électroniques de commande génériques du même coffret
30 d'électronique de puissance.

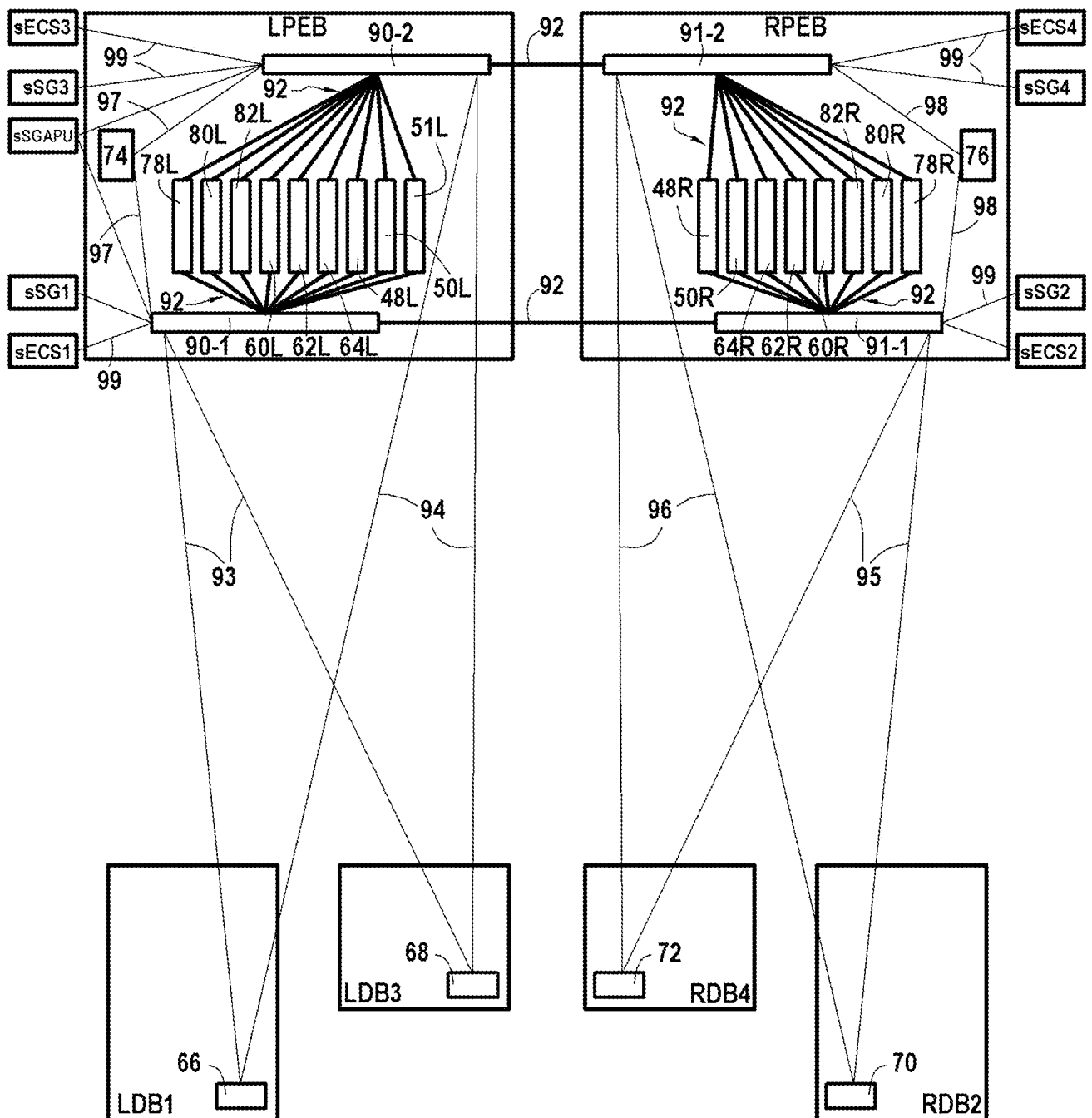
[Revendication 12] Système de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que chacune des cartes

électroniques d'interface locale comporte un circuit voteur à trois états de sortie assurant, en fonction d'ordres en provenance des cartes électroniques de commande génériques, la commande de contacteurs reliés à cette carte électronique d'interface locale.

