

(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
3 octobre 2013 (03.10.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/144479 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B64C 25/40 (2006.01) **B64D 41/00** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/050527

(22) Date de dépôt international :
14 mars 2013 (14.03.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1252957 30 mars 2012 (30.03.2012) FR

(71) Déposant : HISPANO-SUIZA [FR/FR]; 18, boulevard
Louis Seguin, F-92700 Colombes (FR).

(72) Inventeurs : VIEILLARD, Sébastien; 61, rue du Trave-
teau, F-77720 La Chapelle Gauthier (FR). LE DUIGOU,
Loïc; 8, rue Théophile Gautier, F-92120 Montrouge (FR).

(74) Mandataire : ERNEST GUTMANN - YVES PLASSE-
RAUD SAS - DESAIX ANNE, RAMEY DANIEL,
VAILLANT JEANNE, PARIS FABIENNE, SELLIN
CAROLE, ROBERT MATHIAS, JOLLY CHRIS-
TOPHE; 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

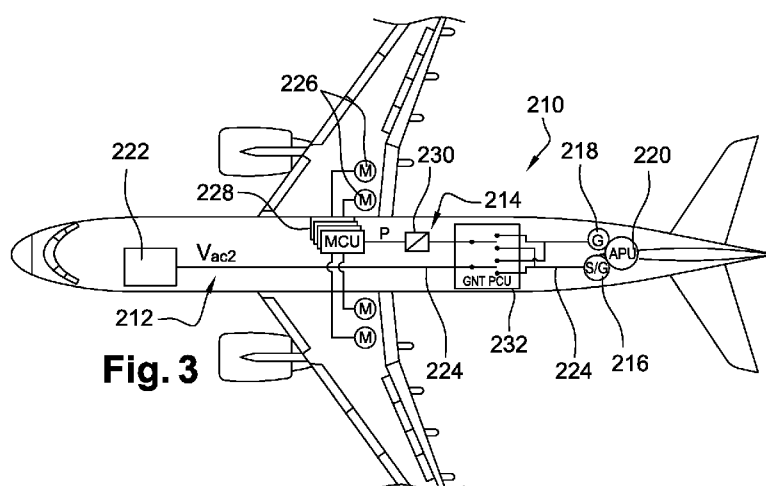
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

Publiée :

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

(54) Title : DEVICE FOR SUPPLYING ELECTRICAL POWER TO AN AIRCRAFT ON THE GROUND

(54) Titre : DISPOSITIF D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE D'UN AÉRONEF AU SOL



(57) Abstract : Device (210) for supplying electrical power to an aircraft on the ground, comprising two electric generator (216, 218) driven by an auxiliary power unit (220), characterized in that the first generator is connected by connection/disconnection means (232) to an aircraft network (212) and to an electric taxiing network (214), so as to supply either an AC voltage Vac2 to the aircraft network when it is connected to this network, or an AC voltage Vac1 or a power P to the taxiing network when it is connected to this network, and in that the second generator is connected by connection/disconnection means (232) to the aircraft or taxiing networks in order to supply the AC voltage Vac2 to one of these networks.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/144479 A1



Dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef au sol Dispositif (210) d'alimentation électrique d'un aéronef au sol, comportant deux générateurs électriques (216, 218) entraînés par un groupe auxiliaire de puissance (220), caractérisé en ce que le premier générateur est relié par des moyens de connexion/déconnexion (232) à un réseau (212) d'aéronef et à un réseau (214) de taxiage électrique, pour fournir soit une tension alternative Vac2 au réseau d'aéronef lorsqu'il est connecté à ce réseau, soit une tension alternative Vac1 ou une puissance P au réseau de taxiage lorsqu'il est connecté à ce réseau, et en ce que le second générateur est relié par des moyens de connexion/déconnexion (232) aux réseaux d'aéronef ou de taxiage pour fournir à l'un de ces réseaux la tension alternative Vac2.

Dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef au sol

La présente invention concerne un dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef au sol, comportant au moins deux réseaux électriques : un
5 réseau électrique d'aéronef, notamment pour l'alimentation de la cabine et du cockpit de l'aéronef, et un réseau de taxiage électrique.

Les demandes FR 10/55457 et FR 10/59612 de la demanderesse décrivent respectivement un dispositif d'alimentation du réseau électrique d'un aéronef, et une architecture électrique pour le traitement de l'énergie
10 régénérée par des actionneurs électriques pendant des opérations de taxiage d'un aéronef.

Le taxiage d'un aéronef est la circulation ou le roulage de cet aéronef au sol, par l'intermédiaire des roues des trains d'atterrissage de l'aéronef. La taxiage est dit électrique lorsque les roues d'au moins un train
15 d'atterrissage de l'aéronef (en général les roues des trains d'atterrissage principaux) sont entraînées par des moteurs électriques, qui font partie du réseau de taxiage.

Les réseaux d'aéronef et de taxiage sont alimentés par au moins un générateur entraîné par un groupe auxiliaire de puissance (ou APU, de
20 l'anglais *Auxiliary Power Unit*).

Dans la technique actuelle, ce groupe auxiliaire de puissance est mis en route par l'intermédiaire d'un démarreur indépendant alimenté par une batterie, et comprend un arbre de sortie d'entraînement du générateur précité.

25 Plusieurs architectures électriques ont été proposées pour l'alimentation des réseaux d'aéronef et de taxiage, à partir de l'énergie fournie par le groupe auxiliaire de puissance.

Une première architecture électrique de la technique antérieure comprend deux générateurs électriques entraînés par le groupe auxiliaire
30 de puissance. Le premier générateur fournit une tension alternative Vac1 (230V) au réseau de taxiage et le second générateur fournit une tension

alternative Vac2 (115V) au réseau d'aéronef. Le réseau de taxiage comprend un boîtier électronique de puissance (appelé MCU, de l'anglais *Motor Control Unit*) pour le pilotage des moteurs électriques d'entraînement des roues de l'aéronef, qui est relié au premier générateur par des moyens
5 de connexion/déconnexion.

L'avantage de cette architecture est que les réseaux de taxiage et d'aéronef sont indépendants l'un de l'autre et sont alimentés par des générateurs distincts. Les contraintes de validation pour la certification du réseau de l'aéronef (du type ATA 24) n'affectent donc pas le réseau de
10 taxiage, qui peut comprendre un boîtier électronique de puissance simplifié, ce qui réduit la masse de ce boîtier (d'environ 50kg).

Toutefois, les deux générateurs précités ont des puissances électriques relativement importantes, respectivement de 120kVA et de 90kVA, qui s'ajoutent à la puissance électrique du démarreur du groupe
15 auxiliaire de puissance. La puissance électrique embarquée dans l'aéronef est donc relativement importante. Du fait de leurs fortes puissances électriques, les générateurs sont lourds et encombrants, et il peut être difficile voire impossible de les monter sur l'arbre de sortie du groupe auxiliaire de puissance.

