

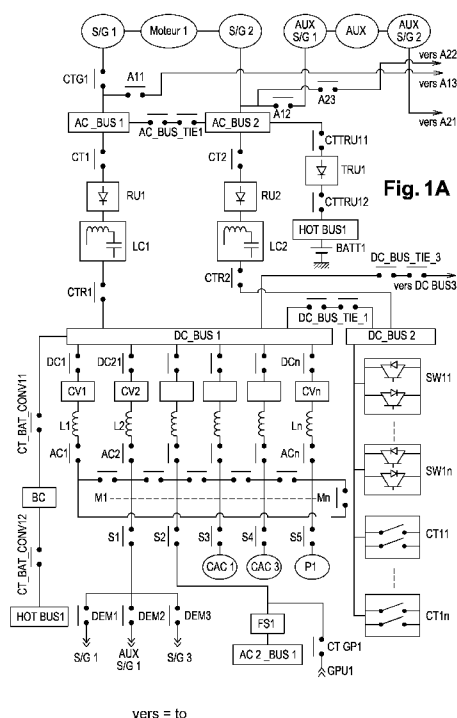


- (51) Classification internationale des brevets :
H02J 5/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050191
- (22) Date de dépôt international :
28 janvier 2015 (28.01.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1450782 31 janvier 2014 (31.01.2014) FR
- (71) Déposant : LABINAL POWER SYSTEMS [FR/FR]; 36, rue Raymond Grimaud, F-31700 Blagnac (FR).
- (72) Inventeurs : CASIMIR, Roland; 8, rue Frédéric Chopin, F-78100 Saint Germain En Laye (FR). HADJIDJ, Djemouai; 22, allée Albert Thomas, F-91300 Massy (FR). GIORGIS, Vincent; 115, boulevard de Champigny, F-94120 Saint Maur Des Fosses (FR).
- (74) Mandataire : GUTMANN, Ernest; 3, rue Auber, F-75009 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (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))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ELECTRICAL CONVERSION AND DISTRIBUTION SYSTEM FOR AN AIRCRAFT

(54) Titre : SYSTÈME DE DISTRIBUTION ET DE CONVERSION ÉLECTRIQUE POUR UN AÉRONEF



(57) Abstract : The invention relates to an electrical conversion and distribution system for an aircraft, the system comprising at least one synchronous starter-generator (S/G1, S/G2) intended to be coupled to an engine (Engine1) of the aircraft, at least one conversion path comprising a plurality of power converters (CVn, CV'n) associated with switching means suitable for supplying at least one charge (CAC1, CAC2, CAC3, CAC4, P1, P2) from at least one source (S/G1, S/G2, AUX S/G1, AUX S/G2, GPU1, GPU2), and at least one distribution path suitable for supplying electrical charges (CT1n, SW1n, CT2n, SW2n).

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef, le système comportant au moins un générateur-démarrateur synchrone (S/G1, S/G2) destiné à être couplé à un moteur (Moteur1) de l'aéronef, au moins une voie de conversion comportant plusieurs convertisseurs de puissance (CVn, CV'n) associé à des moyens de commutation aptes à alimenter au moins une charge (CAC1, CAC2, CAC3, CAC4, P1, P2) à partir d'au moins une source (S/G1, S/G2, AUX S/G1, AUX S/G2, GPU1, GPU2), et au moins une voie de distribution apte à alimenter des charges électriques (CT1n, SW1n, CT2n, SW2n).

- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)*

Système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef

La présente invention concerne un système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef.

5 L'aéronef est par exemple un avion dans lequel les systèmes non propulsifs sont alimentés principalement par de la puissance électrique.

Les systèmes non-propulsifs d'un avion sont généralement alimentés par trois réseaux de puissance prélevée sur les moteurs ou
10 turboréacteurs de l'avion, à savoir un réseau de puissance hydraulique, un réseau de puissance électrique et un réseau de puissance pneumatique.

Le réseau de puissance hydraulique sert généralement à alimenter des actionneurs destinés à la commande de vol, des systèmes d'extension et de rétractation des trains d'atterrissage, de guidage de la
15 roue avant et de freinage.

Le réseau de puissance électrique sert généralement à alimenter les charges techniques comme l'avionique, l'éclairage, les pompes à carburant, des ventilateurs, et des charges commerciales comme les
20 offices (c'est-à-dire les zones de cuisine) et les systèmes de divertissement des passagers.

Enfin, la puissance pneumatique sert principalement à alimenter le système de pressurisation et de conditionnement d'air de la cabine, le système de protection de la voilure et des nacelles contre le givre et le
démarrage des moteurs.

25 De nouvelles architectures de systèmes non-propulsifs nécessitant une part plus importante d'énergie électrique sont apparues récemment. Les avancées technologiques dans le domaine de la conversion d'énergie électrique offrent la possibilité de réaliser l'ensemble des fonctions précitées avec des systèmes alimentés en puissance
30 électrique.

L'utilisation de systèmes électriques ou électromécaniques comprenant, entre autres, de l'électronique de puissance et des actionneurs, présente les avantages suivants.

De tels systèmes ne sont utilisés que lorsque cela est
5 nécessaire, de sorte que le prélèvement de puissance sur les moteurs de l'avion peut être optimisé. Par ailleurs, le coût de maintenance de tels systèmes est plus faible que le coût de maintenance des systèmes hydrauliques ou pneumatiques.

Le principal inconvénient est cependant la généralisation de
10 systèmes électriques ayant des éléments d'électronique de puissance dédiés (convertisseurs de puissance dédiés, etc..).

Le document FR 2 907 762 par exemple divulgue un système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef dans lequel chaque convertisseur est dédié à une fonction particulière (alimentation d'un moto-
15 compresseur du système de conditionnement d'air, par exemple).

