

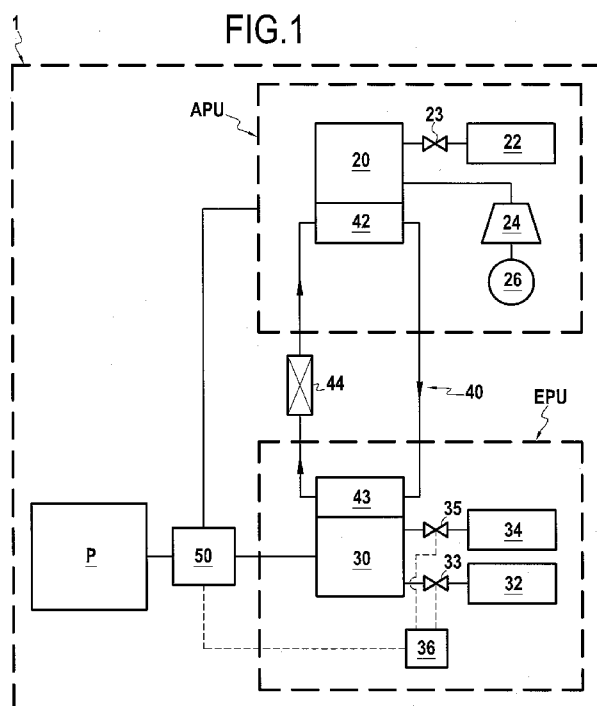


- (51) Classification internationale des brevets :
B64D 41/00 (2006.01) *H01M 8/08* (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050006
- (22) Date de dépôt international :
5 janvier 2015 (05.01.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1450188 10 janvier 2014 (10.01.2014) FR
- (71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 Boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs : **BOUDJEMAA, Fabien**; 18 rue des Crois-
sants, F-92380 Garches (FR). **MOSER, François**; 99 rue
de la Science, F-27100 Val De Reuil (FR). **BARON, Mat-
thieu**; 91B quai de Seine, F-27200 Vernon (FR).
- (74) Mandataires : **INTES, Didier** et al.; Cabinet Beau de Lo-
menie, 158 Rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07
(FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, 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), 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : EMERGENCY ELECTRICAL GENERATOR OF AN AIRCRAFT, WITH A QUICK-STARTING FUEL CELL

(54) Titre : GENERATEUR ELECTRIQUE DE SECOURS D'UN AERONEF AVEC PILE A COMBUSTIBLE A DEMARRAGE RAPIDE



(57) Abstract : The invention relates to a system (1) for generating electrical energy, pertaining to an aircraft, comprising: a primary energy source (P), an auxiliary electrical energy source (APU), and an emergency electrical energy source (EPU), characterised in that said auxiliary electrical energy source (APU) and said emergency electrical energy source (EPU) each comprise a fuel cell, respectively an auxiliary cell (20) and an emergency cell (30), and in that said system (1) comprises means (40) for recovering the heat released by the auxiliary cell (20) during the operation thereof so as to heat the emergency cell (30).

(57) Abrégé : Système (1) de génération d'énergie électrique d'un aéronef comprenant - une source d'énergie primaire (P), - une source d'énergie électrique auxiliaire (APU), - une source d'énergie électrique d'urgence (EPU), caractérisé en ce que lesdites source d'énergie électrique auxiliaire (APU) et source d'énergie électrique d'urgence (EPU) comprennent chacune une pile à combustible, respectivement pile auxiliaire (20) et pile d'urgence (30), et en ce que ledit système (1) comprend des moyens (40) pour prélever de la chaleur dégagée par la pile auxiliaire (20) lors de son fonctionnement de manière à chauffer la pile d'urgence (30).

WO 2015/104487 A1



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))

Générateur électrique de secours d'un aéronef avec pile à combustible à démarrage rapide

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

5

La présente invention concerne le domaine des sources d'énergie électrique d'un aéronef.

ETAT DE L'ART

10

Les aéronefs embarquent plusieurs systèmes de génération d'énergie électrique afin d'assurer leur alimentation, à savoir des batteries, des génératrices, une unité auxiliaire communément désignée sous l'appellation anglaise « Auxiliary Power Unit » ou « APU », et une unité d'urgence communément désignée sous l'appellation anglaise « Emergency Power Unit » ou « EPU ».

15

Les batteries, génératrices et l'unité auxiliaire réalisent l'alimentation électrique dans les conditions usuelles de vol, tandis que l'unité d'urgence réalise l'alimentation électrique en cas de défaillance de l'un ou de plusieurs des autres systèmes de génération d'énergie, ou lorsqu'un besoin électrique augmente temporairement, par exemple lors du décollage ou de l'atterrissage.