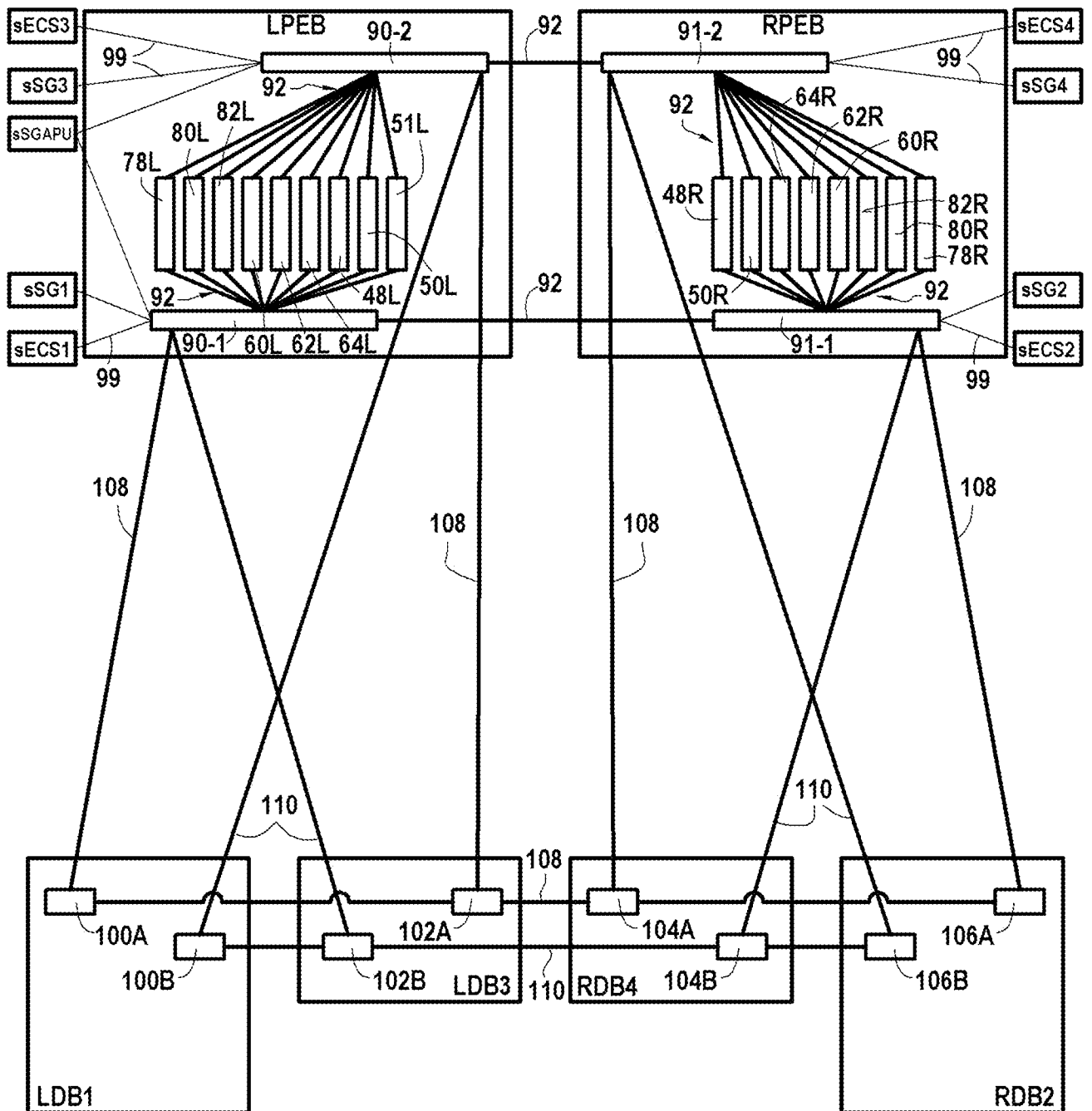
5 **[Revendication 13]** Réseau électrique d'aéronef comportant un système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

[Revendication 14] Aéronef comportant un réseau électrique selon la revendication 13.