20 Dans une seconde architecture électrique de la technique antérieure, les réseaux d'aéronef et de taxiage sont alimentés par un générateur commun de forte puissance électrique (150kVA), qui est entraîné par le groupe auxiliaire de puissance. Ce générateur fournit une tension alternative Vac2 (115V) aux réseaux d'aéronef et de taxiage, qui sont reliés
25 au générateur par des moyens de connexion/déconnexion. Le réseau de taxiage comprend un boîtier électronique de puissance relié aux moteurs électriques d'entraînement des roues de l'aéronef.

L'inconvénient de cette architecture électrique est que le réseau de taxiage doit répondre à l'ensemble des normes réseaux (du type ATA24
30 par exemple) applicables à l'aéronef et est alimenté par la tension Vac2 de 115V. Le boîtier électronique de puissance du réseau de taxiage comprend

une fonction de conversion d'énergie permettant d'augmenter le niveau de tension sans polluer le réseau de l'aéronef. Cette fonction est en général assurée par un module ATRU (*Auto Transformer Rectifier Unit*), ce qui entraîne une augmentation significative du poids du boîtier (de l'ordre de 50
5 à 100kg).

On a également proposé, dans une autre architecture électrique connue, d'alimenter le réseau de taxiage d'un aéronef au moyen d'au moins un générateur entraîné par un moteur de l'aéronef, le réseau électrique d'aéronef étant alimenté par un autre générateur entraîné par un
10 groupe auxiliaire de puissance. Cependant, cette architecture oblige à faire fonctionner un moteur, ce qui entraîne une réduction significative des gains de consommation en kérosène attendus pour la fonction taxiage électrique d'un aéronef.

L'invention a notamment pour but de réduire ou d'éliminer de façon simple, efficace et économique au moins une partie des inconvénients précités de la technique antérieure, grâce à une nouvelle architecture électrique pour le taxiage électrique d'un aéronef.

Elle propose à cet effet un dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef au sol, comportant deux générateurs électriques entraînés par un
20 groupe auxiliaire de puissance, le premier générateur étant destiné à alimenter un réseau de taxiage électrique comprenant des moteurs électriques d'entraînement de roues de l'aéronef, et le second générateur étant destiné à alimenter un réseau électrique d'aéronef, caractérisé en ce que le premier générateur est relié par des moyens de
25 connexion/déconnexion sélective aux réseaux d'aéronef et de taxiage, pour fournir une première tension alternative Vac2 au réseau d'aéronef lorsqu'il est connecté à ce réseau, ou une tension alternative plus importante Vac1 ou une puissance P au réseau de taxiage lorsqu'il est connecté à ce réseau, et en ce que le second générateur est relié par des moyens de
30 connexion/déconnexion sélective aux réseaux d'aéronef et de taxiage et

est apte à fournir ladite tension alternative Vac2 au réseau auquel il est connecté.

Dans le dispositif selon l'invention, le premier générateur entraîné par le groupe auxiliaire de puissance est utilisé pour alimenter le réseau de taxiage lorsque l'aéronef doit rouler au sol, et pour alimenter le réseau d'aéronef lorsque le réseau de taxiage n'est pas alimenté. Ce premier générateur dit « hybride » est capable de fournir sélectivement une tension Vac1 d'alimentation du réseau de taxiage ou une tension Vac2 d'alimentation du réseau d'aéronef. En variante, le premier générateur peut fournir sélectivement une puissance P d'alimentation du réseau de taxiage, ou une tension Vac2 d'alimentation du réseau d'aéronef. Le second générateur est utilisé pour alimenter le réseau d'aéronef lorsque le premier générateur alimente le réseau de taxiage électrique. Ce deuxième générateur est avantageusement dimensionné pour fournir uniquement des besoins à l'avion au sol, ce qui permet de réduire la puissance électrique embarquée et donc le volume installé dans l'avion. Les moyens de connexion/déconnexion sont pilotés pour relier, pendant le taxiage, le premier générateur au réseau de taxiage (pour son alimentation en tension Vac1 ou en puissance P) et le second générateur au réseau d'aéronef (pour son alimentation en tension Vac2), et pour relier, pendant les autres phases de fonctionnement de l'aéronef, le premier générateur au réseau d'aéronef pour son alimentation en tension Vac2, le second générateur étant alors à l'arrêt.

Selon une caractéristique de l'invention, le deuxième générateur est utilisé pour alimenter le réseau de taxiage lorsque le premier générateur est défectueux ou est en panne. Il y a ainsi redondance des moyens d'alimentation électrique du réseau de taxiage. Les moyens de connexion/déconnexion sont pilotés pour relier le second générateur au réseau de taxiage (pour son alimentation en tension Vac2) lorsqu'une défaillance du premier générateur est détectée, par exemple par son moyen de contrôle du type GCU (de l'anglais *Generator Control Unit*).

Dans le cas précité, le réseau de taxiage est alimenté avec la tension Vac2 qui est inférieure à la tension Vac1. Bien que la puissance fournie par le second générateur puisse ne pas être suffisante pour une utilisation optimale du taxiage, elle est toutefois suffisante pour notamment
5 assurer la fonction marche arrière du taxiage, qui ne nécessite par une puissance relativement importante. L'invention permet ainsi d'assurer la disponibilité de la fonction marche arrière du réseau de taxiage, même en cas de panne de son générateur principal. La fiabilité de la fonction taxiage n'est plus ainsi limitée par la fiabilité de son générateur principal, car un
10 générateur secondaire reste disponible pour alimenter le réseau taxiage.

L'invention permet de concevoir le réseau de taxiage sans les contraintes imposées par les normes applicables au réseau propre à l'aéronef du type ATA 24 et de réduire les contraintes de pollution harmonique associée à la fonction taxiage.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, un des deux générateurs est un générateur/démarrreur apte à démarrer le groupe auxiliaire de puissance et peut remplacer ainsi le démarrreur indépendant utilisé dans la technique antérieure, ce qui représente un gain de poids significatif. De plus, ce générateur/démarrreur est monté sur le groupe
20 auxiliaire de puissance à la place du démarrreur (c'est-à-dire sur le pignon du groupe généralement dédié au démarrreur de la technique antérieure) et ne gêne donc pas le montage de l'autre générateur sur l'arbre de sortie du groupe auxiliaire de puissance.

Le dispositif selon l'invention comprend également un boîtier
25 électronique de puissance qui est relié au générateur/démarrreur pour le pilotage du démarrage du groupe auxiliaire de puissance. Ce boîtier peut comprendre des moyens de commande du type GCU (de l'anglais *Generator Control Unit*) qui régulent le courant ou la tension de sortie du générateur/démarrreur et le protègent en cas de surcharge électrique.