20

On comprend bien que les différents systèmes de génération d'énergie sont des éléments essentiels d'un aéronef, et que leur réactivité est essentielle.

25

Différentes structures d'unité d'urgence ont été proposées.

30

Il a ainsi déjà été proposé d'intégrer un système d'éoliennes dans une structure d'aéronef, par exemple dans ses ailes, ces éoliennes pouvant être déployées en vol et ainsi générer de l'électricité.

Toutefois, on comprend bien qu'un tel système est non seulement très complexe à intégrer dans une structure d'aéronef en raison de son poids et des contraintes auxquelles il soumet les parties de l'aéronef sur lesquelles les éoliennes sont fixées, mais également du fait que la
5 génération d'électricité dépend alors directement de la vitesse de déplacement de l'aéronef et de son inclinaison par rapport au sol, ce qui ne permet pas de garantir une source d'énergie électrique fiable en toutes circonstances.

10 Il a également été proposé, notamment d'utiliser une pile à combustible comme unité d'urgence. Toutefois, les piles à combustible ont un temps de démarrage important, en ce qu'elles doivent atteindre leur température de fonctionnement pour délivrer leur quantité nominale d'électricité. Les piles à combustible nécessitent ainsi
15 conventionnellement un préchauffage afin de les amener à leur température de fonctionnement.

Afin d'éviter un tel préchauffage, le document WO 2006/094743 propose de maintenir la pile à combustible dans une plage de température
20 donnée, par exemple supérieure à 5°C, afin d'assurer sa disponibilité rapide, soit en la plaçant dans un milieu ayant une température suffisamment élevée, par exemple la cabine d'un aéronef, soit au moyen d'un système de chauffage dédié à la pile à combustible, pouvant par exemple également réaliser son refroidissement lorsqu'elle fonctionne.

25

Le document EP 2658022 propose de maintenir la pile à combustible dans une plage de température donnée soit en pilotant sa mise en fonctionnement par intermittence de manière à ce que la réaction exothermique qu'elle produit dégage la chaleur nécessaire à son
30 maintien à une température prédéfinie, ou bien en utilisant une résistance chauffante dédiée à ce maintien en température de la pile à combustible.

De telles solutions sont cependant adaptées uniquement à des piles à combustible ayant des basses températures de fonctionnement, et nécessite un système de chauffage dédié ce qui est problématique notamment en termes de poids et d'encombrement.

5

PRESENTATION DE L'INVENTION

La présente invention vise à répondre au moins en partie aux problématiques précitées.

10

A cet effet, la présente invention propose un système de génération d'énergie électrique d'un aéronef, comprenant

- une source d'énergie primaire,
 - une source d'énergie électrique auxiliaire,
 - 15 - une source d'énergie électrique d'urgence,
- caractérisé en ce que lesdites source d'énergie électrique auxiliaire et source d'énergie électrique d'urgence comprennent chacune une pile à combustible, respectivement pile auxiliaire et pile d'urgence, et en ce que ledit système comprend des moyens pour prélever de la chaleur
- 20 dégagée par la pile auxiliaire lors de son fonctionnement de manière à chauffer la pile d'urgence.

Selon un mode de réalisation particulier, lesdits moyens pour prélever de la chaleur dégagée par la pile auxiliaire lors de son fonctionnement

25 de manière à chauffer la pile d'urgence comprennent un circuit de refroidissement commun reliant lesdites piles auxiliaire et d'urgence, configuré de manière à maintenir la pile d'urgence à une température sensiblement égale à sa température de fonctionnement par dissipation thermique de la chaleur générée par la pile auxiliaire lors du

30 fonctionnement de la pile auxiliaire.

Selon un mode de réalisation particulier, le système comprend en outre un contrôleur adapté pour détecter un dysfonctionnement d'une source d'énergie électrique primaire et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire, et pour commander la mise en fonctionnement de la source d'énergie électrique d'urgence en cas de défaillance d'une source d'énergie électrique primaire et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire.

Selon un mode de réalisation particulier, le système comprend en outre un contrôleur configuré de manière à réaliser un test de la pile d'urgence afin de contrôler sa température.

Le système comprend en outre typiquement un contrôleur configuré de manière à piloter la pile auxiliaire et le circuit de refroidissement de manière à maintenir la pile d'urgence à une température comprise entre 110°C et 180°C lors du fonctionnement de la pile auxiliaire, ladite pile auxiliaire et la pile d'urgence ayant chacune une température de fonctionnement comprise entre 110°C et 220°C.

