



(51) Classification internationale des brevets :

H02J 4/00 (2006.01) H02J 3/42 (2006.01)
B64D 33/00 (2006.01) H02J 9/06 (2006.01)
H02J 3/40 (2006.01) B64D 41/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2022/051202

(22) Date de dépôt international :

21 juin 2022 (21.06.2022)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

2107430 08 juillet 2021 (08.07.2021) FR

(71) Déposant : SAFRAN ELECTRICAL & POWER

[FR/FR] ; Parc d'Activité Andromède, 1, rue Louis Blériot,
CS 80049, 31702 BLAGNAC CEDEX (FR).

(72) Inventeur : NANEIX, Philippe ; Safran c/o Centre

d'Excellence Propriété Intellectuelle, Rond-point René Ra-
vaud, Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : GUTMANN, Ernest ; YVES PLASSE-

RAUD SAS, 66, rue de la Chaussée d'Antin, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN,

(54) Title: ELECTRICAL ARCHITECTURE FOR AN AIRCRAFT

(54) Titre : ARCHITECTURE ÉLECTRIQUE POUR AÉRONEF

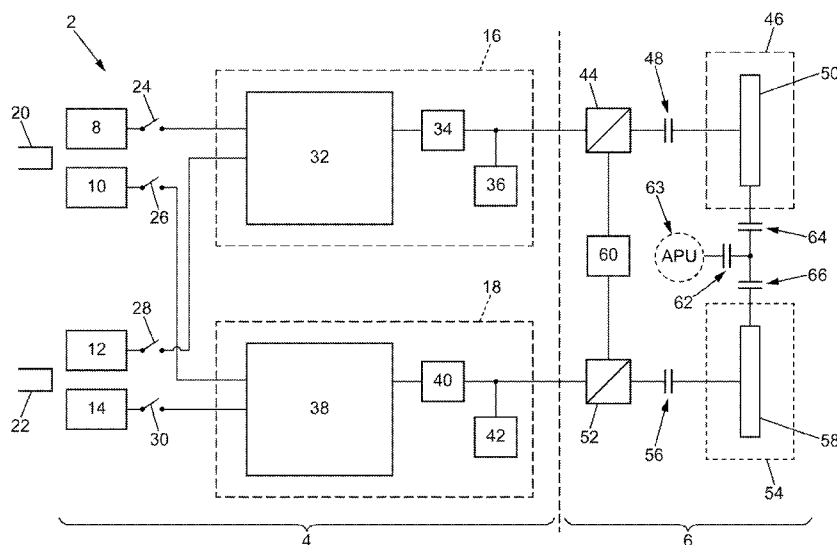


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electrical architecture (2) for an aircraft, comprising: - a first propulsion power distribution network (16) distributing a high DC voltage, - a second propulsion power distribution network (18) distributing a high DC voltage, - a first AC power distribution network (46) distributing a three-phase AC voltage, - a second AC power distribution network (54) distributing a three-phase AC voltage, - a first inverter (44) connected between the first propulsion power distribution network and the first AC power distribution network, - a second inverter (52) connected between the second propulsion power distribution network and the second AC electrical distribution network, - an electronics module (60) connected to the first inverter and to the second inverter in order to control the frequency of the three-phase AC voltage generated by the first inverter and the frequency of the three-phase AC

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))

voltage generated by the second inverter.

(57) Abrégé : L'invention concerne une architecture électrique (2) pour aéronef comprenant : - un premier réseau (16) de distribution électrique propulsif distribuant une haute tension continue, - un deuxième réseau (18) de distribution électrique propulsif distribuant une haute tension continue, - un premier réseau (46) de distribution électrique alternatif distribuant une tension alternative triphasée, - un deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif distribuant une tension alternative triphasée, - un premier onduleur (44) connecté entre le premier réseau de distribution électrique propulsif et le premier réseau de distribution électrique alternatif, - un deuxième onduleur (52) connecté entre le deuxième réseau de distribution électrique propulsif et le deuxième réseau de distribution électrique alternatif, - un boîtier électronique (60) connecté au premier onduleur et au deuxième onduleur pour commander la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le premier onduleur et la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le deuxième onduleur.

DESCRIPTION

TITRE : Architecture électrique pour aéronef

Domaine technique de l'invention

5 La présente invention concerne une architecture électrique pour aéronef.

Etat de la technique antérieure

Traditionnellement, les aéronefs comportent plusieurs réseaux de distribution électrique haute tension continue et plusieurs réseaux de distribution électrique
10 alternatif. Les réseaux de distribution électrique haute tension continue sont propres à alimenter les équipements et charges liés à la propulsion. Ces réseaux sont appelés « réseaux propulsifs». Ils présentent une tension continue comprise entre 400 Volts et 800 Volts.