30 Le premier générateur est de préférence un générateur synchrone à trois étages à excitation rotorique bobinée. La variation de l'excitation

rotorique permet soit de faire varier la tension de sortie du générateur, entre les valeurs Vac1 et Vac2, soit de passer d'un générateur de tension (délivrant une tension alternative Vac2 sensiblement constante) à un générateur de courant/puissance délivrant un courant ou une puissance, en
5 fonction du besoin de taxiage sensiblement constant, par exemple une puissance de 150kW.

Le premier générateur peut fournir une tension de 115Vac(Vac2) et une puissance de 90kVA lorsqu'il est connecté au réseau d'aéronef ou une tension de 230Vac(Vac1) et une puissance de 150kW (cas d'un générateur
10 régulé en tension ou en puissance) lorsqu'il est connecté au réseau de taxiage.

Le second générateur peut fournir une puissance électrique suffisante pour alimenter l'aéronef au sol, et une tension Vac2 de 115V à 400Hz. Le second générateur est alors dimensionner pour couvrir le besoin
15 électrique au sol de l'aéronef et non plus sur tout le cycle de vol. La puissance électrique embarquée dans l'aéronef pour son fonctionnement au sol est donc nettement inférieure à celle utilisée dans la technique antérieure, décrite ci-dessus. Par ailleurs, du fait de sa faible puissance électrique, le second générateur est peu encombrant et peut être entraîné
20 avec le premier générateur par l'arbre de sortie du groupe auxiliaire de puissance. La puissance (transitoire ou non) du second générateur est toutefois suffisante pour assurer la fonction marche arrière du réseau de taxiage.

La présente invention concerne également un procédé
25 d'alimentation électrique d'un aéronef au sol, au moyen d'un dispositif tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à alimenter le réseau de taxiage au moyen du premier générateur et le réseau d'aéronef au moyen du second générateur, et une étape consistant à alimenter le réseau d'aéronef au moyen du premier générateur quand la
30 fonction de taxiage n'est pas utilisée, le second générateur étant alors hors service.

Avantageusement, le premier générateur est un générateur synchrone à trois étages à excitation rotorique bobinée, et l'excitation de ce générateur est commandée par un boîtier électronique de puissance pour passer d'un générateur de tension Vac1 à un générateur de tension Vac2
5 ou d'un générateur de puissance P à un générateur de tension Vac2.

Le procédé comprend de préférence une étape consistant à alimenter le réseau de taxiage par le second générateur quand le premier générateur est défectueux.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails
10 et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 et 2 représentent chacune de manière schématique un dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef selon la technique
15 antérieure ;
- la figure 3 représente de manière schématique un dispositif d'alimentation électrique d'un aéronef selon la présente invention ;
- les figures 3a, 3b et 3c représentent de manière schématique des moyens de connexion/déconnexion du dispositif selon l'invention, et illustrent des
20 étapes du procédé selon l'invention d'alimentation des réseaux de taxiage et de l'aéronef, du réseau d'aéronef, et du réseau de taxiage, respectivement ;
- la figure 4 représente de manière schématique un générateur synchrone à trois étages à excitation rotorique bobinée selon l'invention ; et
- 25 - les figures 5 et 6 représentent de manière schématique des variantes de réalisation du dispositif d'alimentation électrique selon l'invention.

On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente un aéronef équipé d'un dispositif 10 de la technique antérieure pour l'alimentation électrique d'un réseau 12 d'aéronef, notamment pour l'alimentation d'équipements
30 des cabines de pilotage et des passagers de l'aéronef, et d'un réseau 14 de taxiage électrique.

Chaque réseau 12, 14 est alimenté par un générateur électrique 16, 18 entraîné par un groupe auxiliaire de puissance 20, désigné par l'acronyme APU (*Auxiliary Power Unit*) dans ce qui suit.

L'APU 20 est situé à l'arrière du fuselage de l'aéronef et comprend
5 un arbre de sortie (non représenté) d'entraînement des rotors des générateurs 16, 18. L'APU 20 est équipé d'un démarreur (non représenté) indépendant, qui est relié à une batterie et à des moyens de pilotage du démarrage de l'APU.

Le générateur 16 a une puissance électrique de 90kVA et fournit une
10 tension alternative Vac2 de 115v au réseau 12, ce dernier étant schématiquement représenté en figure 1 par un boîtier de distribution primaire 22 reliée par un harnais électrique 24 au générateur 16.

Le générateur 18 a une puissance électrique de 120kVA et fournit
une tension alternative Vac1 de 230v au réseau de taxiage 14, qui est
15 schématiquement représenté par quatre moteurs (M) 26, reliés à un boîtier électronique de puissance (MCU, de l'anglais *Motor Control Unit*) 28, qui est lui-même relié par un redresseur 30 au générateur 18. La sortie du générateur 18 est reliée au réseau de taxiage 14 par des moyens 32 de connexion/déconnexion qui permettent d'isoler le générateur du réseau de
20 taxiage 14 lorsque la fonction taxiage n'est pas recherchée, par exemple lorsque l'aéronef est en vol.

Cette architecture électrique présente les inconvénients décrits plus haut, qui sont principalement dus aux puissances électriques relativement importantes des générateurs 16, 18 (respectivement de 90kVA et de
25 120kVA), à leur poids et à leur encombrement.

La figure 2 représente un aéronef équipé d'un autre dispositif 110 de la technique antérieure pour l'alimentation électrique du réseau 112 d'aéronef et du réseau de taxiage 114.

Les réseaux 112, 114 sont alimentés par un générateur électrique
30 commun 116 qui est entraîné par un APU 120.

La sortie du générateur 116 est reliée aux réseaux 112, 114 par des moyens 132 de connexion/déconnexion et fournit à ces réseaux une tension alternative Vac2 de 115v.

5 Le boîtier électronique de puissance (MCU) 128 du réseau de taxiage 114 comprend un module ATRU (*Auto Transformer Rectifier Unit*) de conversion d'énergie permettant d'augmenter le niveau de tension fourni par le générateur 116.

10 Cette autre architecture électrique présente également des inconvénients, qui sont principalement dus au fait que le module ATRU entraîne une augmentation significative du poids du boîtier électronique de puissance (MCU) 128, et que le réseau de taxiage 114 doit répondre à l'ensemble des standards de certification applicables au réseau 112 d'aéronef 12 (du type ATA 24).

15 L'invention permet de remédier à au moins une partie des inconvénients des techniques antérieures grâce à l'alimentation du réseau de taxiage et du réseau propre à l'aéronef au moyen de deux générateurs, dont un est « hybride », chacun de ces générateurs permettant d'alimenter de façon sélective ces deux réseaux.

20 La figure 3 représente un mode préféré de réalisation du dispositif 210 selon l'invention, dans lequel un APU 220, situé à l'arrière du fuselage d'un aéronef, entraîne les rotors de deux générateurs électriques 216, 218 indépendants.