La pile auxiliaire et la pile d'urgence sont par exemple des piles à combustible à membrane d'échange de protons à haute température.

Le circuit de refroidissement est par exemple configuré de manière à, lorsque la pile d'urgence n'est pas en fonctionnement, faire passer le fluide circulant dans le circuit de refroidissement successivement dans un dissipateur thermique de la pile auxiliaire, dans un dissipateur thermique de la pile d'urgence, puis dans un radiateur.

Le circuit de refroidissement peut alors également être configuré de manière à, lorsque la pile d'urgence est en fonctionnement, isoler les échangeurs thermiques l'un par rapport à l'autre en fonctionnement d'urgence de manière à avoir deux sous-circuits de refroidissement distincts réalisant chacun le refroidissement de l'une des piles auxiliaire et d'urgence.

La pile d'urgence est typiquement associée à un générateur d'hydrogène solide à base d'hydrure, couplé à un caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'hydrogène issu du générateur d'hydrogène à la pile d'urgence, et à un générateur d'oxygène solide
5 couplé à un caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'oxygène issu du générateur d'oxygène solide à la pile d'urgence.

L'invention concerne également un aéronef muni d'un système de génération électrique tel que présenté.

10

L'invention concerne en outre un procédé de génération d'énergie électrique dans un aéronef au moyen d'une source d'énergie primaire, d'une source d'énergie électrique auxiliaire et d'une source d'énergie électrique d'urgence, dans lequel lesdites sources d'énergie électrique
15 auxiliaire et d'urgence comprennent chacune une pile à combustible, respectivement pile auxiliaire et pile d'urgence, ledit procédé étant caractérisé en ce que le fonctionnement de la pile auxiliaire dégage de la chaleur qui est prélevée et utilisée de manière à chauffer la pile d'urgence.

20

La pile d'urgence est avantageusement maintenue à une température sensiblement égale à sa température de fonctionnement au moyen d'un circuit de refroidissement commun avec la pile auxiliaire.

25 La pile d'urgence est avantageusement actionnée en cas de défaillance d'une source d'énergie électrique primaire et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire.

Selon un mode de réalisation particulier, lors de l'application d'une
30 commande, un contrôleur réalise un test de la pile d'urgence afin de contrôler sa température et sa disponibilité.

Selon un mode de réalisation particulier, lors du fonctionnement de la pile auxiliaire, la pile d'urgence est maintenue à une température comprise entre 110°C et 180°C, ladite pile auxiliaire et la pile d'urgence ayant chacune une température de fonctionnement comprise entre
5 110°C et 220°C. La pile auxiliaire et la pile d'urgence sont par exemple des piles à combustible à membrane d'échange de protons à haute température.

PRESENTATION DES FIGURES

10

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard de la figure 1 annexée qui représente schématiquement un système de génération d'énergie électrique selon
15 un aspect de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

La figure 1 représente schématiquement un système 1 de génération
20 d'énergie électrique selon un aspect de l'invention, comprenant :

- une source d'énergie électrique primaire P,
- une source d'énergie électrique auxiliaire APU,
- une source d'énergie électrique d'urgence EPU.

25 La source d'énergie électrique primaire P peut être de divers types ; elle comprend typiquement des batteries et des génératrices.

La source d'énergie électrique auxiliaire APU comprend une pile à combustible que l'on désigne par pile auxiliaire 20, associée à un
30 réservoir d'hydrogène 22 contenant de l'hydrogène sous forme solide, liquide ou gazeux, et à un compresseur 24 muni d'un moteur 26.

Le réservoir d'hydrogène 22 est équipé d'une vanne 23 de manière à réaliser sélectivement l'alimentation en hydrogène de la pile à combustible 20.

5 Le compresseur 24 et le moteur 26 sont adaptés pour réaliser sélectivement une alimentation en oxygène de la pile à combustible 20.

La source d'énergie électrique d'urgence EPU comprend une pile à combustible que l'on désigne par pile d'urgence 30, associée à un générateur d'hydrogène solide 32 et à un générateur d'oxygène solide
10 34.

Le générateur d'hydrogène solide 32 et le générateur d'oxygène solide 34 sont reliés à la pile d'urgence 30 par l'intermédiaire de vannes, respectivement 33 et 35.

La source d'énergie électrique d'urgence EPU comprend en outre une
15 batterie d'urgence 36, adaptée notamment pour alimenter les vannes 33 et 35.