Les réseaux de distribution électrique alternatif triphasé sont propres à alimenter les
15 équipements de services aux passagers tels que les commodités, les luminaires, les systèmes de divertissement et les cuisines. Les réseaux de distribution électrique alternatif triphasé peuvent présenter une tension de 115 Volts ou de 230 Volts. Chaque réseau de distribution électrique alternatif triphasé est alimenté par un générateur de courant alternatif indépendant. Chaque générateur de courant
20 alternatif est dimensionné pour que, en cas de panne d'un générateur d'un autre réseau, il puisse prendre en charge au moins une partie des charges de l'autre réseau. Des interrupteurs connectés entre les réseaux et entre les générateurs permettent d'alimenter un réseau par un générateur d'un autre réseau.

Cependant, comme les générateurs de courant alternatif sont directement entraînés
25 par les turbomachines au travers des boîtes de transmission de puissance, la fréquence de la tension alternative générée par chaque générateur est fonction du régime de la turbomachine. En conséquence, les différents générateurs constituant les sources de tension alternatives sont à des fréquences et des phases toutes différentes. Pour éviter un court-circuit généré par ces différences de phase et de
30 fréquence, l'alimentation est coupée pendant un laps de temps de 20 à 30 millisecondes lors de la connexion d'un générateur à un deuxième réseau alternatif. Cette coupure entraîne des trous de tension de 100 à 200 ms que doivent subir tous les équipements alimentés par le deuxième réseau alternatif. Les équipements sont conçus pour accepter ces trous de tension avec des stratégies soit de réservoirs

d'énergies soit de redémarrage le plus rapidement possible pour perturber le moins possible l'opération de l'avion car les reconfigurations du réseau électrique peuvent se produire au sol mais aussi en vol.

5 **Présentation de l'invention**

Un premier but de la présente invention est de proposer une architecture de réseau électrique permettant d'éviter ces trous de tension.

Un deuxième but de la présente invention est de proposer une architecture de réseau électrique optimiser d'un point de vue masse, coût et efficacité.

10

Résumé de l'invention

La présente invention a pour objet une architecture électrique pour aéronef comprenant :

- un premier réseau de distribution électrique propulsif propre à distribuer une haute tension continue, le premier réseau de distribution électrique propulsif comprenant au moins un premier boîtier de distribution électrique,
- un deuxième réseau de distribution électrique propulsif propre à distribuer une haute tension continue, le deuxième réseau de distribution électrique propulsif comprenant au moins un deuxième boîtier de distribution électrique,
- un premier réseau de distribution électrique alternatif apte à distribuer une tension alternative triphasée,
- un deuxième réseau de distribution électrique alternatif apte à distribuer une tension alternative triphasée,
- un premier onduleur connecté entre le premier réseau de distribution électrique propulsif et le premier réseau de distribution électrique alternatif,
- un deuxième onduleur connecté entre le deuxième réseau de distribution électrique propulsif et le deuxième réseau de distribution électrique alternatif,
- un boîtier électronique connecté au premier onduleur et au deuxième onduleur pour commander la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le premier onduleur et la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le deuxième onduleur.

Avantageusement, le boîtier électronique peut facilement piloter un onduleur de manière à synchroniser la fréquence du premier réseau de distribution électrique alternatif et du deuxième réseau de distribution alternatif. En conséquence, en cas

de défaillance connexion du deuxième réseau propulsif, le deuxième réseau alternatif peut être directement connecté au premier réseau propulsif sans qu'ils soient nécessaire d'attendre une décharge des composants électroniques du deuxième réseau alternatif. De la même façon, en cas de défaillance du premier
5 réseau propulsif, le premier réseau alternatif peut être directement connecté au deuxième réseau propulsif. Ainsi, il n'y a plus de trou de tension sur les réseaux alternatifs.

Avantageusement, le premier réseau propulsif et le premier réseau alternatif s'équilibrent et fonctionnent à un point de fonctionnement optimisé par rapport aux
10 pertes. De la même façon, le deuxième réseau propulsif et le deuxième réseau alternatif fonctionnent à un point de fonctionnement optimisé par rapport aux pertes. Les caractéristiques exposées dans les paragraphes suivants peuvent, optionnellement, être mises en œuvre. Elles peuvent être mises en œuvre indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

15 - Le boîtier électronique est propre à asservir la phase de la tension alternative générée par le deuxième onduleur à la phase de la tension alternative générée par le premier onduleur.

- Le boîtier électronique est propre à asservir les signaux de synchronisation de la tension alternative générée par le deuxième onduleur aux signaux de
20 synchronisation de la tension alternative générée par le premier onduleur.

- Le premier onduleur et le deuxième onduleur sont commandés pour générer en sortie une tension alternative triphasée à une fréquence de 400 Hertz.