25 La sortie du générateur 216 est reliée par des moyens 232 de connexion/déconnexion à l'entrée d'un boîtier de distribution primaire 222 du réseau d'aéronef, la ou les sorties de ce boîtier 222 étant par exemple reliées à des équipements du cockpit et à différents compartiments du fuselage de l'aéronef. Les liaisons électriques entre le boîtier 222, les moyens 232 et le générateur 216 sont établies par des harnais électriques 224.

Le générateur 216 a une puissance électrique comprise entre 30 et 40kVA et fournit aux réseaux 212, 214 d'aéronef et de taxiage une tension alternative Vac2, qui est par exemple de 115V à 400Hz.

La sortie du générateur 218 est reliée par des moyens 232 de connexion/déconnexion à l'entrée d'un redresseur 230 du réseau de taxiage, la sortie du redresseur 230 étant reliée à l'entrée d'un boîtier électronique de puissance (MCU) 228 qui alimente des moteurs 226 d'entraînement des roues des trains d'atterrissage principaux de l'aéronef. Ces moteurs 226 peuvent être au nombre de quatre.

Dans l'exemple représenté, les moyens 232 de connexion/déconnexion des générateurs 216, 218 aux réseaux 212, 214 sont formés par un boîtier GNTPCU (*Green Taxiing Power Control Unit*) commun comportant des contacteurs ou analogues aptes à établir des liaisons électriques entre le générateur 218 et le réseau de taxiage 214, entre le générateur 218 et le réseau d'aéronef 212, entre le générateur 216 et le réseau d'aéronef 212, et entre le générateur 216 et le réseau de taxiage 214. Le boîtier GNTPCU permet de gérer les configurations électriques de l'aéronef au moyen des contacteurs et comprend en outre au moins une carte du type GCU (*Generator Control Unit*) pour piloter l'excitation du générateur 218, comme cela sera décrit dans ce qui suit.

Le générateur 218 a une puissance électrique de l'ordre de 90kVA par exemple et est apte à alimenter le réseau de taxiage 214 et le réseau d'aéronef 212.

Lorsque la fonction taxiage n'est pas utilisée, la sortie du générateur 218 est reliée par les moyens 232 au réseau d'aéronef 212 et fournit à ce réseau une tension alternative Vac2, qui est par exemple de 115v à 400Hz. La sortie du générateur 218 peut être déconnectée du réseau de taxiage 214 par l'intermédiaire des moyens 232. La sortie du générateur 216 peut également être déconnectée du réseau 212 par l'intermédiaire des moyens 232. Les contacteurs du boîtier GNTPCU sont alors dans les positions telles que représentées dans la figure 3b.

Lorsque la fonction taxiage doit être utilisée, la sortie du générateur 216 est reliée par les moyens 232 au réseau d'aéronef 212 et fournit à ce réseau une tension alternative Vac2, qui est par exemple de 115v à 400Hz. La sortie du générateur 218 est reliée par les moyens 232 au réseau de taxiage 214 et fournit à ce réseau une tension alternative Vac1, qui est par exemple de 230v à 400Hz, ou une puissance P, qui est par exemple de 150kW à 230v. Les contacteurs du boîtier GNTPCU sont alors dans les positions telles que représentées dans la figure 3a.

Lorsque la fonction de taxiage doit être utilisée mais que le générateur 218 est en panne ou est défectueux, la sortie du générateur 216 est reliée par les moyens 232 au réseau de taxiage 214 et fournit à ce réseau la tension alternative Vac2. Cette tension est suffisante pour contrôler la fonction marche arrière du réseau de taxiage. La sortie du générateur 218 peut être déconnectée du réseau de taxiage 214 par l'intermédiaire des moyens 232. Les contacteurs du boîtier GNTPCU sont alors dans les positions telles que représentées dans la figure 3c.

Le redresseur 230 est du type AC/DC et permet de convertir la tension alternative Vac1 en tension continue Vdc1 ou la tension Vac2 en tension continue Vdc2. Le boîtier MCU 228 peut comprendre des contacteurs et au moins un convertisseur d'énergie comportant chacun un ou plusieurs onduleurs. De façon avantageuse, ces onduleurs fonctionnent simplement en mode aiguilleur de courant lorsque le générateur 218 fournit un courant ou une puissance au réseau de taxiage 214.

Le générateur 216 est de préférence un générateur/démarrreur (S/G), qui peut être utilisé en mode « moteur » quand on lui fournit de l'énergie, pour démarrer l'APU 220. Ceci permet de supprimer le démarreur qui était dédié au démarrage de l'APU dans la technique antérieure. Le générateur 216 de faible puissance est monté sur l'APU 220 à la place du démarreur d'origine, ce qui permet de ne pas gêner l'implantation du générateur 218 sur l'arbre de sortie de l'APU 220.

En variante, c'est le générateur 218 qui est utilisé pour démarrer l'APU 220. Le générateur 218, qui est apte à fournir de façon sélective deux tensions Vac1 et Vac2 ou une tension Vac2 et une puissance P, est avantageusement un générateur synchrone à trois étages à excitation
5 rotorique bobinée, dont le principe de fonctionnement est schématiquement représenté en figure 4.

Le générateur 218 comporte un rotor principal bobiné 250 entraîné par l'arbre de sortie 248 de l'APU à l'intérieur d'un stator principal bobiné 252. Le générateur 218 est du type à trois étages (trois ensembles
10 rotor/stator) et comprend en plus de l'ensemble rotor principal 250 / stator principal 252, un rotor 254 et un stator 256 à aimants permanents et un rotor 258 et un stator 260 d'une excitatrice, les rotors 254, 258 à aimants permanents et de l'excitatrice étant solidaires de l'arbre de sortie 248 de l'APU.

15 La sortie du rotor 258 de l'excitatrice est reliée à l'entrée d'un redresseur à diodes 262, qui est solidaire de l'arbre 248, et dont la sortie est reliée à l'entrée du rotor principal 250.

L'entrée du stator 260 de l'excitatrice et la sortie du stator 256 à aimants permanents sont reliées à des moyens 264 de régulation et de
20 commande comportant au moins une carte GCU qui régule le courant ou la tension du générateur 218 et le protège en cas de surcharge électrique. Ces moyens 264 sont également reliés à la sortie du stator principal 252 et comprennent des moyens de détection de la tension ou du courant délivré aux réseaux 212, 214 de l'aéronef. Les moyens 264 peuvent être logés
25 dans le boîtier GNTPCU.

Le générateur 218 peut ainsi fonctionner de la façon suivante.