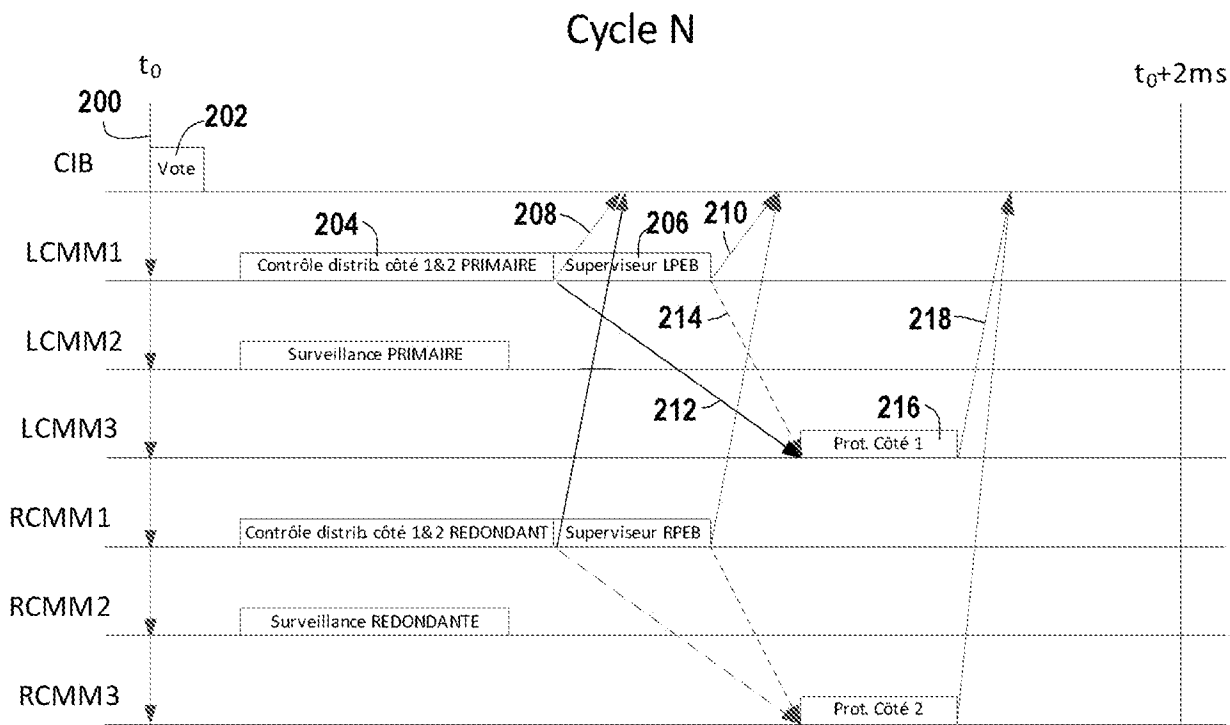
[Fig. 1]



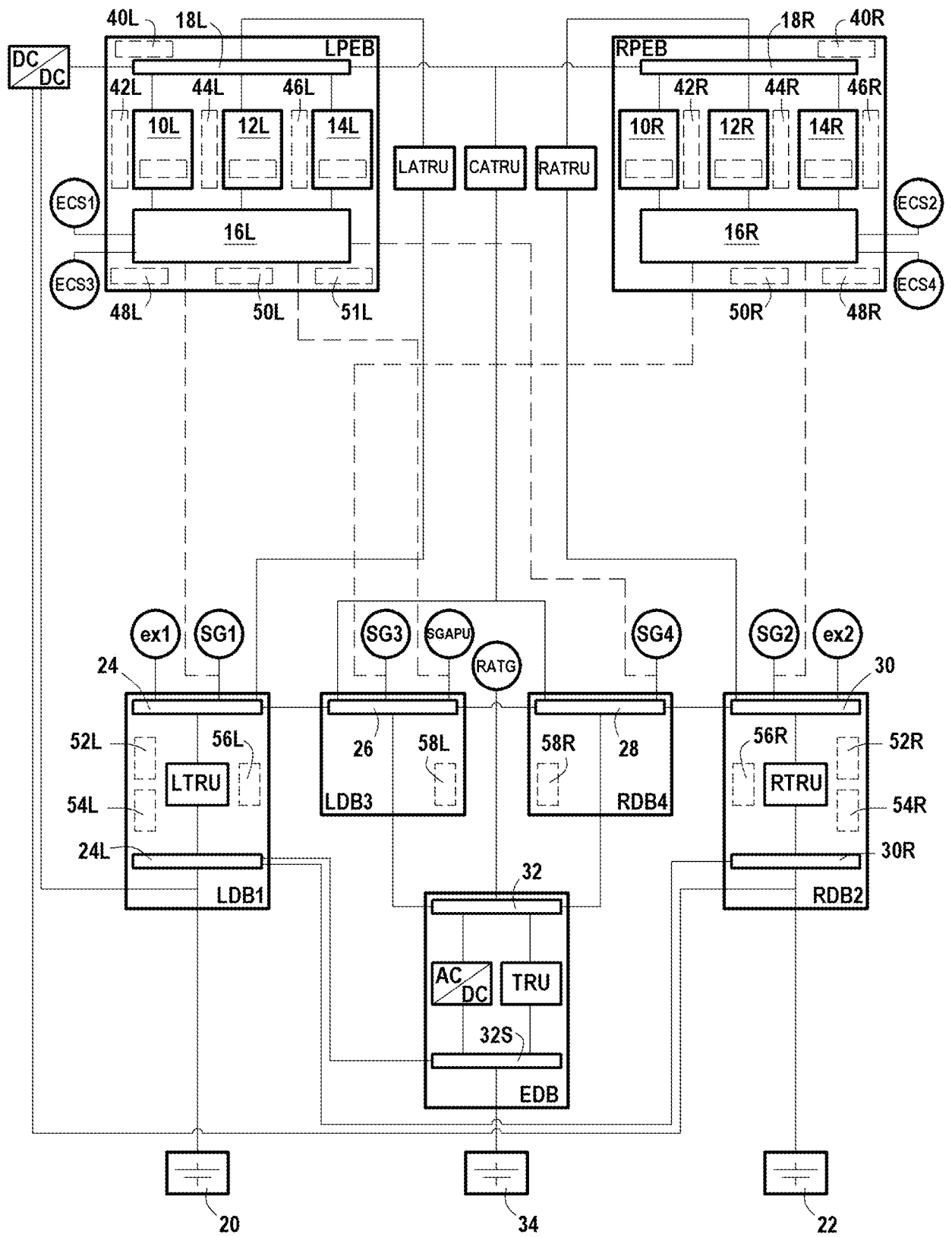
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