Avantageusement, la fréquence fixe de 400 Hertz permet de dimensionner au plus juste toutes les charges à composants magnétiques (moteurs, pompes,
25 transformateur de tension, etc.) qui n'ont plus à prendre en compte la fréquence basse de 350 Hertz. Il en résulte un gain de masse de l'ordre de 10% pour les transformateurs de tension. Avantageusement les moteurs et pompes peuvent être dimensionnées à leur point de fonctionnement à 400 Hertz. Ainsi, ils peuvent fonctionner à leur rendement de fonctionnement optimal.

30 - Au moins un onduleur parmi le premier onduleur et le deuxième onduleur est un onduleur réversible.

Avantageusement, la réversibilité du premier onduleur et/ou du deuxième onduleur permet de fournir de l'énergie électrique au premier et/ou au deuxième réseau de distribution électrique propulsif par exemple à l'aide d'un groupe auxiliaire de

puissance. Cette énergie électrique peut être stockée dans les accumulateurs ou alimenter le boîtier de distribution de puissance des réseaux de distribution électrique propulsif. Cette énergie électrique peut également être transmise aux machines électriques fonctionnant en mode moteur.

5 L'architecture comporte :

- un premier interrupteur propre à connecter le premier réseau de distribution électrique propulsif au premier réseau de distribution électrique alternatif ;
- un deuxième interrupteur propre à connecter le deuxième réseau de distribution électrique propulsif au deuxième réseau de distribution électrique alternatif ;
- 10 - au moins un troisième interrupteur propre à connecter le premier réseau de distribution électrique alternatif au deuxième réseau de distribution électrique alternatif.

Avantageusement, ces interrupteurs permettent de connecter le premier réseau de distribution électrique alternatif au deuxième réseau de distribution électrique

15 propulsif en cas de panne du premier réseau de distribution électrique propulsif. De la même façon, ces interrupteurs permettent de connecter le deuxième réseau de distribution électrique alternatif au premier réseau de distribution électrique propulsif en cas de panne du deuxième réseau de distribution électrique propulsif.

- L'architecture comporte un boîtier de connexion adapté pour être connecté à un
20 groupe auxiliaire de puissance, ledit boîtier de connexion étant connecté entre le premier réseau de distribution électrique alternatif et le deuxième réseau de distribution électrique alternatif.

- Le premier réseau de distribution électrique propulsif comporte en outre un premier accumulateur connecté au premier onduleur.

25 Avantageusement, l'énergie électrique stockée dans le premier réseau de distribution électrique propulsif peut être utilisée par le premier et éventuellement le deuxième réseau de distribution électrique alternatif en cas de besoin.

L'architecture comporte :

- une turbomachine ayant un arbre basse pression et un arbre haute pression,
- 30 - une première machine électrique basse pression couplée à l'arbre basse-pression de la turbomachine, et
- une première machine électrique haute pression couplée à l'arbre haute-pression de la turbomachine, la première machine électrique basse pression et la première machine électrique haute pression étant connectées au premier boîtier de distribution

électrique.

Avantageusement, le premier boîtier de distribution électrique est alimenté à la fois par une machine électrique couplée à l'arbre basse-pression et à une machine électrique couplée à l'arbre haute pression. Cette connexion croisée assure une plus

5 grande redondance et une plus grande tolérance aux pannes.

L'architecture comporte en outre une deuxième machine électrique basse pression couplée à l'arbre basse-pression de la turbomachine et une deuxième machine électrique haute pression couplée à l'arbre haute-pression de la turbomachine, la deuxième machine électrique basse pression et la deuxième machine électrique

10 haute pression étant connectées au deuxième boîtier de distribution électrique.

- Au moins une machine électrique basse pression et au moins une machine électrique haute pression sont des moteurs électriques réversibles.

Avantageusement, les moteurs électriques peuvent fonctionner en mode générateur pour alimenter le premier réseau de distribution électrique ou en mode moteur pour

15 fournir du couple à la turbomachine.

Brève description des figures

[Fig. 1] est une vue schématique d'une architecture électrique pour aéronef selon l'invention.

20

Description détaillée de l'invention

En référence à la figure 1, l'architecture électrique 2 de la présente invention comporte une partie propulsive 4 et une partie non propulsive 6.

L'architecture électrique comporte, dans sa partie propulsive 4, une première 8 et une deuxième 10 machines électriques couplées à un arbre 20 d'une turbo-machine, une première 12 et une deuxième 14 machines électriques, 1 couplées à un arbre haute pression 22 de la turbo-machine, un premier réseau de distribution électrique propulsif 16 et un deuxième réseau de distribution électrique propulsif 18.