La pile auxiliaire 20 et la pile d'urgence 30 présentent chacune un échangeur thermique, respectivement 42 et 43, reliés à un circuit de
20 refroidissement 40 muni d'un radiateur 44.

L'échangeur thermique 42 de la pile auxiliaire 20 est configuré de manière à réaliser un échange thermique entre un fluide circulant dans le circuit de refroidissement 40 et la pile auxiliaire 20.

25 De la même manière, l'échangeur thermique 40 de la pile d'urgence 30 est configuré de manière à réaliser un échange thermique entre le fluide circulant dans le circuit de refroidissement 40 et la pile d'urgence 30.

Le radiateur 44 est configuré de manière à réaliser un échange thermique entre le fluide circulant dans le circuit de refroidissement 40
30 et un milieu externe, afin de dissiper la chaleur accumulée par le fluide du circuit de refroidissement 40.

Le fluide circule dans le circuit de refroidissement 40 dans le sens indiqué par les flèches sur la figure 1.

Le système 1 tel que présenté comprend en outre un contrôleur 50 optionnel, configuré de manière à contrôler la température et/ou l'état de la pile d'urgence 30, et également de manière à détecter l'état de la source d'énergie électrique primaire P et de la source d'énergie auxiliaire APU. Le contrôleur 50 est avantageusement alimenté par une source d'énergie indépendante, par exemple la batterie d'urgence 36. Il peut être relié à plusieurs sources d'alimentation, de manière à ne pas réduire la charge de la batterie d'urgence 36 en fonctionnement normal.

10

On décrit ensuite un exemple de fonctionnement que l'on qualifie de fonctionnement « normal » du système, c'est-à-dire sans défaillance électrique.

15 La source d'énergie électrique primaire P fournit de l'électricité, alimentant notamment le compresseur 24, le moteur 26 ainsi que le réservoir d'hydrogène 22 et la vanne 23 associée.

La pile auxiliaire 20 est ainsi alimentée en hydrogène et en oxygène ; elle est actionnée, et délivre de l'électricité.

20 Le système 1 délivre ainsi de l'énergie électrique, et peut ainsi réaliser par exemple l'alimentation électrique d'un aéronef.

La pile d'urgence 30 n'est quant à elle pas en fonctionnement ; les vannes 32 et 33 permettant son alimentation en hydrogène et en oxygène sont fermées.

25

Lors du fonctionnement de la pile auxiliaire 20, cette dernière dégage de la chaleur, qui est transférée au fluide circulant dans le circuit de refroidissement 40 grâce à l'échangeur thermique 42. Le fluide chauffé circule dans le circuit de refroidissement 40 dans le sens repéré par les flèches sur la figure 1 ; une fois sorti de l'échangeur thermique 42 de la pile auxiliaire 20, il passe par l'échangeur thermique 43 de la pile d'urgence 30.

La pile d'urgence 30 n'étant pas en fonctionnement, elle est à température ambiante. L'échangeur thermique 43 transfère ainsi de la chaleur du fluide du circuit de refroidissement 40 vers la pile d'urgence 30, dont la température augmente jusqu'à atteindre une valeur
5 prédéfinie, en fonction notamment de la température de fonctionnement de la pile auxiliaire 20.

Le fluide du circuit de refroidissement 40, passe ensuite par le radiateur 44, qui transfère le reliquat de la chaleur transmise par la pile auxiliaire 20 vers le milieu ambiant avant que le fluide ne passe à nouveau par
10 l'échangeur thermique 42 de la pile auxiliaire 20.

En fonctionnement normal, la pile d'urgence 30 n'est donc pas mise en fonctionnement, mais est maintenue à une température prédéfinie, qui est avantageusement choisie de manière à être sensiblement égale, ou
15 à tout le moins proche de sa température de fonctionnement.

A titre d'exemple en considérant que la pile d'urgence 30 soit une pile à combustible à membrane d'échange de protons à haute température, ayant une température de fonctionnement comprise entre 110°C et
20 220°C, lors du fonctionnement normal du système, la pile d'urgence 30 est alors typiquement maintenue à une température comprise entre 110°C et 180°C. La pile auxiliaire 20 peut également être une pile à combustible à membrane d'échange de protons à haute température.

Le contrôleur 50 réalise alors le pilotage de la pile auxiliaire 20 et du
25 circuit de refroidissement 40 pour assurer le maintien dans cette plage de températures.

On décrit ci-après le fonctionnement en cas de défaillance électrique, que l'on qualifie de fonctionnement « d'urgence », intervenant lors du
30 fonctionnement normal.