Art antérieur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/050445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02J 4/00**(2006.01)i; **B64D 41/00**(2006.01)i; **B64C 13/50**(2006.01)i

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)

H02J; B64F; B64D; B64C

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.
A	EP 1852347 A1 (HISPANO SUIZA SA [FR]) 07 November 2007 (2007-11-07) paragraphs [0345], [0006], [0009], [0019], [0020]; figure 2	1-14
A	WO 9854815 A1 (SUNDSTRAND CORP [US]) 03 December 1998 (1998-12-03) page 6, line 10 - page 7, line 3 page 11, line 11 - page 12, line 10; figures 1,6	1-14
A	KR 20160036657 A (SAGEM DEFENSE SECURITE [FR]; AIRBUS HELICOPTERS [FR]) 04 April 2016 (2016-04-04) the whole document	1-14
A	FR 2903511 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR]) 11 January 2008 (2008-01-11) page 6, line 13 - page 8, line 18; figures 1,2,3A	1-14
A	WO 2018069637 A1 (SAFRAN ELECTRICAL & POWER [FR]) 19 April 2018 (2018-04-19) page 1, lines 3-9 page 3, lines 8-21 page 15, line 24 - page 16, line 22; claim 1; figure 3	1-14
A	CA 2587067 A1 (HISPANO SUIZA SA [FR]) 05 November 2007 (2007-11-05) claim 1; figure 2	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 July 2020

Date of mailing of the international search report

17 July 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Chaumeron, Bernard

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/050445

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
EP	1852347	A1	07 November 2007	AT	435152	T	15 July 2009
				CA	2587068	A1	05 November 2007
				CN	101068080	A	07 November 2007
				EP	1852347	A1	07 November 2007
				ES	2329303	T3	24 November 2009
				FR	2900635	A1	09 November 2007
				IL	182911	A	30 November 2010
				JP	5047683	B2	10 October 2012
				JP	2007306786	A	22 November 2007
				PL	1852347	T3	31 December 2009
				SG	136937	A1	29 November 2007
				UA	92725	C2	10 December 2010
				US	2007259545	A1	08 November 2007
WO	9854815	A1	03 December 1998	US	5764502	A	09 June 1998
				WO	9854815	A1	03 December 1998
KR	20160036657	A	04 April 2016	CA	2914822	A1	18 December 2014
				CN	105492983	A	13 April 2016
				EP	3008533	A2	20 April 2016
				FR	3006989	A1	19 December 2014
				IL	243040	A	31 August 2016
				KR	20160036657	A	04 April 2016
				RU	2016100305	A	17 July 2017
				US	2016122003	A1	05 May 2016
				WO	2014199070	A2	18 December 2014
FR	2903511	A1	11 January 2008	FR	2903511	A1	11 January 2008
				US	2008027592	A1	31 January 2008
WO	2018069637	A1	19 April 2018	FR	3057681	A1	20 April 2018
				US	2019263533	A1	29 August 2019
				WO	2018069637	A1	19 April 2018
CA	2587067	A1	05 November 2007	AT	426934	T	15 April 2009
				CA	2587067	A1	05 November 2007
				CN	101066704	A	07 November 2007
				EP	1852953	A1	07 November 2007
				ES	2324061	T3	29 July 2009
				FR	2900636	A1	09 November 2007
				JP	5128173	B2	23 January 2013
				JP	2007297042	A	15 November 2007
				PL	1852953	T3	31 December 2009
				RU	2007116766	A	10 November 2008
				SG	136938	A1	29 November 2007
				UA	92726	C2	10 December 2010
				US	2007257558	A1	08 November 2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050445