Par souci de simplification, le premier réseau de distribution électrique propulsif 16 et le deuxième réseau de distribution électrique propulsif 18 sont appelés ci-après premier réseau propulsif 16 et respectivement deuxième réseau propulsif 18.

30

Par convention, la première 8 et la deuxième 10 machines électriques couplées à l'arbre basse pression 20 sont appelées ci-après « machines électriques basse-pression ». De la même façon, la première 12 et la deuxième 14 machines

électriques couplées à l'arbre haute pression 22 sont appelées ci-après « machines électriques basse-pression ».

Les machines électriques basse-pression 8, 10 et les machines électriques haute pression 12, 14 sont constituées par des moteur électriques. Elles fonctionnent en mode générateur. Elles génèrent un courant alternatif qui est redressé par des redresseurs non représentés pour former une haute tension continue généralement comprise 400 Volts et 800 Volts. Cette haute tension continue alimente le premier réseau propulsif 16 et le deuxième réseau propulsif 18.

De préférence, les machines électriques basse-pression 8, 10 et les machines électriques haute-pression 12, 14 sont constituées par des moteurs électriques réversibles. Elles peuvent ainsi fonctionner en mode moteur pour assister la turbomachine lors de phases particulières de vol.

Dans le mode de réalisation représenté, la première machine électrique basse-pression 8 est connectée au premier réseau propulsif 16 par l'intermédiaire d'un interrupteur 24. La deuxième machine électrique basse pression 10 est connectée au deuxième réseau propulsif 18, par l'intermédiaire d'un interrupteur 26. De la même façon, la première machine électrique haute pression 12 est connectée au premier réseau propulsif 16 par l'intermédiaire d'un interrupteur 28. La deuxième machine électrique haute pression 14 est connectée au deuxième réseau propulsif 18 par l'intermédiaire d'un interrupteur 30.

Avantageusement, cette connexion croisée avec interrupteurs assure une plus grande tolérance aux pannes. En effet, en cas de défaillance d'un des deux arbres de prélèvement, les réseaux alternatifs décrit ci-après continuent à être alimentés par l'autre arbre de prélèvement.

Avantageusement dans la présente demande de brevet, deux machines électriques sont installées sur chaque arbre de prélèvement mécanique de la turbomachine pour assurer une redondance et une tolérance aux pannes.

Le premier réseau propulsif 16 comporte un premier boîtier de distribution électrique 32, une barre de connexion 34 connectée en sortie au premier boîtier de distribution électrique 32 et un premier accumulateur 36 connecté en sortie de la barre de connexion 34.

Le premier boîtier de distribution électrique 32 est propre à alimenter des équipements et des charges nécessaires à la propulsion de l'aéronef comme par exemple le calculateur moteur, le système de dégivrage moteur.

La barre de connexion 34 est propre à alimenter des équipements de raccordement. De la même façon, le deuxième réseau propulsif 18 comporte un deuxième boîtier de distribution électrique 38, une barre de connexion 40 connectée en sortie du deuxième boîtier de distribution électrique et un deuxième accumulateur 42 connecté en sortie de la barre de connexion 40.

L'architecture électrique 2 comporte dans sa partie non propulsive 6 un premier onduleur 44, un premier réseau 46 de distribution électrique alternatif connecté au premier onduleur, un deuxième onduleur 52 et un deuxième réseau 54 de distribution électrique alternatif connecté au deuxième onduleur.

Le premier onduleur 44 est connecté au premier réseau propulsif 16. Il reçoit en entrée une haute tension continue du premier réseau propulsif 16. Il est propre à convertir cette haute tension continue en une tension alternative triphasée présentant une tension de 115 Volts ou de 230 Volts.

De la même façon, le deuxième onduleur 52 est connecté au deuxième réseau propulsif 18. Il reçoit en entrée une haute tension continue du deuxième réseau propulsif 18. Il est propre à convertir cette haute tension continue en une tension alternative triphasée présentant une tension de 115 Volts ou de 230 Volts.

De préférence, le premier onduleur 44 et le deuxième onduleur 52 sont des onduleurs réversibles.

Avantageusement, dans la présente architecture électrique, le premier réseau propulsif 16 et le premier réseau alternatif 46 s'équilibrent et fonctionnent à un point de fonctionnement optimisé par rapport aux pertes. De la même façon, le deuxième réseau propulsif 18 et le deuxième réseau alternatif 54 fonctionnent à un point de fonctionnement optimisé par rapport aux pertes.

L'architecture électrique 2 comporte en outre dans sa partie non propulsive 6 un boîtier électronique 60 connecté entre le premier onduleur et le deuxième onduleur. Le boîtier électronique 60 est un boîtier de commande. En particulier, il est apte à commander la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le premier onduleur 44 et la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le deuxième onduleur 52 de manière à les synchroniser.