Il apparaît donc nécessaire de pouvoir disposer d'un système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef, permettant de réduire le nombre d'éléments électroniques de puissance, tels par exemple que des convertisseurs, tout en assurant un maximum de fonctions au sein
20 de l'aéronef.

L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, efficace et économique à ce problème.

A cet effet, elle propose un système de distribution et de conversion électrique pour un aéronef, le système comportant au moins un
25 générateur-démarreur synchrone destiné à être couplé à un moteur de l'aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins une voie de conversion comportant au moins un premier bus de tension électrique continue raccordé à plusieurs convertisseurs de puissance aptes à transformer une tension continue en
30 une tension alternative ou inversement, au moins une ligne destinée à être raccordée à une charge nécessitant une tension alternative et au moins

une autre ligne destinée à être raccordée à une source de tension alternative, la voie de conversion comportant en outre des premiers moyens de commutation aptes à connecter ou déconnecter sélectivement chaque convertisseur de puissance au premier bus de tension continue, et
5 des second moyens de commutation aptes à connecter ou déconnecter sélectivement chacune desdites lignes à chaque convertisseur,

- au moins une voie de distribution comportant au moins un deuxième bus de tension continue apte à alimenter au moins une charge électrique,

10 le générateur-démarreur synchrone étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue par l'intermédiaire d'au moins une ligne équipée d'un redresseur de tension.

L'invention permet ainsi de mutualiser un ensemble de convertisseurs de puissance, les différents moyens de commutation permettant d'alimenter des charges électriques déterminées à partir des
15 sources disponibles, en fonction des besoins.

Une telle architecture permet notamment de réduire le coût et la masse du système de distribution et de conversion électrique.

A titre d'exemple, la voie de distribution peut permettre
20 d'alimenter des charges électriques liées aux commandes de vol, au train d'atterrissage, aux systèmes de dégivrage ou à des pompes.

La voie de conversion permet notamment de faire le lien entre :

- des charges nécessitant une alimentation en tension alternative et appartenant au système de conditionnement d'air de la
25 cabine ou au système de génération d'azote (système NGS - « Nitrogen Generating System »), et

- des sources de tension alternative telles que le générateur-démarreur fonctionnant en mode générateur ou encore des groupes de parc au sol ou GPU (« Ground Power Unit »).

30 On rappelle qu'un redresseur de tension permet de convertir une tension alternative en une tension continue.

Le système peut comporter un premier générateur-démarrreur et un second générateur-démarrreur destinés à être couplés à un même moteur de l'aéronef, le premier générateur-démarrreur étant relié au premier bus de tension continue, par l'intermédiaire d'une ligne équipée d'un premier redresseur de tension, le second générateur-démarrreur étant relié au second bus de tension continue par l'intermédiaire d'une autre ligne équipée d'un second redresseur de tension.

Dans ce cas, les premier et second bus de tension continue sont de préférence aptes à être reliés entre eux sélectivement par l'intermédiaire de moyens de commutation. Les moyens de commutation sont par exemple formés par au moins un contacteur.

De cette manière, il est notamment possible d'alimenter les charges liées au second bus de tension continue à l'aide des sources liées au premier bus de tension continue.

Par ailleurs, le premier bus de tension continue et/ou le second bus de tension continue est relié à au moins une batterie par une ligne équipée d'un convertisseur Boost.

On rappelle qu'un convertisseur-Boost (également appelé hacheur parallèle) est un organe d'alimentation à découpage qui convertit une tension continue en une autre tension continue de plus forte valeur.

De cette manière, il est possible d'alimenter le bus de tension continue correspondant à partir de la batterie précitée.

Selon une caractéristique notable, au moins une batterie est reliée au générateur-démarrreur par l'intermédiaire d'une ligne équipée d'un transformateur-redresseur.

On rappelle qu'un transformateur-redresseur permet à la fois de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant électrique délivré et de convertir une tension alternative en une tension continue.

Selon une autre caractéristique notable, la voie de conversion comporte au moins une ligne reliant un bus de tension alternative, destiné à un réseau domestique de l'aéronef, à une matrice de commutation.

En particulier, la ligne reliant la matrice de commutation au bus de tension alternative destiné au réseau domestique peut être équipée d'un filtre sinus.

De plus, le système peut comporter au moins un générateur-démarreur synchrone auxiliaire destiné à être couplé à un groupe auxiliaire de puissance (ou *Auxiliary Power Unit* – APU, en anglais) et relié par une ligne au premier bus de tension continue et/ou au second bus de tension continue.

De cette manière, en cas de panne de l'un des deux générateurs-démarreurs, il reste possible d'alimenter tout ou partie des fonctions (et en priorité les fonctions nécessitant les plus forts taux de disponibilité) à l'aide de l'autre générateur-démarreur, par l'intermédiaire du premier et/ou du second bus de tension continue.

Selon une forme de réalisation intéressante, le système comporte :

- au moins un premier et un second générateurs-démarreurs synchrones destinés à être couplés à un même moteur de l'aéronef,
- au moins une première et une seconde voies de conversion comportant chacune au moins un premier bus de tension continue raccordé à un ensemble de convertisseurs de puissance aptes à transformer une tension continue en une tension alternative ou inversement, au moins une ligne destinée à être raccordée à une charge et au moins une autre ligne destinée à être raccordée à une source de tension alternative, chaque voie de conversion comportant en outre des premiers moyens de commutation aptes à connecter ou déconnecter sélectivement chaque convertisseur au premier bus de tension continue, et des second moyens de commutation aptes à connecter ou déconnecter sélectivement au moins l'une desdites lignes à l'un des convertisseurs,
- au moins une première et une seconde voies de distribution comportant chacune au moins un deuxième bus de tension continue apte à alimenter des charges électriques,

le premier générateur-démarreur synchrone étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue de la première voie de conversion ou de la première voie de distribution par l'intermédiaire d'au moins une ligne équipée d'un redresseur de tension,

5 le second générateur-démarreur synchrone étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue de la seconde voie de conversion ou de la seconde voie de distribution, par l'intermédiaire d'au moins une ligne équipée d'un redresseur de tension.