L'arbre de sortie 248 de l'APU 220 entraîne le rotor principal 250 du générateur 218 à une vitesse prédéterminée. Les moyens 264 de
régulation et de commande régulent l'alimentation du stator 260 de
30 l'excitatrice de façon à générer un champ magnétique induisant un courant dans le rotor 258 de l'excitatrice, ce courant sortant du rotor 258 et étant

redressé par le redresseur 262 avant d'alimenter le rotor principal 250 pour induire une tension ou un courant donné dans le stator principal 252 du troisième étage du générateur. Le rotor 254 et le stator 256 à aimants permanents permettent notamment de signaler aux moyens 264 la vitesse
5 de rotation de l'arbre 248.

Le rotor principal 250 induit un courant ou une tension dans le stator principal 252 qui est destiné à alimenter l'un ou l'autre des réseaux 212, 214 précités. Les moyens 264 pilotent l'excitation du générateur 218 en fonction de la tension ou du courant détecté en sortie de ce générateur, de
10 façon à ce que ce dernier délivre une tension définie (V_{Ac1} ou V_{Ac2}) sensiblement constante ou possiblement variable pour alimenter notamment le réseau de taxiage et soit assimilable à un générateur de tension, ou délivre un courant ou une puissance sensiblement constant et soit assimilable à un générateur de courant/puissance pour alimenter
15 notamment le réseau de taxiage.

La variation de l'excitation du générateur 218 permet de passer d'un mode de régulation de tension V_{Ac2} (pour l'alimentation du réseau 212 en V_{Ac2} , par exemple de 115V) à un mode de régulation de puissance P (pour l'alimentation du réseau 214 en puissance P, par exemple de 150kW), ou
20 d'un mode de régulation de tension V_{Ac2} (pour l'alimentation du réseau 212 en V_{Ac2} , par exemple de 115V) à un mode de régulation de tension V_{Ac1} (pour l'alimentation du réseau 214 en tension V_{Ac1} , par exemple de 230V).

Le générateur 218 fournit de préférence une tension de 115Vac et
25 une puissance de 90kVA lorsqu'il est connecté au réseau d'aéronef, et une puissance de 150KW lorsqu'il est connecté au réseau de taxiage.

Dans la variante de réalisation de la figure 5, un boîtier électronique de puissance 270 du type SBU (*Starter Box Unit*) est branché sur le harnais 224, en parallèle du boîtier 222. Ce boîtier 270 est utilisé pour piloter le
30 démarrage de l'APU 220 par l'intermédiaire du générateur/démarrreur 216

ou 218. Dans ce cas, les logiques de pilotage des contacteurs du boîtier GNTPCU (moyens 232) peuvent être adaptées en conséquence.

La variante de réalisation de la figure 6 diffère de celle de la figure 4 en ce que le boîtier MCU est remplacé par un boîtier MSCU ou MSU 272
5 (*Motor Starter Unit*). Ce boîtier MSU 272 intègre une partie de l'électronique de puissance du boîtier GNTPCU pour piloter le démarrage de l'APU 220 par l'intermédiaire du générateur/démarrreur 216 ou 218.

Le système électrique de démarrage de l'APU qui est utilisé dans la présente invention peut être du type de celui décrit dans la demande WO-
10 A2-2010/079308 de la demanderesse

Dans encore une autre variante non représentée, le réseau de taxiage comprend un nombre de moteurs (M) 226 différent de quatre, et par exemple de deux.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (210) d'alimentation électrique d'un aéronef au sol, comportant deux générateurs électriques (216, 218) entraînés par un
5 groupe auxiliaire de puissance (220), le premier générateur étant destiné à alimenter un réseau (214) de taxiage électrique comprenant des moteurs électriques (226) d'entraînement de roues de l'aéronef, et le second générateur étant destiné à alimenter un réseau électrique (212) d'aéronef, caractérisé en ce que le premier générateur est relié par des moyens de
10 connexion/déconnexion sélective (232) aux réseaux d'aéronef et de taxiage, et est apte à fournir une première tension alternative Vac2 au réseau d'aéronef lorsqu'il est connecté à ce réseau, ou une tension alternative plus importante Vac1 ou une puissance P au réseau de taxiage lorsqu'il est connecté à ce réseau, et en ce que le second générateur est
15 relié par des moyens de connexion/déconnexion sélective (232) aux réseaux d'aéronef et de taxiage et est apte à fournir la première tension alternative Vac2 au réseau auquel il est connecté.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'un des générateurs (216, 218) est un générateur/démarrreur apte à démarrer le
20 groupe auxiliaire de puissance (220).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend un boîtier électronique de puissance (228, 270, 272) relié au générateur/démarrreur (216, 218) pour le pilotage du démarrage du groupe auxiliaire de puissance (220).
- 25 4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier générateur (218) est un générateur synchrone à trois étages à excitation rotorique bobinée.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier générateur (218) fournit une tension de 115Vac(Vac2)
30 à 400Hz et une puissance de 90kVA lorsqu'il est connecté au réseau d'aéronef.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier générateur (218) fournit une puissance de 150kW lorsqu'il est connecté au réseau de taxiage.
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le second générateur (216) fournit une puissance électrique d'alimentation de charges électriques de l'aéronef au sol, et une tension Vac2 de 115Vac à 400Hz.
8. Procédé d'alimentation électrique d'un aéronef au sol au moyen d'un dispositif (210) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à alimenter le réseau de taxiage (214) par le premier générateur (218) et le réseau d'aéronef (212) au moyen du second générateur (216) et une étape consistant à alimenter le réseau d'aéronef (212) au moyen du premier générateur (218) quand la fonction de taxiage n'est pas utilisée, le second générateur (216) étant alors hors service.
9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier générateur (218) est un générateur synchrone à trois étages à excitation rotorique bobinée, et en ce que l'excitation de ce générateur est commandée par un boîtier électronique de puissance (232) pour passer d'un générateur de tension Vac1 à un générateur de tension Vac2 ou d'un générateur de puissance P à un générateur de tension Vac2.
10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à alimenter le réseau de taxiage (214) par le second générateur (216) quand le premier générateur (218) est défectueux.