De préférence, le boîtier électronique 60 est également propre à asservir la phase de la tension alternative générée par le deuxième onduleur 52 à la phase de la tension alternative générée par le premier onduleur 44.

Le boîtier électronique 60 est également propre à asservir les signaux de

synchronisation de la tension alternative générée par le deuxième onduleur 52 aux signaux de synchronisation de la tension alternative générée par le premier onduleur 44.

Avantageusement, les connexions du premier réseau propulsif 18 au deuxième réseau alternatif 54 ou du deuxième réseau alternatif 18 au premier réseau alternatif 46 peuvent, peuvent, grâce à cette synchronisation, s'effectuer sans trou de tension pour les charges alimentées par les réseaux alternatifs. En effet, grâce à une synchronisation en fréquence et en phase, le premier onduleur et le deuxième onduleur peuvent être mis en parallèle et assurer ainsi un recouvrement pendant les séquences d'ouvertures et de fermetures des interrupteurs du premier réseau alternatif 46 et du deuxième réseau alternatif 54.

Selon un premier mode de réalisation, le boîtier électronique 60 est propre à asservir la fréquence de la tension alternative générée par le deuxième onduleur 52 à la fréquence de la tension alternative générée par le premier onduleur 44.

Selon un deuxième mode de réalisation, le premier onduleur 44 et le deuxième onduleur 52 sont commandés par le boîtier électronique 60 pour générer en sortie une tension alternative triphasée à une fréquence de 400 Hertz.

Avantageusement, la fréquence fixe de 400 Hertz permet de dimensionner au plus juste toutes les charges à composants magnétiques (moteurs, pompes, transformateur de tension etc) qui n'ont plus à prendre en compte la fréquence basse de 350 Hertz. Il en résulte un gain de masse de l'ordre de 10% pour les transformateurs de tension. Avantageusement les moteurs et pompes peuvent être dimensionnées à leur point de fonctionnement à 400 Hertz. Ainsi, ils peuvent fonctionner à leur rendement de fonctionnement optimal.

Le premier réseau de distribution électrique alternatif 46 et le deuxième réseau de distribution électrique alternatif 54 sont appelés ci-après premier réseau alternatif 46 et respectivement deuxième réseau alternatif 54. Ils comprennent chacun au moins une barre de connexion 50, 58 qui est propre à alimenter les équipements de services aux passagers tels que les commodités, les éclairages, les systèmes de divertissement et les cuisines. Il correspond en partie au réseau électrique de bord appelé « réseau ATA24 ».

L'architecture électrique 2 comporte de plus dans sa partie non propulsive 6 un boîtier de connexion 62 destiné à être connecté à un groupe auxiliaire de puissance 63 de type « APU ». Le boîtier de connexion 62 est connecté entre le premier réseau

alternatif 46 et le deuxième réseau alternatif 54. Le groupe auxiliaire de puissance 63 génère une tension alternative triphasée à fréquence fixe qui peut être utilisé au sol pour alimenter les réseaux alternatifs 46, 54. Le groupe auxiliaire de puissance 63 est représenté en pointillé sur la figure 1.

- 5 L'architecture électrique 2 comporte en outre dans sa partie non propulsive 6 un premier interrupteur 48 propre à connecter le premier réseau électrique propulsif 16 au premier réseau électrique alternatif 46, un deuxième interrupteur 56 est propre à connecter le deuxième réseau électrique propulsif 18 au premier réseau électrique alternatif 54.
- 10 Sur la figure 1, le premier interrupteur 48 est connecté entre le premier onduleur 44 et le premier réseau alternatif 46. En variante, le premier interrupteur 48 est connecté entre le premier onduleur 44 et le premier réseau propulsif 16. De la même façon, le deuxième interrupteur 56 est connecté entre le deuxième onduleur 52 et le deuxième réseau alternatif 18 ou entre le deuxième onduleur 52 et le deuxième réseau
- 15 propulsif 18.
- L'architecture électrique 2 comporte en outre dans sa partie non propulsive 6 un troisième interrupteur 64 connecté entre le premier réseau alternatif 46 et le premier boîtier de connexion 62, et un quatrième interrupteur 66 connecté entre le premier boîtier de connexion 62 et le deuxième réseau alternatif 54.
- 20 Lorsque le premier et le deuxième onduleurs sont réversibles, ils peuvent convertir de la tension alternative triphasé provenant du groupe auxiliaire de puissance 63 en tension continue pour la fournir aux premier et deuxième réseaux propulsifs lors des séquences de démarrage, de mise sous tension ou pendant des modes dégradés. De même lorsque le premier et le deuxième onduleurs sont réversibles, ils peuvent
- 25 convertir de la tension alternative triphasé provenant du groupe auxiliaire de puissance 63 en tension continue pour la fournir aux premier 36 et deuxième 42 accumulateur.