L'utilisation de deux générateurs-démarreurs permet de
10 répondre à une panne éventuelle de l'un des générateurs-démarreurs.

L'invention concerne également un aéronef, tel par exemple qu'un avion, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un système du type précité.

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails,
15 caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique illustrant une forme de réalisation d'un système de distribution et de conversion électrique pour un
20 aéronef, conformément à ce qui précède, cette figure étant découpée en deux parties visibles respectivement à la figure 1A et à la figure 1B,

- la figure 2 est une vue schématique illustrant une partie du système de la figure 1, notamment un convertisseur de puissance,

Un système de distribution et de conversion électrique pour un
25 avion, selon une forme de réalisation privilégiée est illustré à la figure 1.

L'avion comporte classiquement un premier moteur référencé Moteur 1 (ou turboréacteur) et un second moteur référencé Moteur 2. Le premier moteur est couplé en rotation à un premier générateur-démarreur S/G1 et à un second générateur-démarreur S/G2 synchrones. De même, le
30 second moteur est couplé à un troisième générateur-démarreur S/G3 et à un quatrième générateur-démarreur S/G4. Chaque générateur-démarreur

est une machine synchrone capable, soit de démarrer le moteur correspondant lorsqu'il est alimenté par une tension alternative (mode démarreur), soit de générer une tension alternative lorsque le moteur est démarré (mode générateur). On notera que, en mode générateur, la tension générée a une fréquence variable qui est fonction de la vitesse de rotation du moteur. La tension générée est par exemple de 230 V et la fréquence est par exemple comprise entre 360 et 800 Hz.

L'avion comporte également un premier et un second générateurs-démarreurs synchrones auxiliaires AUX S/G1 et AUX S/G2 couplés à un groupe auxiliaire de puissance référencé AUX (ou Auxiliary Power Unit, en anglais).

Le premier générateur-démarreur S/G1 est relié à une barre conductrice de bus DC BUS1 destinée à délivrer une tension continue, par exemple de l'ordre de 540V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (du premier générateur-démarreur S/G1 vers la première barre conductrice DC BUS1) d'un contacteur CTG1, d'une barre conductrice de bus AC BUS1 destinée à délivrer une tension alternative de l'ordre de 230V à une fréquence variable comprise entre 360 et 800 Hz (par exemple), d'un contacteur CT1, d'un redresseur RU1, d'un filtre LC noté LC1 et d'un contacteur CTR1.

Le redresseur RU1 permet de convertir la tension alternative issue de la barre AC BUS1 en une tension continue. Le filtre LC1 a pour fonction de limiter le courant d'appel, de stabiliser la tension continue et de filtrer les harmoniques de courant.

La barre DC BUS1 appartient à une voie de conversion. Cette voie de conversion comporte un ensemble de n convertisseurs de puissance notés CV1, CV2, ..., CVn, raccordés en parallèle à la barre DC BUS1 par l'intermédiaire de lignes équipées de contacteurs DC1, DC2, ... DCn. Les convertisseurs de puissance sont reliés à des charges ou à des sources de tension alternatives, par l'intermédiaire de lignes équipées d'inductances triphasées L1, L2, ..., Ln, de contacteurs AC1, AC2, ..., ACn, d'une matrice

de commutation (composée de contacteurs M1, M2, ... Mn), et de contacteurs S1 à S5.

Les convertisseurs de puissance CV1, CV2, ..., CVn permettent de convertir une tension continue en une tension alternative (mode onduleur),
5 ou inversement (mode redresseur).

Le contacteur S1 équipe une ligne reliée par exemple au générateur-démarrreur S/G1, au générateur-démarrreur AUX S/G1 et au générateur-démarrreur S/G3, respectivement par l'intermédiaire de contacteurs DEM1, DEM2 et DEM3 équipant des branches distinctes de la ligne précitée.

10 Le contacteur S2 équipe une ligne reliée par exemple :

- d'une part à une barre conductrice de bus AC2 BUS1 via une branche équipée d'un filtre sinus FS1 dont la fonction est de filtrer les hautes fréquences de manière à ne laisser passer que le fondamental de l'onde de tension générée par les convertisseurs,
15
- d'autre part à une branche destinée à être raccordée à un premier groupe de parc GPU1, via un contacteur CT GP1.

La barre AC2 BUS1 est destinée à alimenter un réseau domestique de bord de l'avion, à une tension alternative de 115V à 400Hz.

20 Les contacteurs S3, S4 et S5 équipent des lignes destinées à alimenter des charges motorisées. Ces charges peuvent, par exemple, être respectivement des compresseurs d'un circuit de conditionnement d'air de la cabine de l'aéronef CAC1 et CAC3 et une pompe P1.

Le deuxième générateur-démarrreur S/G2 est relié à une barre conductrice de bus DC BUS2 destinée à délivrer une tension continue, par
25 exemple de l'ordre de 540V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (du deuxième générateur-démarrreur S/G2 vers la deuxième barre conductrice DC BUS2) d'un contacteur CTG2, d'une barre conductrice de bus AC BUS2 destinée à délivrer une tension alternative de
30 l'ordre de 230V à une fréquence variable par exemple comprise entre 360

et 800 Hz, d'un contacteur CT2, d'un redresseur RU2, d'un filtre LC noté LC2 et d'un contacteur CTR2.