En fonctionnement d'urgence, la source d'énergie électrique primaire P et/ou la source d'énergie électrique auxiliaire APU cessent de fonctionner et cessent donc de produire de l'électricité.

5 Au cours d'un fonctionnement normal du système 1 tel que décrit précédemment, le contrôleur 50 détecte un dysfonctionnement de la source d'énergie électrique primaire P et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire APU et commande la mise en fonctionnement de la pile d'urgence 30.

10 La batterie 36 alimente alors les vannes 33 et 35, de manière à alimenter la pile d'urgence 30 en hydrogène et en oxygène, ce qui déclenche sa mise en fonctionnement de sorte qu'elle génère de l'électricité afin de compenser tout ou partie du manque d'électricité résultant de la défaillance de la source d'énergie électrique primaire P
15 et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire APU.

La pile d'urgence 30 a été amenée et maintenue à une température prédéfinie, avantageusement choisie de manière à être sensiblement égale, ou à tout le moins proche de sa température de fonctionnement ;
20 sa mise en fonctionnement peut ainsi être réalisée immédiatement, sans nécessiter une étape préalable de préchauffage.

En fonctionnement d'urgence, la pile auxiliaire cesse de fonctionner de manière nominale, et cesse donc de générer de la chaleur, ou à tout le
25 moins en génère moins de chaleur qu'en fonctionnement normal.

La chaleur dégagée par la pile auxiliaire 20 captée par le fluide du circuit de refroidissement 40 et qui passe par l'échangeur thermique 43 de la pile d'urgence 30 est donc réduite par rapport au fonctionnement normal décrit précédemment, et ne nuit pas au fonctionnement de la pile
30 d'urgence 30.

De manière optionnelle, le contrôleur 50 peut être configuré de manière à isoler les échangeurs thermiques 42 et 43 l'un par rapport à l'autre en fonctionnement d'urgence de manière à avoir deux sous-circuits de

refroidissement distincts réalisant chacun le refroidissement de l'une des piles à combustible 20 et 30.

Le débit de fluide circulant dans le circuit de refroidissement 40 peut également être modifié en fonction du mode de fonctionnement afin
5 d'éviter tout risque de surchauffe des piles à combustible 20 et 30.

Le générateur d'hydrogène solide 32 est typiquement un générateur à base d'hydrure, couplé à un caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'hydrogène issu du générateur d'hydrogène 32.

10 Le générateur d'oxygène solide 34 est également typiquement couplé à un caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'oxygène issu du générateur d'oxygène 34.

Les vannes 33 et 35 sont pilotées de manière à délivrer les quantités adaptées d'oxygène et d'hydrogène ; avantageusement les quantités
15 stœchiométriques pour assurer le bon fonctionnement de la pile d'urgence 30.

De tels générateurs d'hydrogène 32 et d'oxygène 34 permettent de minimiser la taille et le poids du stockage d'hydrogène et d'oxygène
20 nécessaire au fonctionnement de la pile d'urgence 30.

Le système 1 tel que présenté peut par exemple être utilisé pour assurer l'alimentation électrique d'un aéronef.

Afin de s'assurer de la disponibilité des sources d'alimentation en
25 énergie électrique, le contrôleur 50 peut par exemple effectuer des tests de disponibilité de la source d'énergie électrique d'urgence EPU avant le décollage de l'aéronef, ou à intervalles réguliers, par exemple dès lors que la source d'énergie électrique primaire P et/ou la source d'énergie électrique auxiliaire APU sont en fonctionnement.

30

Le système proposé permet ainsi d'assurer une alimentation électrique d'urgence pouvant être mise en fonctionnement de manière très rapide, par exemple dans un délai de 3 à 8 secondes, tout en minimisant le poids et l'encombrement du système.

- 5 Le système proposé optimise la gestion de la chaleur dégagée par la source d'énergie électrique auxiliaire APU, et permet de s'affranchir d'un dispositif de chauffage additionnel dédié à la pile d'urgence 30, en prélevant la chaleur dégagée par la pile auxiliaire pour réaliser le chauffage de la pile d'urgence.

10

Dans le cas de l'utilisation d'un tel système sur un aéronef, le système d'alimentation proposé est en outre indépendant des conditions de vol, et notamment de l'altitude ou de l'inclinaison de l'aéronef.