REVENDICATIONS

1. Architecture électrique (2) pour aéronef comprenant :

- un premier réseau (16) de distribution électrique propulsif propre à distribuer une haute tension continue,
- un deuxième réseau (18) de distribution électrique propulsif propre à distribuer une haute tension continue,
- un premier réseau (46) de distribution électrique alternatif apte à distribuer une tension alternative triphasée,
- un deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif apte à distribuer une tension alternative triphasée,
- un premier onduleur (44) connecté entre le premier réseau (16) de distribution électrique propulsif et le premier réseau (46) de distribution électrique alternatif,
- un deuxième onduleur (52) connecté entre le deuxième réseau (18) de distribution électrique propulsif et le deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif,
- un boîtier électronique (60), caractérisé en ce que le boîtier électronique (60) est connecté au premier onduleur (44) et au deuxième onduleur (52) pour commander la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le premier onduleur et la fréquence de la tension alternative triphasée générée par le deuxième onduleur, le boîtier électronique (60) étant propre à asservir la phase de la tension alternative générée par le deuxième onduleur (52) à la phase de la tension alternative générée par le premier onduleur (44).

2. Architecture électrique (2) selon la revendication 1, dans laquelle le boîtier électronique (60) est propre à asservir les signaux de synchronisation de la tension alternative générée par le deuxième onduleur (52) aux signaux de synchronisation de la tension alternative générée par le premier onduleur (44).

3. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans laquelle le premier onduleur (44) et le deuxième onduleur (52) sont commandés pour générer en sortie une tension alternative triphasée à une fréquence de 400 Hertz.

4. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle au moins un onduleur parmi le premier onduleur (44) et le deuxième onduleur (52) est un onduleur réversible.

5. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, qui comporte :
- un premier interrupteur (48) propre à connecter le premier réseau (16) de distribution électrique propulsif au premier réseau (46) de distribution électrique alternatif ;
 - un deuxième interrupteur (56) propre à connecter le deuxième réseau (18) de distribution électrique propulsif au deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif ;
 - au moins un troisième interrupteur (64, 66) propre à connecter le premier réseau (46) de distribution électrique alternatif au deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif.
6. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui comporte un boîtier de connexion (62) adapté pour être connecté à un groupe auxiliaire de puissance, ledit boîtier de connexion (62) étant connecté entre le premier réseau (46) de distribution électrique alternatif et le deuxième réseau (54) de distribution électrique alternatif.
7. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le premier réseau de distribution électrique propulsif (16) comporte en outre un premier accumulateur (36) connecté au premier onduleur (44).
8. Architecture électrique (2) selon l'une quelconque des revendication 1 à 7 comportant :
- une turbomachine ayant un arbre basse pression (20) et un arbre haute pression (22),
 - une première machine électrique basse pression (8) couplée à l'arbre basse-pression (20) de la turbomachine, et
 - une première machine électrique haute pression (12) couplée à l'arbre haute-pression (22) de la turbomachine, la première machine électrique basse pression (8) et la première machine électrique haute pression (12) étant connectées au premier boîtier de distribution électrique (32).
9. Architecture électrique (2) selon la revendication 8 comportant en outre une deuxième machine électrique basse pression (10) couplée à l'arbre basse-pression (20) de la turbomachine et une deuxième machine électrique haute pression (14) couplée à l'arbre haute-pression (22) de la turbomachine, la deuxième machine électrique basse pression (10) et la deuxième machine

électrique haute pression (14) étant connectées au deuxième boîtier de distribution électrique (38).

10. Architecture électrique selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, dans lequel au moins une machine électrique basse pression (8, 10) et au moins une machine électrique haute pression (12, 14) sont des moteurs électriques réversibles.