Les barres DC BUS1 et DC BUS2 sont reliées par une ligne équipée d'un contacteur DC BUS TIE1. Les barres AC BUS1 et AC BUS2 sont
5 reliées par une ligne équipée d'un contacteur AC BUS TIE1.

La barre AC BUS1 et/ou la barre AC BUS 2 sont reliées à une barre conductrice de bus HOT BUS1 destinée à délivrer une tension continue, par exemple de l'ordre de 28V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (de la barre ACBUS1 ou ACBUS 2 vers la barre HOT
10 BUS1) d'un contacteur CTTRU11, d'un transformateur-redresseur TRU1 et d'un contacteur CTTRU12. Une batterie BATT1 est reliée à la barre HOT BUS1.

La batterie BATT1 est également reliée à la barre DC BUS1, par l'intermédiaire (de la batterie BATT1 vers la barre DC BUS1), de la barre
15 HOT BUS1, d'un contacteur CTBATCONV12, d'un convertisseur Boost BC et d'un contacteur CTBATCONV11.

La barre DC BUS2 appartient à une voie de distribution permettant d'alimenter une ou plusieurs charges électriques dites techniques, raccordées en parallèle à la barre DC BUS2 :

20 - par l'intermédiaire de contacteurs CT11, CT12, ... CT1n, lorsqu'il s'agit de charges techniques de forte puissance, telles par exemple qu'un système d'alimentation des commandes de vol, un système de dégivrage, un système de freinage du train d'atterrissage, etc...,

- par l'intermédiaire de groupes statiques de puissance SW11,
25 SW12, ..., SW1n (ou Solid State Power Controller, en anglais), lorsqu'il s'agit de charges techniques de plus faible puissance, telles que, par exemple les actionneurs de commande de vol secondaires.

Une telle architecture est donc mixte en ce qu'elle comporte une voie de distribution et une voie de conversion.

30 Le troisième générateur-démarrreur S/G3 est relié à une barre conductrice de bus DC BUS3 destinée à délivrer une tension continue, par

exemple de l'ordre de 540V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (du troisième générateur-démarrreur S/G3 vers la barre conductrice DC BUS3) d'un contacteur CTG3, d'une barre conductrice de bus AC BUS3 destinée à délivrer une tension alternative de l'ordre de 230V
5 à une fréquence variable par exemple comprise entre 360 et 800 Hz, d'un contacteur CT3, d'un redresseur RU3, d'un filtre LC noté LC3 et d'un contacteur CTR3.

Comme précédemment, la barre DC BUS3 appartient à une voie de conversion. Cette voie de conversion comporte un ensemble de n
10 convertisseurs de puissance notés CV'1, CV'2, ..., CV'n, raccordés en parallèle à la barre DC BUS3 par l'intermédiaire de lignes équipées de contacteurs DC'1, DC'2, ... DC'n. Les convertisseurs de puissance sont reliés à des charges ou à des sources de tension alternatives, par l'intermédiaire de lignes équipées d'inductances L'1, L'2, ..., L'n, de
15 contacteurs AC'1, AC'2, ..., AC'n, d'une matrice de commutation (composée de contacteurs M'1, M'2, ... M'n), et de contacteurs S'1 à S'5.

Les convertisseurs de puissance CV'1, CV'2, ..., CV'n permettent de convertir une tension continue en une tension alternative (mode onduleur), ou inversement (mode redresseur).

20 Le contacteur S'1 équipe une ligne reliée par exemple au générateur-démarrreur S/G2, au générateur-démarrreur AUX S/G2 et au générateur-démarrreur S/G4, respectivement par l'intermédiaire de contacteurs DEM'1, DEM'2 et DEM'3 équipant des branches distinctes de la ligne précitée.

25 Le contacteur S'2 équipe une ligne reliée par exemple :

- d'une part à une barre conductrice de bus AC2 BUS2 via une branche équipée d'un filtre sinus FS2 dont la fonction est de découper l'onde de tension de manière à filtrer les hautes fréquences,
- 30 - d'autre part à une branche destinée à être raccordée à un premier groupe de parc GPU2, via un contacteur CT GP2.

La barre AC2 BUS2 est destinée à alimenter un réseau domestique de bord de l'avion, à une tension alternative de 115V à 400Hz.

Les contacteurs S'3, S'4 et S'5 équipent des lignes destinées à alimenter des charges motorisées, respectivement des compresseurs d'un circuit de conditionnement d'air de la cabine de l'aéronef CAC2 et CAC4 et une pompe P2.

Le quatrième générateur-démarrreur S/G4 est relié à une barre conductrice de bus DC BUS4 destinée à délivrer une tension continue, par exemple de l'ordre de 540V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (du quatrième générateur-démarrreur S/G4 vers la deuxième barre conductrice DC BUS4) d'un contacteur CTG4, d'une barre conductrice de bus AC BUS4 destinée à délivrer une tension alternative de l'ordre de 230V à une fréquence variable par exemple comprise entre 360 et 800 Hz, d'un contacteur CT4, d'un redresseur RU4, d'un filtre LC noté LC4 et d'un contacteur CTR4.

Les barres DC BUS3 et DC BUS4 sont reliées par une ligne équipée d'un contacteur DC BUS TIE2. Les barres AC BUS3 et AC BUS4 sont reliées par une ligne équipée d'un contacteur AC BUS TIE2.