Revendications

1. Système (1) de génération d'énergie électrique d'un aéronef, comprenant
- 5 - une source d'énergie primaire (P),
 - une source d'énergie électrique auxiliaire (APU),
 - une source d'énergie électrique d'urgence (EPU),
 caractérisé en ce que lesdites source d'énergie électrique auxiliaire (APU) et source d'énergie électrique d'urgence (EPU) comprennent
- 10 chacune une pile à combustible, respectivement pile auxiliaire (20) et pile d'urgence (30), et en ce que ledit système (1) comprend des moyens (40) pour prélever de la chaleur dégagée par la pile auxiliaire (20) lors de son fonctionnement de manière à chauffer la pile d'urgence (30).
- 15
2. Système (1) selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens pour prélever de la chaleur dégagée par la pile auxiliaire (20) lors de son fonctionnement de manière à chauffer la pile d'urgence (30) comprennent un circuit de refroidissement (40) commun reliant lesdites
- 20 piles auxiliaire (20) et d'urgence (30), configuré de manière à maintenir la pile d'urgence (30) à une température sensiblement égale à sa température de fonctionnement par dissipation thermique de la chaleur générée par la pile auxiliaire (20) lors du fonctionnement de la pile auxiliaire (20).
- 25
3. Système (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, comprenant en outre un contrôleur (50) adapté pour détecter un dysfonctionnement d'une source d'énergie électrique primaire (P) et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire (APU), et pour commander la mise en
- 30 fonctionnement de la source d'énergie électrique d'urgence (EPU).

4. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant en outre un contrôleur (50) configuré de manière à réaliser un test de la pile d'urgence (30) afin de contrôler sa température.
- 5 5. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant en outre un contrôleur (50) pilotant la pile auxiliaire (20) et le circuit de refroidissement (40) de manière à maintenir la pile d'urgence (30) à une température comprise entre 110°C et 180°C lors du fonctionnement de la pile auxiliaire (20), ladite pile auxiliaire (20) et la pile d'urgence (30)
10 ayant chacune une température de fonctionnement comprise entre 110°C et 220°C.
6. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel ledit circuit de refroidissement (40) est configuré de manière à, lorsque la
15 pile d'urgence (30) n'est pas en fonctionnement, faire passer le fluide circulant dans le circuit de refroidissement (40) successivement dans un dissipateur thermique (42) de la pile auxiliaire (20), dans un dissipateur thermique (43) de la pile d'urgence (30), puis dans un radiateur (44).
- 20 7. Système (1) selon la revendication 6, dans lequel ledit circuit de refroidissement (40) est configuré de manière à, lorsque la pile d'urgence (30) est en fonctionnement, isoler les échangeurs thermiques (42) et (43) l'un par rapport à l'autre en fonctionnement d'urgence de manière à avoir deux sous-circuits de refroidissement distincts réalisant
25 chacun le refroidissement de l'une des piles auxiliaire (20) et d'urgence (30).
8. Système (1) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la pile d'urgence (30) est associée à un générateur d'hydrogène solide (32) à
30 base d'hydrure, couplé à un caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'hydrogène issu du générateur d'hydrogène (32) à la pile d'urgence (30), et à un générateur d'oxygène solide (34) couplé à un

caisson permettant le conditionnement et la distribution de l'oxygène issu du générateur d'oxygène solide (34) à la pile d'urgence (30).

9. Procédé de génération d'énergie électrique dans un aéronef au moyen
5 d'une source d'énergie primaire (P), d'une source d'énergie électrique auxiliaire (APU) et d'une source d'énergie électrique d'urgence (EPU), dans lequel lesdites sources d'énergie électrique auxiliaire (APU) et d'urgence (EPU) comprennent chacune une pile à combustible, respectivement pile auxiliaire (20) et pile d'urgence (30), ledit procédé
10 étant caractérisé en ce que le fonctionnement de la pile auxiliaire (20) dégage de la chaleur qui est prélevée et utilisée de manière à chauffer la pile d'urgence (30).

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la pile d'urgence (30)
15 est maintenue à une température sensiblement égale à sa température de fonctionnement au moyen d'un circuit de refroidissement (40) commun avec la pile auxiliaire (20).

11. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10, dans lequel ladite
20 pile d'urgence (30) est actionnée en cas de défaillance d'une source d'énergie électrique primaire (P) et/ou de la source d'énergie électrique auxiliaire (APU).

12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel lors de
25 l'application d'une commande, un contrôleur (50) réalise un test de la pile d'urgence (30) afin de contrôler sa température et sa disponibilité

13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel lors du
fonctionnement de la pile auxiliaire (20), la pile d'urgence (30) est
30 maintenue à une température comprise entre 110°C et 180°C, ladite pile auxiliaire (20) et la pile d'urgence (30) ayant chacune une température de fonctionnement comprise entre 110°C et 220°C.