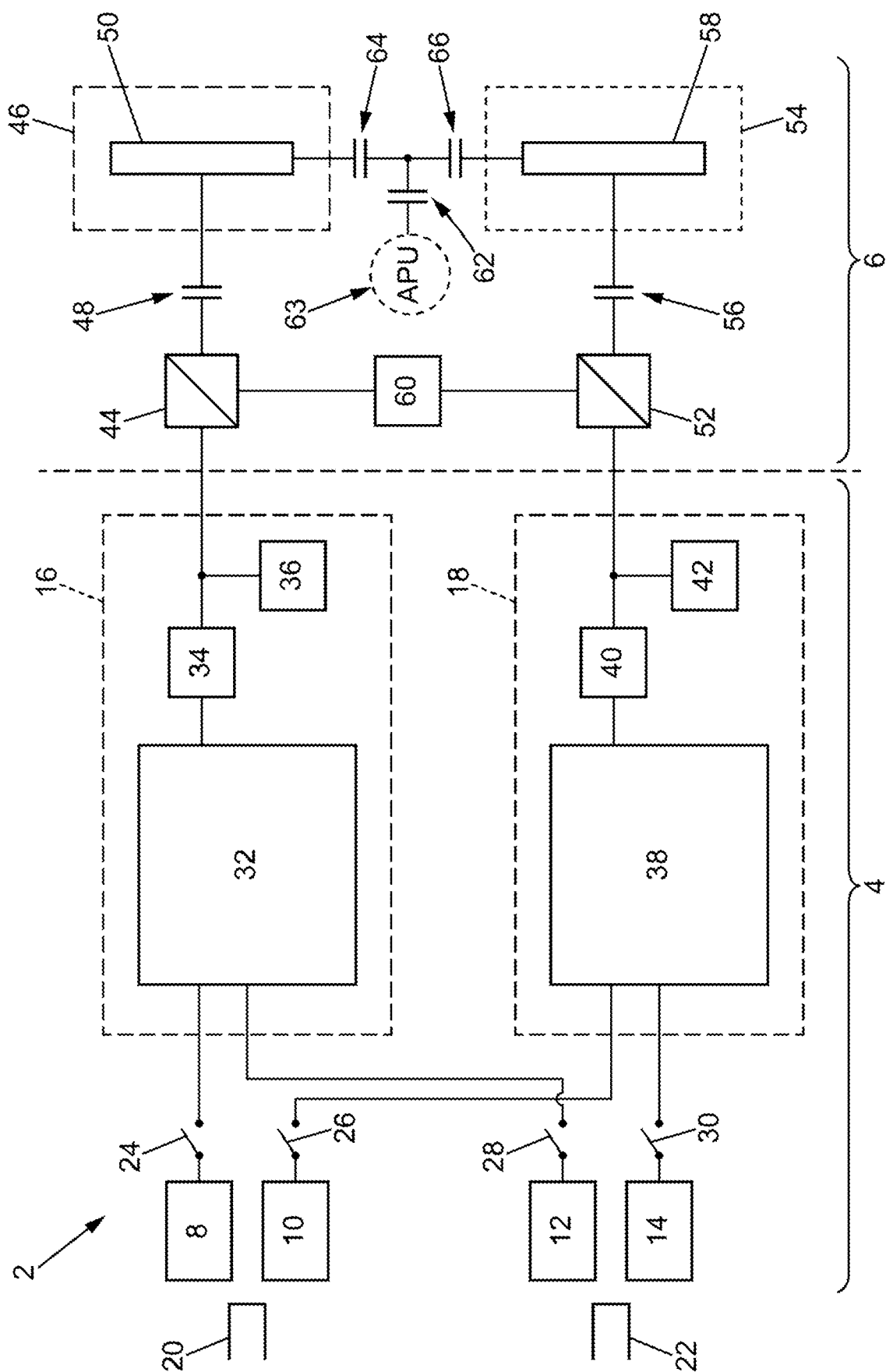


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051202**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02J 4/00(2006.01)i; **B64D 33/00**(2006.01)i; **H02J 3/40**(2006.01)i; **H02J 3/42**(2006.01)i; **H02J 9/06**(2006.01)n;
B64D 41/00(2006.01)n

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012025604 A1 (BAUMANN CEDRIC [FR] ET AL) 02 February 2012 (2012-02-02) figure 11	1, 2 and 7-10
Y	EP 1921741 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 14 May 2008 (2008-05-14) paragraphs [0036], [0054], [0055]; figures 6A, 6B, 6C	1-6
Y	EP 3790140 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 10 March 2021 (2021-03-10) figure 9	1, 2 and 5
Y	RAHROVI BABAK ET AL. "A Review of the More Electric Aircraft Power Electronics" 2019 IEEE TEXAS POWER AND ENERGY CONFERENCE (TPEC), IEEE, 07 February 2019 (2019-02-07), pages 1-6 DOI: 10.1109/TPEC.2019.8662158 XP033527384 figure 3	1, 2 and 6



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

08 August 2022

Date of mailing of the international search report

18 August 2022

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

Tchegho Kamdem, A

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051202

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	BARZKAR ASHKAN ET AL. "Electric Power Systems in More and All Electric Aircraft: A Review" <i>IEEE ACCESS, IEEE, USA</i> , Vol. 8, 15 September 2020 (2020-09-15), pages 169314-169332 DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3024168 XP011810560 figure 5	1, 2 and 6
Y	US 2020389127 A1 (HUANG JIAN [US]) 10 December 2020 (2020-12-10) figure 2	1, 2 and 5
Y	EP 0570976 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 24 November 1993 (1993-11-24) column 1, line 56 to column 2, line 4; column 5, lines 25-37; column 6, lines 30-40; figure 1	1-10
Y	US 6806589 B1 (SUTTIE PETER J [US]) 19 October 2004 (2004-10-19) column 1, lines 5-10 and 42-56; claims 1, 4, 5 and 13; figure 1	1
Y	US 2018216526 A1 (DALAL MANISH ASHVINKUMAR [US] ET AL) 02 August 2018 (2018-08-02) figure 2	8
Y	WO 2021099720 A1 (SAFRAN [FR]; SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR] ET AL.) 27 May 2021 (2021-05-27) page 18, lines 25-27; claim 1; figure 1	8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2022/051202