La barre AC BUS3 et/ou la barre AC BUS4 sont reliées à une barre conductrice de bus HOT BUS2 destinée à délivrer une tension continue, par exemple de l'ordre de 28V, par l'intermédiaire d'une ligne équipée successivement (de la barre ACBUS3 ou ACBUS4 vers la barre HOT BUS2) d'un contacteur CTTRU21, d'un transformateur-redresseur TRU2 et d'un contacteur CTTRU22. Une batterie BATT2 est reliée à la barre HOT BUS2.

La batterie BATT2 est également reliée à la barre DC BUS3, par l'intermédiaire (de la batterie BATT2 vers la barre DC BUS1) de la barre HOT BUS2, d'un contacteur CTBATCONV22, d'un convertisseur Boost BC' et d'un contacteur CTBATCONV21.

La barre DC BUS4 appartient à une voie de distribution permettant d'alimenter une ou plusieurs charges électriques dites techniques, raccordées en parallèle à la barre DC BUS4 :

- par l'intermédiaire de contacteurs CT21, CT22, ... CT2n, lorsqu'il s'agit de charges techniques de forte puissance tels par exemple qu'un système d'alimentation des commandes de vol, un système de dégivrage, un système de freinage du train d'atterrissage, etc...,

- par l'intermédiaire de groupes statiques de puissance SW21, SW22,..., SW2n (ou Solid State Power Controller, en anglais), lorsqu'il s'agit de charges techniques de plus faible puissance tels par exemple que des actionneurs de commande de vol secondaires.

Les barres AC BUS1 et ACBUS 4 sont reliées entre elles par une ligne équipée de contacteurs A11 et A13, ladite ligne étant également raccordée en un point situé entre les deux contacteurs précités, au générateur-démarrreur AUX S/G1.

Le générateur-démarrreur AUX S/G1 est relié aux barres AC BUS1, AC BUS2 et AC BUS4 par l'intermédiaire de lignes équipées respectivement de contacteurs A11, A12 et A13. Par ailleurs, 2e générateur-démarrreur AUX S/G2 est relié aux barres AC BUS3, AC BUS4 et AC BUS2 par l'intermédiaire de lignes équipées respectivement de contacteurs A21, A22 et A23.

Les barres DC BUS1 et DC BUS3 sont reliées entre elles par une ligne équipée d'un contacteur DC BUS TIE3.

Les contacteurs évoqués plus précédemment peuvent être commandés entre des états d'ouverture et de fermeture, de manière à permettre ou non le passage de courant au travers de la ligne électrique ou de la branche correspondante.

La figure 2 illustre notamment la structure d'un convertisseur de puissance CV1, ..., CVn, Cv'1, ..., CV'n. Chaque convertisseur de puissance a une structure classique de type convertisseur triphasé, comportant six cellules de commutations, chaque cellule comportant une

diode et un transistor, en particulier un transistor bipolaire à grille isolée (IGBT ou Insulated Gate Bipolar Transistor, en anglais). En outre, les inductances L_1, \dots, L_n sont des inductances triphasées, ces inductances facilitant le fonctionnement en parallèle des convertisseurs de puissance ainsi que leur réversibilité.

Cette architecture mixte (conversion/distribution) permet de mutualiser et de standardiser l'électronique de puissance (convertisseurs de puissance, ...) tout en s'adaptant à différents modes de fonctionnement.

En particulier, il est possible d'alimenter les charges électriques précitées, à l'aide des sources S/G1, S/G2, S/G3, S/G4, par l'intermédiaire des voies de conversion et des voies de distribution. En cas de défaillance de l'un des générateurs-démarrateurs, il est possible d'assurer l'alimentation d'au moins une partie des charges précitées (en particulier les charges dites vitales) à l'aide des autres générateurs-démarrateurs.

De même, au sol, il est possible d'alimenter tout ou partie des charges, à l'aide des groupes de parc GPU1 et/ou GPU2, ou des générateurs-démarrateurs AUX S/G1 et AUX S/G2.

Enfin, l'alimentation des charges électriques peut être réalisée en tout ou partie à l'aide des batteries BATT1 et BATT2 reliées aux barres HOT BUS1 et HOT BUS2, par l'intermédiaire notamment des convertisseurs Boost BC et BC'.

REVENDICATIONS

1. Système de distribution et de conversion électrique pour un
5 aéronef, le système comportant au moins un générateur-démarrreur
synchrone (S/G1, S/G2, S/G3, S/G4) destiné à être couplé à un moteur
(Moteur1, Moteur2) de l'aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :
- au moins une voie de conversion comportant au moins un
premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3) raccordé à
10 plusieurs convertisseurs de puissance (CVn, CV'n) aptes à transformer une
tension continue en une tension alternative ou inversement, au moins une
ligne destinée à être raccordée à une charge (CAC1, CAC2, CAC3, CAC4,
P1, P2) nécessitant une tension alternative et au moins une autre ligne
destinée à être raccordée à une source de tension alternative (S/G1, S/G2,
15 S/G3, S/G4, AUX S/G1, AUX S/G2, GPU1, GPU2), la voie de conversion
comportant en outre des premiers moyens de commutation (DCn, DC'n)
aptes à connecter ou déconnecter sélectivement chaque convertisseur de
puissance (CVn, CV'n) au premier bus de tension continue (DC BUS1, DC
BUS3), et des second moyens de commutation (Mn, M'n) aptes à
20 connecter ou déconnecter sélectivement chacune desdites lignes à chaque
convertisseur (CVn, CV'n),
 - au moins une voie de distribution comportant au moins un
deuxième bus de tension continue (DC BUS2, DC BUS 4) apte à alimenter
au moins une charge électrique (CT1n, SW1n, CT2n, SW2n),
25 le générateur-démarrreur synchrone (S/G1, S/G2, S/G3, S/G4)
étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue (DC
BUS1, DC BUS2, DC BUS3, DC BUS4) par l'intermédiaire d'au moins une
ligne équipée d'un redresseur de tension (RU1, RU2, RU3, RU4).
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il
30 comporte un premier générateur-démarrreur (S/G1, S/G3) et un second
générateur-démarrreur (S/G2, S/G4) destinés à être couplés à un même

moteur de l'aéronef (Moteur 1, Moteur 2), le premier générateur-démarrreur (S/G1, S/G3) étant relié au premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3), par l'intermédiaire d'une ligne équipée d'un premier redresseur de tension (RU1, RU3), le second générateur-démarrreur (S/G2, S/G4) étant
5 relié au second bus de tension continue (DC BUS2, DC BUS4) par l'intermédiaire d'une autre ligne équipée d'un second redresseur de tension (RU2, RU4).

3. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les premier et second bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS2, DC
10 BUS3, DC BUS3) sont aptes à être reliés entre eux sélectivement par l'intermédiaire de moyens de commutation (DC BUS TIE1, DC BUS TIE2, DC BUS TIE3).

4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3) et/ou le
15 second bus de tension continue (DC BUS2, DC BUS4) est relié à au moins une batterie (BATT1, BATT2) par une ligne équipée d'un convertisseur Boost (BC, BC').

5. Système selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins une batterie (BATT1, BATT2) est reliée au générateur-
20 démarrreur (S/G1, S/G2, S/G3, S/G4) par l'intermédiaire d'une ligne équipée d'un transformateur-redresseur (TRU1, TRU2).

6. Système selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la voie de conversion comporte au moins une ligne reliant un bus de tension alternative (AC2 BUS1, AC2 BUS2), destiné à un réseau
25 domestique de l'aéronef, à une matrice de commutation (Mn).

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que la ligne reliant la matrice de commutation (Mn) au bus de tension alternative (AC2 BUS1, AC2 BUS2) destiné au réseau domestique est équipée d'un filtre sinus (FS1, FS2).

30 8. Système selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un générateur-démarrreur synchrone auxiliaire

(AUX S/G1, AUX S/G2) destiné à être couplé à un groupe auxiliaire de puissance (AUX) et relié par une ligne au premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3) et/ou au second bus de tension continue (DC BUS2, DC BUS4).

5 9. Système selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins un premier et un second générateurs-démarrateurs (S/G1, S/G2 ; S/G3, S/G4) synchrones destinés à être couplés à un même moteur (Moteur 1, Moteur 2) de l'aéronef,

10 - au moins une première et une seconde voies de conversion comportant chacune au moins un premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3) raccordé à un ensemble de convertisseurs de puissance (CVn, CV'n) aptes à transformer une tension continue en une tension alternative ou inversement, au moins une ligne destinée à être raccordée à
15 une charge (CAC1, CAC2, CAC3, CAC4, P1, P2) et au moins une autre ligne destinée à être raccordée à une source de tension alternative (S/G1, S/G2, S/G3, S/G4, AUX S/G1, AUX S/G2, GPU1, GPU2), chaque voie de conversion comportant en outre des premiers moyens de commutation (DCn, DC'n) aptes à connecter ou déconnecter sélectivement chaque
20 convertisseur (CVn, CV'n) au premier bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS3), et des second moyens de commutation (Mn, M'n) aptes à connecter ou déconnecter sélectivement au moins l'une desdites lignes à l'un des convertisseurs (CVn, CV'n),

- au moins une première et une seconde voies de distribution
25 comportant chacune au moins un deuxième bus de tension continue (DC BUS2, DC BUS4) apte à alimenter des charges électriques (CT1n, SW1n, CT2n, SW2n),

le premier générateur-démarrateur synchrone (S/G1, S/G3) étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS2, DC BUS3, DC BUS4) de la première voie de conversion ou de
30

la première voie de distribution par l'intermédiaire d'au moins une ligne équipée d'un redresseur de tension (RU1, RU3),

le second générateur-démarrreur synchrone (S/G2, S/G4) étant connecté au premier et/ou au second bus de tension continue (DC BUS1, DC BUS2, DC BUS3, DC BUS4) de la seconde voie de conversion ou de la seconde voie de distribution, par l'intermédiaire d'au moins une ligne équipée d'un redresseur de tension (RU2, RU4).

10. Aéronef, tel par exemple qu'un avion, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un système selon l'une des revendications 1 à 9.