1/1

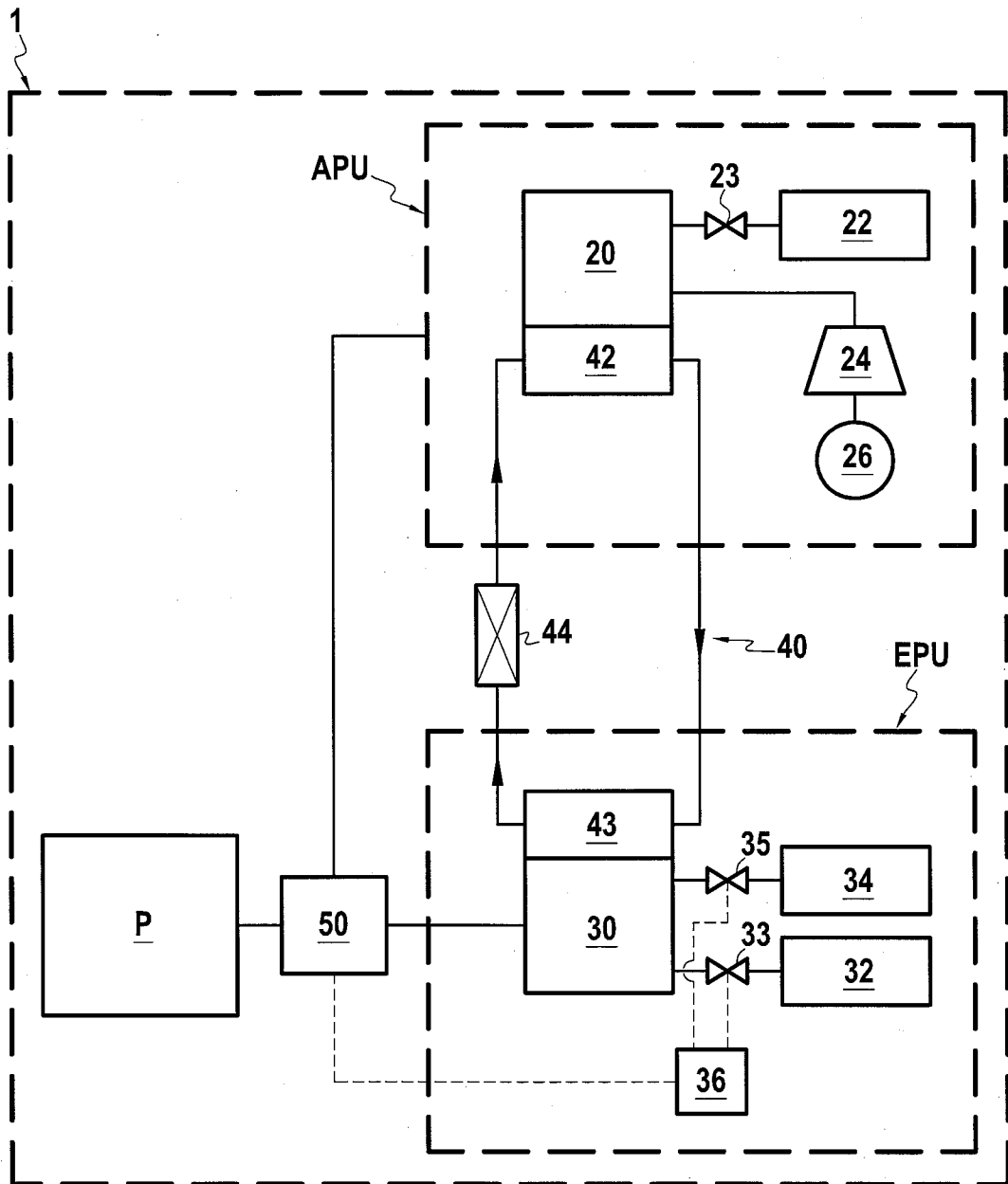


FIG.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/050006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64D41/00 H01M8/24 H01M8/04
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 H01M

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	EP 2 658 022 A2 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP [US]) 30 October 2013 (2013-10-30)	1-5,8-13
A	paragraphs [0002], [0003], [0012], [0017], [0019]; claims; figures	6,7
Y	US 2004/175601 A1 (FAYE IAN [DE] ET AL) 9 September 2004 (2004-09-09)	1-5,8-13
	column 6, lines 12-15; figures	
Y	DE 10 2006 040031 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 28 February 2008 (2008-02-28)	8
	paragraphs [0002], [0003], [0095]; figures	
	----- -/-	