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2012025604	A1	02 February 2012	CN	102347610	A	08 February 2012
				FR	2963499	A1	03 February 2012
				US	2012025604	A1	02 February 2012
EP	1921741	A2	14 May 2008	EP	1921741	A2	14 May 2008
				US	2008111420	A1	15 May 2008
EP	3790140	A1	10 March 2021	CN	112467710	A	09 March 2021
				EP	3790140	A1	10 March 2021
				GB	2587667	A	07 April 2021
				US	2021075331	A1	11 March 2021
US	2020389127	A1	10 December 2020	NONE			
EP	0570976	A2	24 November 1993	DE	69309772	T2	04 September 1997
				EP	0570976	A2	24 November 1993
				JP	2758782	B2	28 May 1998
				JP	H05328638	A	10 December 1993
				US	5422518	A	06 June 1995
US	6806589	B1	19 October 2004	NONE			
US	2018216526	A1	02 August 2018	CN	108374724	A	07 August 2018
				US	2018216526	A1	02 August 2018
WO	2021099720	A1	27 May 2021	CN	114728699	A	08 July 2022
				FR	3103647	A1	28 May 2021
				WO	2021099720	A1	27 May 2021

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051202

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	RAHROVI BABAK ET AL: "A Review of the More Electric Aircraft Power Electronics", 2019 IEEE TEXAS POWER AND ENERGY CONFERENCE (TPEC), IEEE, 7 février 2019 (2019-02-07), pages 1-6, XP033527384, DOI: 10.1109/TPEC.2019.8662158 figure 3 -----	1, 2, 6
Y	BARZKAR ASHKAN ET AL: "Electric Power Systems in More and All Electric Aircraft: A Review", IEEE ACCESS, IEEE, USA, vol. 8, 15 septembre 2020 (2020-09-15), pages 169314-169332, XP011810560, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3024168 figure 5 -----	1, 2, 6
Y	US 2020/389127 A1 (HUANG JIAN [US]) 10 décembre 2020 (2020-12-10) figure 2 -----	1, 2, 5
Y	EP 0 570 976 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 24 novembre 1993 (1993-11-24) colonne 1, ligne 56 à colonne 2, ligne 4; colonne 5, lignes 25-37; colonne 6, lignes 30-40; figure 1 -----	1-10
Y	US 6 806 589 B1 (SUTTIE PETER J [US]) 19 octobre 2004 (2004-10-19) colonne 1, lignes 5-10, 42-56; revendications 1, 4, 5, 13; figure 1 -----	1
Y	US 2018/216526 A1 (DALAL MANISH ASHVINKUMAR [US] ET AL) 2 août 2018 (2018-08-02) figure 2 -----	8
Y	WO 2021/099720 A1 (SAFRAN [FR]; SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR] ET AL.) 27 mai 2021 (2021-05-27) page 18, lignes 25-27; revendication 1; figure 1 -----	8-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2022/051202

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012025604	A1	02-02-2012	CN 102347610 A	08-02-2012
			FR 2963499 A1	03-02-2012
			US 2012025604 A1	02-02-2012
EP 1921741	A2	14-05-2008	EP 1921741 A2	14-05-2008
			US 2008111420 A1	15-05-2008
EP 3790140	A1	10-03-2021	CN 112467710 A	09-03-2021
			EP 3790140 A1	10-03-2021
			GB 2587667 A	07-04-2021
			US 2021075331 A1	11-03-2021
US 2020389127	A1	10-12-2020	AUCUN	
EP 0570976	A2	24-11-1993	DE 69309772 T2	04-09-1997
			EP 0570976 A2	24-11-1993
			JP 2758782 B2	28-05-1998
			JP H05328638 A	10-12-1993
			US 5422518 A	06-06-1995
US 6806589	B1	19-10-2004	AUCUN	
US 2018216526	A1	02-08-2018	CN 108374724 A	07-08-2018
			US 2018216526 A1	02-08-2018
WO 2021099720	A1	27-05-2021	CN 114728699 A	08-07-2022
			FR 3103647 A1	28-05-2021
			WO 2021099720 A1	27-05-2021