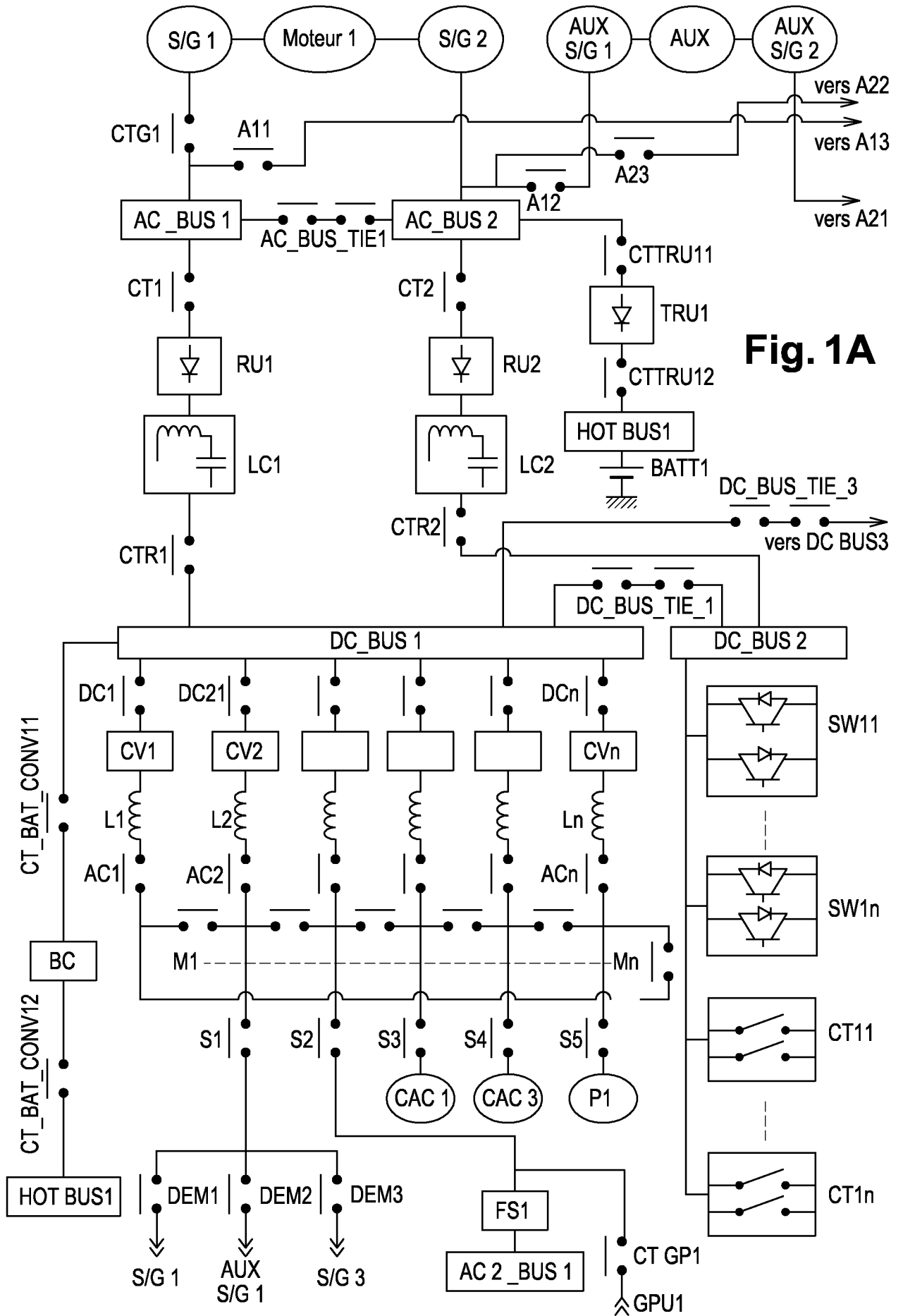


Fig. 1A

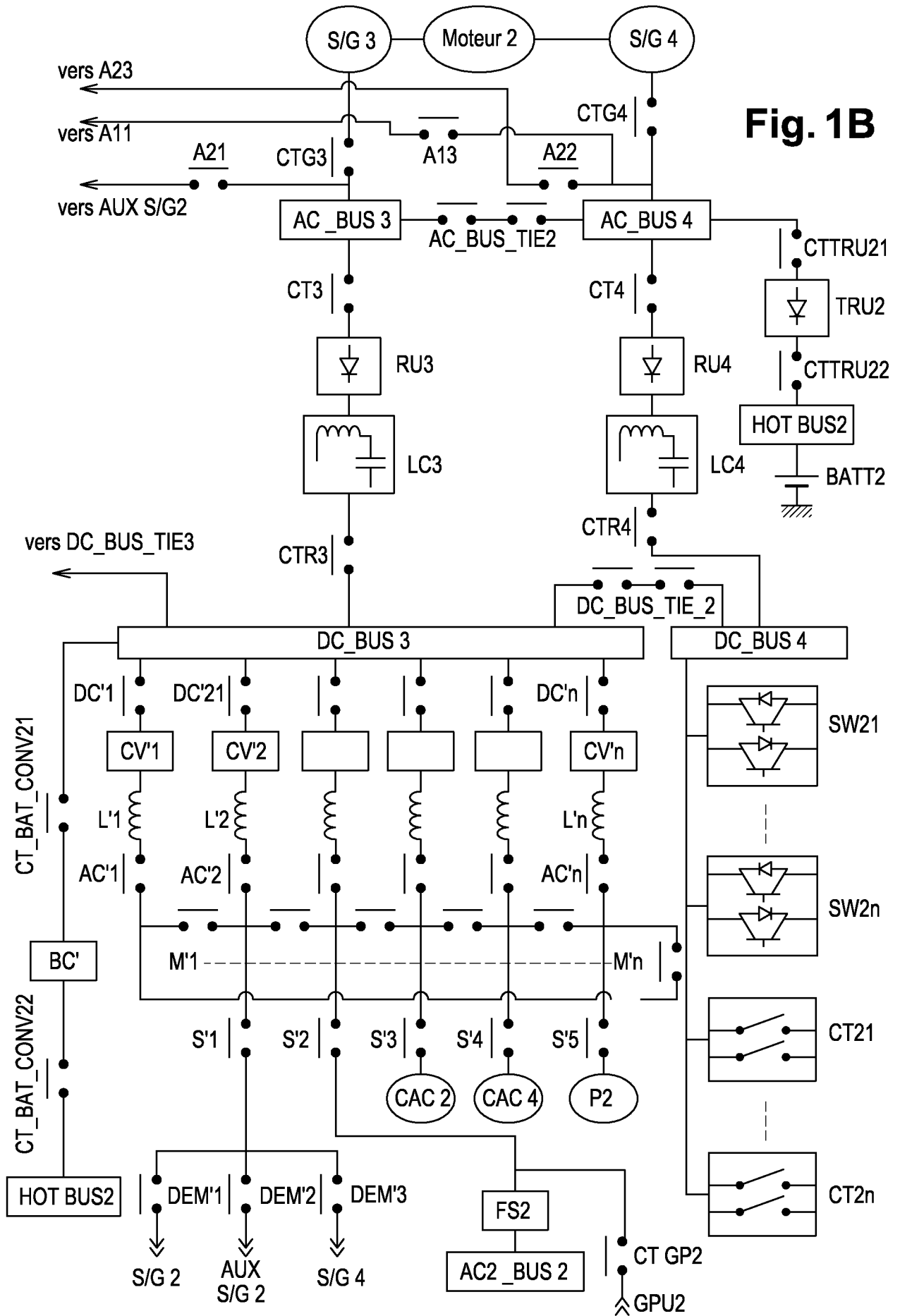


Fig. 1B

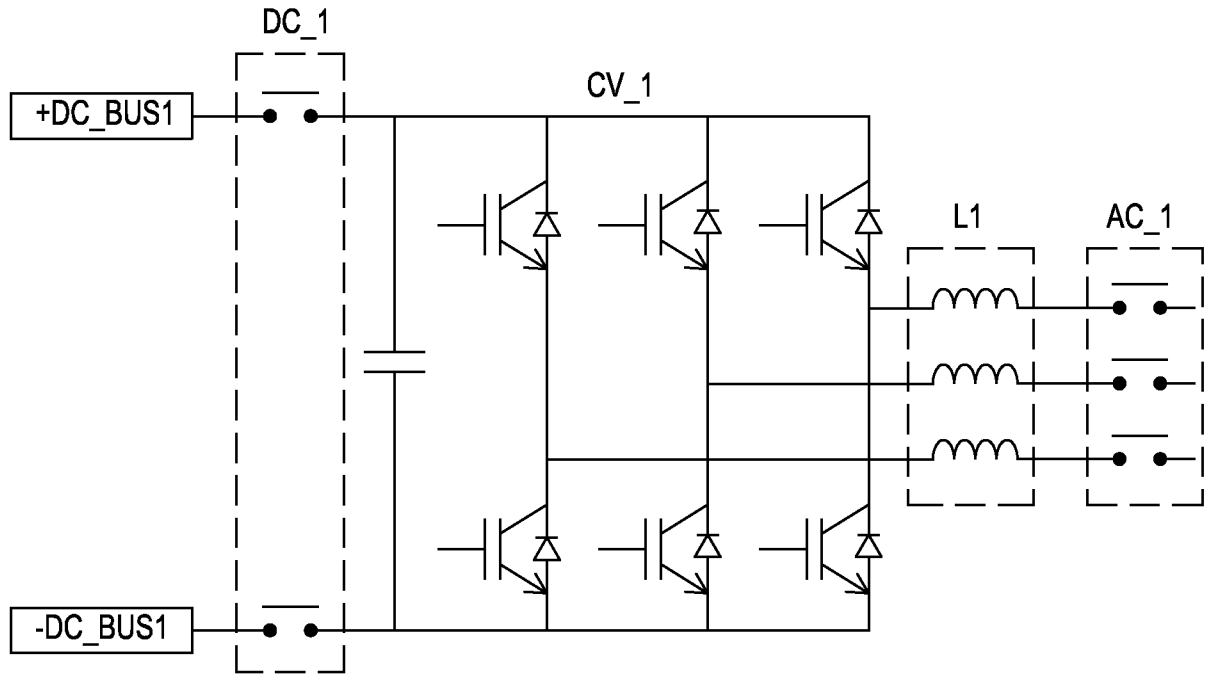


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/050191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02J5/00
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)
H02J B64D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 907 762 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR] AIRBUS FRANCE [FR]) 2 May 2008 (2008-05-02) cited in the application the whole document	1-10
Y	FR 2 907 760 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR]) 2 May 2008 (2008-05-02) the whole document	1-10

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

20 May 2015

Date of mailing of the international search report

03/06/2015

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

Annibal, Stewart

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/050191

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
FR 2907762	A1	02-05-2008	BR PI0718416 A2	17-12-2013
			CA 2667270 A1	02-05-2008
			CN 101529686 A	09-09-2009
			EP 2076952 A1	08-07-2009
			FR 2907762 A1	02-05-2008
			JP 5230636 B2	10-07-2013
			JP 2010507526 A	11-03-2010
			RU 2009120104 A	10-12-2010
			US 2010193630 A1	05-08-2010
			WO 2008049886 A1	02-05-2008
FR 2907760	A1	02-05-2008	FR 2907760 A1	02-05-2008
			US 2008100136 A1	01-05-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050191

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02J5/00 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 B64D		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 907 762 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR] AIRBUS FRANCE [FR]) 2 mai 2008 (2008-05-02) cité dans la demande le document en entier -----	1-10
Y	FR 2 907 760 A1 (AIRBUS FRANCE SAS [FR]) 2 mai 2008 (2008-05-02) le document en entier -----	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 20 mai 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 03/06/2015
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 Annibal, Stewart

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050191

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2907762	A1	02-05-2008	BR	PI0718416 A2	17-12-2013
			CA	2667270 A1	02-05-2008
			CN	101529686 A	09-09-2009
			EP	2076952 A1	08-07-2009
			FR	2907762 A1	02-05-2008
			JP	5230636 B2	10-07-2013
			JP	2010507526 A	11-03-2010
			RU	2009120104 A	10-12-2010
			US	2010193630 A1	05-08-2010
			WO	2008049886 A1	02-05-2008

FR 2907760	A1	02-05-2008	FR	2907760 A1	02-05-2008
			US	2008100136 A1	01-05-2008