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

24 March 2015

Date of mailing of the international search report

01/04/2015

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

Salentiny, Gérard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/050006

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 957 026 A2 (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH [DE] XCELLSIS GMBH [DE] BALLARD POWER SYSTE) 17 November 1999 (1999-11-17) paragraphs [0001] - [0004], [0020], [0024], [0029]; figures -----	1-13
A	WO 2007/093319 A1 (AIRBUS GMBH [DE]; STOLTE RALF-HENNING [DE]; BAUMBACH VOLKER [DE]; GRUE) 23 August 2007 (2007-08-23) page 1, lines 26-30 page 2, lines 8-9,14-16 page 3, lines 9-13; figures -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/050006

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2658022	A2	30-10-2013	EP	2658022 A2		30-10-2013
			US	2013288082 A1		31-10-2013

US 2004175601	A1	09-09-2004	DE	10307856 A1		02-09-2004
			US	2004175601 A1		09-09-2004

DE 102006040031	A1	28-02-2008	DE	102006040031 A1		28-02-2008
			WO	2008022809 A1		28-02-2008

EP 0957026	A2	17-11-1999	DE	19821952 A1		18-11-1999
			EP	0957026 A2		17-11-1999
			JP	3060382 B2		10-07-2000
			JP	2000025696 A		25-01-2000
			US	6296957 B1		02-10-2001

WO 2007093319	A1	23-08-2007	AT	504953 T		15-04-2011
			BR	PI0708020 A2		17-05-2011
			CA	2635131 A1		23-08-2007
			CN	101385175 A		11-03-2009
			DE	102006007026 A1		23-08-2007
			EP	1984970 A1		29-10-2008
			JP	2009527081 A		23-07-2009
			US	2009117430 A1		07-05-2009
			WO	2007093319 A1		23-08-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050006

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B64D41/00 H01M8/24 H01M8/04 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 H01M		
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	EP 2 658 022 A2 (HAMILTON SUNDSTRAND CORP [US]) 30 octobre 2013 (2013-10-30)	1-5,8-13
A	alinéas [0002], [0003], [0012], [0017], [0019]; revendications; figures -----	6,7
Y	US 2004/175601 A1 (FAYE IAN [DE] ET AL) 9 septembre 2004 (2004-09-09) colonne 6, ligne 12-15; figures -----	1-5,8-13
Y	DE 10 2006 040031 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 28 février 2008 (2008-02-28) alinéas [0002], [0003], [0095]; figures ----- -/-	8
☒ 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		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 mars 2015		01/04/2015
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 Salentiny, Gérard

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 957 026 A2 (DBB FUEL CELL ENGINES GMBH [DE] XCELLSIS GMBH [DE] BALLARD POWER SYSTE) 17 novembre 1999 (1999-11-17) alinéas [0001] - [0004], [0020], [0024], [0029]; figures -----	1-13
A	WO 2007/093319 A1 (AIRBUS GMBH [DE]; STOLTE RALF-HENNING [DE]; BAUMBACH VOLKER [DE]; GRUE) 23 août 2007 (2007-08-23) page 1, ligne 26-30 page 2, ligne 8-9,14-16 page 3, ligne 9-13; figures -----	1-13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050006

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2658022 A2	30-10-2013	EP 2658022 A2	30-10-2013
		US 2013288082 A1	31-10-2013
US 2004175601 A1	09-09-2004	DE 10307856 A1	02-09-2004
		US 2004175601 A1	09-09-2004
DE 102006040031 A1	28-02-2008	DE 102006040031 A1	28-02-2008
		WO 2008022809 A1	28-02-2008
EP 0957026 A2	17-11-1999	DE 19821952 A1	18-11-1999
		EP 0957026 A2	17-11-1999
		JP 3060382 B2	10-07-2000
		JP 2000025696 A	25-01-2000
		US 6296957 B1	02-10-2001
WO 2007093319 A1	23-08-2007	AT 504953 T	15-04-2011
		BR PI0708020 A2	17-05-2011
		CA 2635131 A1	23-08-2007
		CN 101385175 A	11-03-2009
		DE 102006007026 A1	23-08-2007
		EP 1984970 A1	29-10-2008
		JP 2009527081 A	23-07-2009
		US 2009117430 A1	07-05-2009
		WO 2007093319 A1	23-08-2007