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02J4/00 B64D41/00 B64C13/50 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) H02J B64F B64D B64C		
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
A	EP 1 852 347 A1 (HISPANO SUIZA SA [FR]) 7 novembre 2007 (2007-11-07) alinéas [0345], [0006], [0009], [0019], [0020]; figure 2 -----	1-14
A	WO 98/54815 A1 (SUNDSTRAND CORP [US]) 3 décembre 1998 (1998-12-03) page 6, ligne 10 - page 7, ligne 3 page 11, ligne 11 - page 12, ligne 10; figures 1,6 -----	1-14
A	KR 2016 0036657 A (SAGEM DEFENSE SECURITE [FR]; AIRBUS HELICOPTERS [FR]) 4 avril 2016 (2016-04-04) le document en entier ----- -/-	1-14
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 7 juillet 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/07/2020
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 Chaumeron, Bernard

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 903 511 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR]) 11 janvier 2008 (2008-01-11) page 6, ligne 13 - page 8, ligne 18; figures 1,2,3A -----	1-14
A	WO 2018/069637 A1 (SAFRAN ELECTRICAL & POWER [FR]) 19 avril 2018 (2018-04-19) page 1, lignes 3-9 page 3, lignes 8-21 page 15, ligne 24 - page 16, ligne 22; revendication 1; figure 3 -----	1-14
A	CA 2 587 067 A1 (HISPANO SUIZA SA [FR]) 5 novembre 2007 (2007-11-05) revendication 1; figure 2 -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/050445

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1852347	A1	07-11-2007	AT 435152 T	15-07-2009
			CA 2587068 A1	05-11-2007
			CN 101068080 A	07-11-2007
			EP 1852347 A1	07-11-2007
			ES 2329303 T3	24-11-2009
			FR 2900635 A1	09-11-2007
			IL 182911 A	30-11-2010
			JP 5047683 B2	10-10-2012
			JP 2007306786 A	22-11-2007
			PL 1852347 T3	31-12-2009
			SG 136937 A1	29-11-2007
			UA 92725 C2	10-12-2010
			US 2007259545 A1	08-11-2007
WO 9854815	A1	03-12-1998	US 5764502 A	09-06-1998
			WO 9854815 A1	03-12-1998
KR 20160036657	A	04-04-2016	CA 2914822 A1	18-12-2014
			CN 105492983 A	13-04-2016
			EP 3008533 A2	20-04-2016
			FR 3006989 A1	19-12-2014
			IL 243040 A	31-08-2016
			KR 20160036657 A	04-04-2016
			RU 2016100305 A	17-07-2017
			US 2016122003 A1	05-05-2016
			WO 2014199070 A2	18-12-2014
FR 2903511	A1	11-01-2008	FR 2903511 A1	11-01-2008
			US 2008027592 A1	31-01-2008
WO 2018069637	A1	19-04-2018	FR 3057681 A1	20-04-2018
			US 2019263533 A1	29-08-2019
			WO 2018069637 A1	19-04-2018
CA 2587067	A1	05-11-2007	AT 426934 T	15-04-2009
			CA 2587067 A1	05-11-2007
			CN 101066704 A	07-11-2007
			EP 1852953 A1	07-11-2007
			ES 2324061 T3	29-07-2009
			FR 2900636 A1	09-11-2007
			JP 5128173 B2	23-01-2013
			JP 2007297042 A	15-11-2007
			PL 1852953 T3	31-12-2009
			RU 2007116766 A	10-11-2008
			SG 136938 A1	29-11-2007
			UA 92726 C2	10-12-2010
			US 2007257558 A1	08-11-2007