1/4

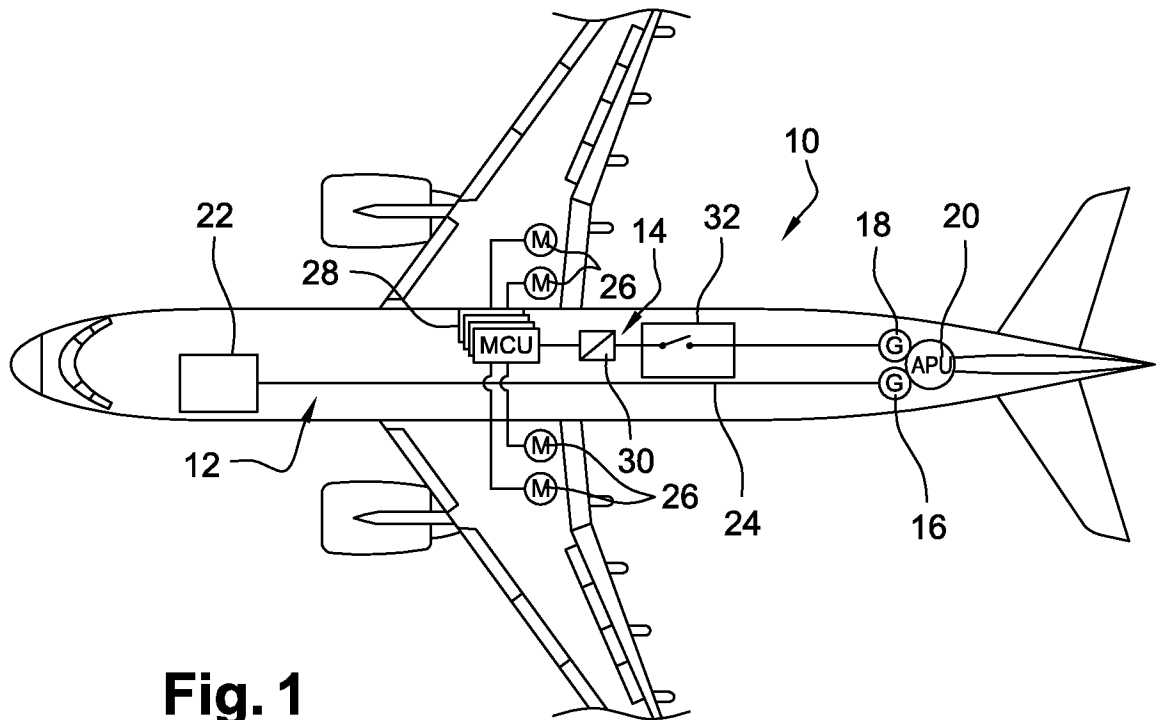


Fig. 1

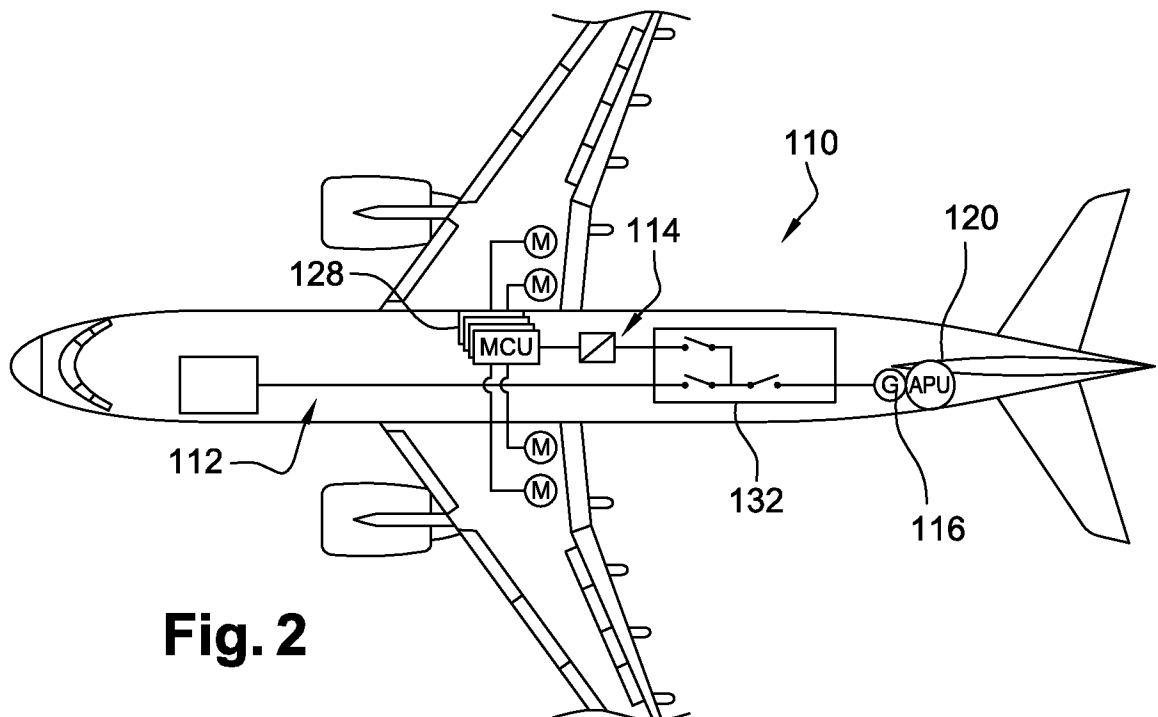


Fig. 2

2 / 4

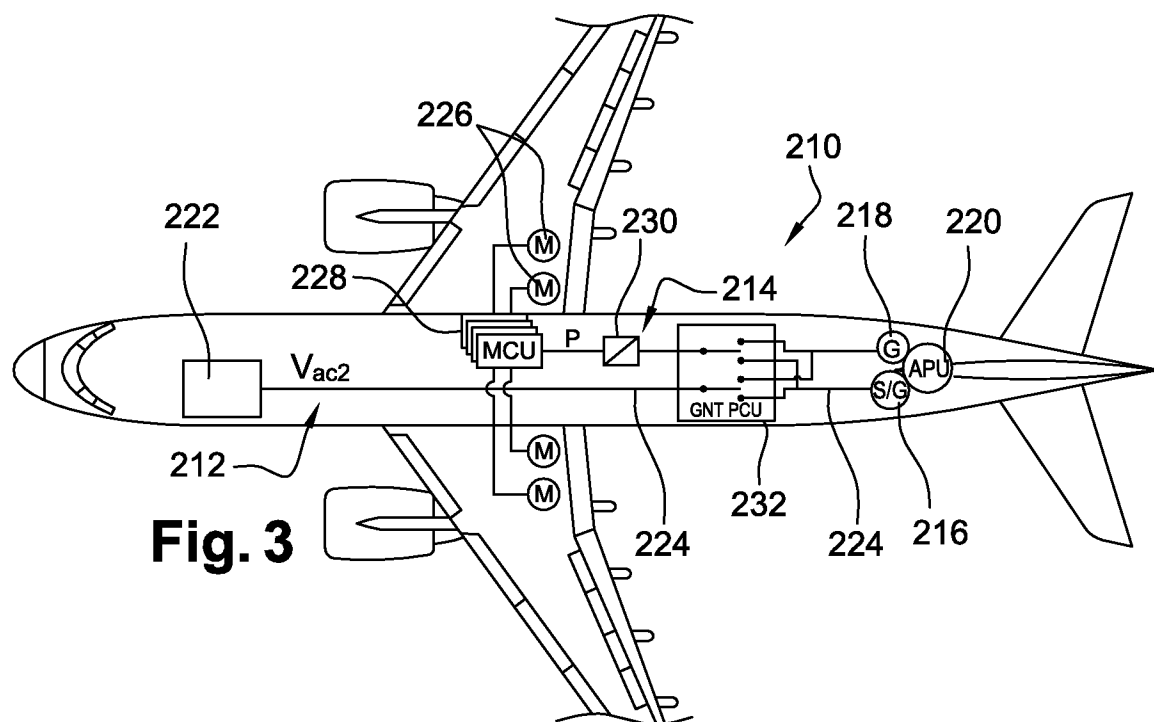


Fig. 3

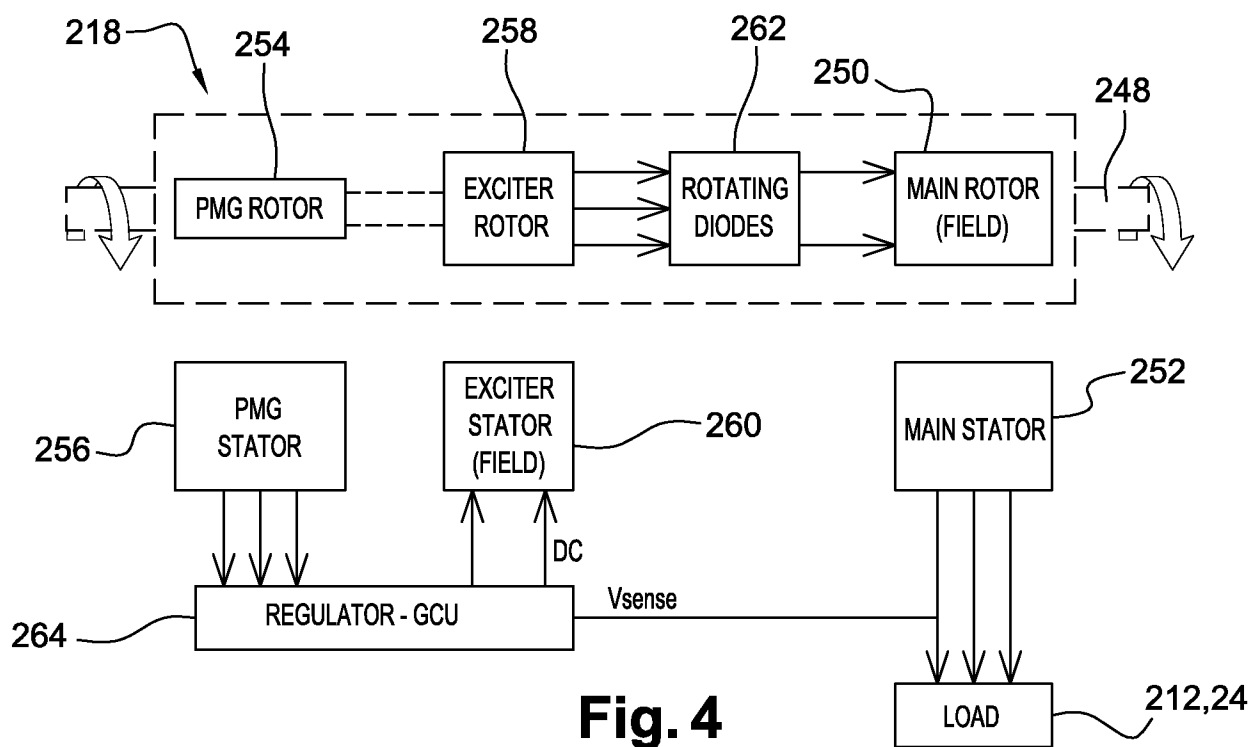


Fig. 4

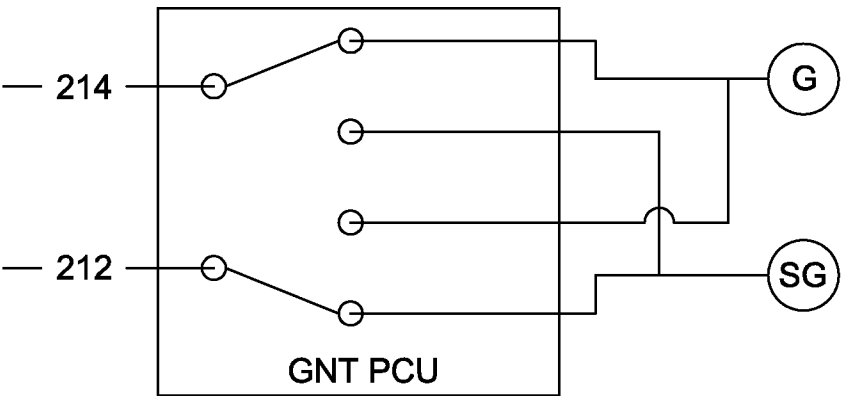


Fig. 3a

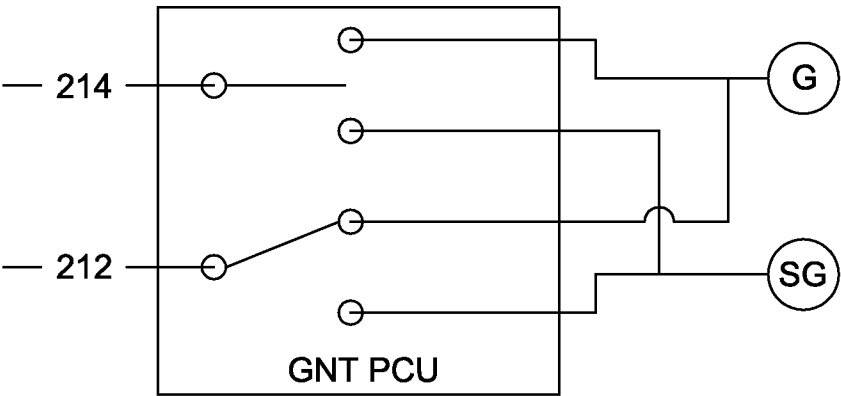


Fig. 3b

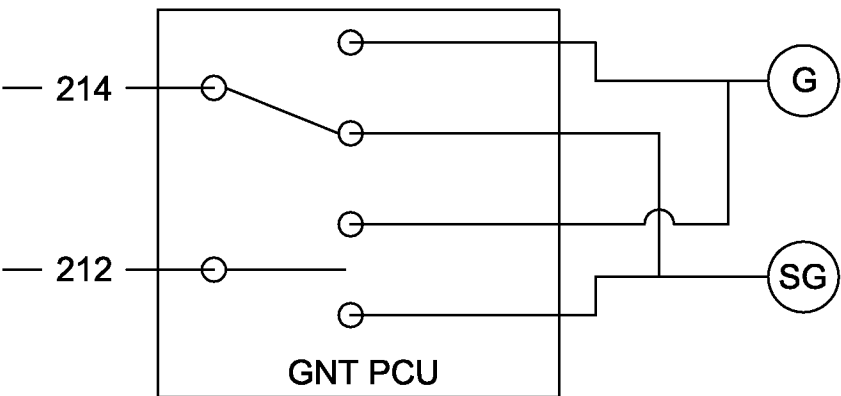
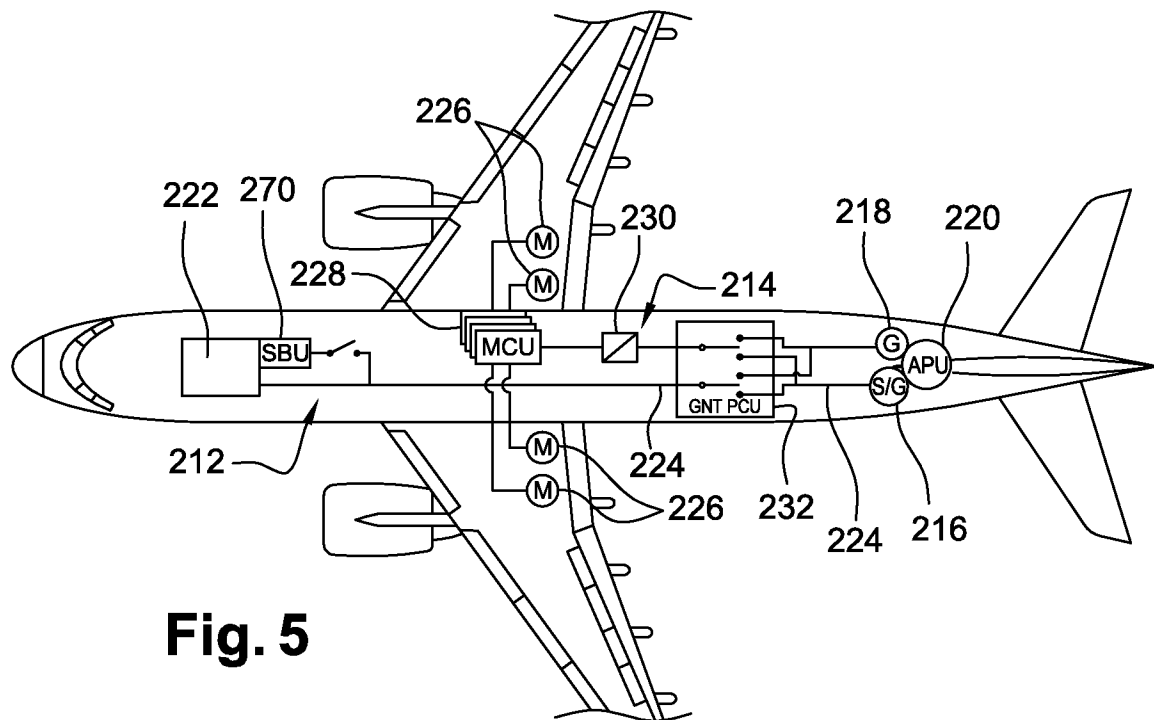
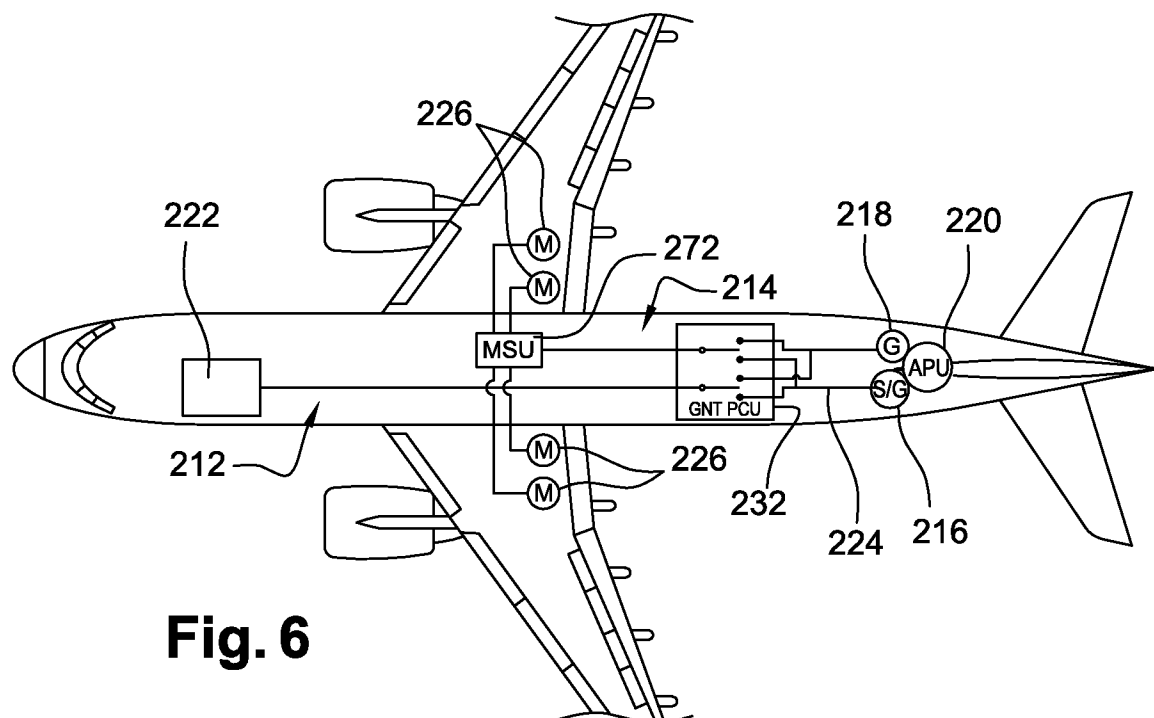


Fig. 3c

4 / 4

**Fig. 5****Fig. 6**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/050527A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64C25/40 B64D41/00
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)
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 243 703 A1 (MESSIER BUGATTI [FR]) 27 October 2010 (2010-10-27) paragraphs [0002], [0023]; figures -----	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

9 July 2013

Date of mailing of the international search report

17/07/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Salentiny, Gérard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/050527

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2243703	A1	27-10-2010	CA 2700473 A1 24-10-2010
			CN 101941524 A 12-01-2011
			EP 2243703 A1 27-10-2010
			FR 2944775 A1 29-10-2010
			US 2010276535 A1 04-11-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050527

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B64C25/40 B64D41/00
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)
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

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 2 243 703 A1 (MESSIER BUGATTI [FR]) 27 octobre 2010 (2010-10-27) alinéas [0002], [0023]; figures -----	1-10



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

9 juillet 2013

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/07/2013

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Salentiny, Gérard

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050527

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2243703	A1	27-10-2010	CA 2700473 A1	24-10-2010
			CN 101941524 A	12-01-2011
			EP 2243703 A1	27-10-2010
			FR 2944775 A1	29-10-2010
			US 2010276535 A1	04-11-2010
