

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : 2 936 220
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : 08 56384

51 Int Cl⁸ : B 64 D 41/00 (2006.01), H 02 J 7/00, 9/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.09.08.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.03.10 Bulletin 10/12.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : AIRBUS FRANCE Société anonyme
— FR et AIRBUS Société par actions simplifiée — FR.

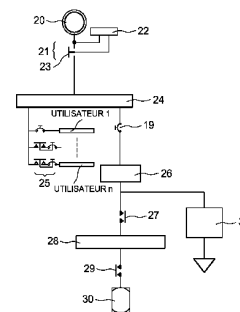
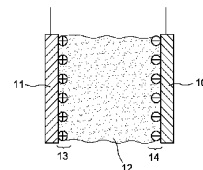
72 Inventeur(s) : TATRY PHILIPPE et DONADILLE
CHRISTIAN.

73 Titulaire(s) : AIRBUS FRANCE Société anonyme, AIR-
BUS Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : BREVALEX.

54 SYSTEME ET PROCEDE DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE D'UN AERONEF.

57 L'invention concerne un système et un procédé de
distribution électrique d'un aéronef. Ce système comprend
au moins une source électrique (20) et un moyen auxiliaire
de génération électrique qui comprend des moyens de stoc-
kage de l'énergie électrique récupérable comportant au
moins un ensemble de supercondensateurs (31).



FR 2 936 220 - A1



SYSTEME ET PROCEDE DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE D'UN
AERONEF

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un système et un
5 procédé de distribution électrique d'un aéronef, par
exemple d'un avion.

Dans la suite, pour simplifier la
description, on considère à titre d'exemple le cas de
l'avion.
10

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

En termes de stockage et de distribution de
puissance, un avion doit faire face à différents
problèmes techniques. Un des problèmes techniques parmi
15 les plus significatifs est celui posé par les
équipements électriques qui sont soit de fort
consommateurs de puissance électrique par exemple
démarreur moteur, ..., soit de fort générateurs de
puissance électrique, par exemple turbine RAT (« Ram
20 Air Turbine » ou turbine éolienne), unité APU
(« Auxiliary Power Unit » ou unité de puissance
auxiliaire), qui ont une durée de fonctionnement faible
et dont les dimensions ne tirent pas profit des
ressources d'énergie électrique récupérable à bord de
25 l'avion.

L'objet de l'invention est d'apporter une
solution efficace et performante à un tel problème.

Dans le domaine des transports avec des véhicules électriques, comme décrit dans le document référencé [1] en fin de description, il est connu d'utiliser des supercapacités (aussi appelées « ultracapacités ») permettant d'emmagasiner une énergie importante et de la restituer en un temps très court. Les supercapacités, en effet, sont des capacités possédant d'importantes performances de stockage allant jusqu'à plusieurs kilofarads avec une tension de quelques volts par élément. Comme illustré sur la figure 1, elles comportent deux électrodes positive et négative et un électrolyte. Elles stockent l'énergie électrique de manière électrostatique via deux électrodes et un électrolyte. Sur cette figure sont illustrés les ions+ et les ions-.

Les supercapacités présentent de nombreux avantages, dont les plus significatifs sont :

- une très grande capacité de stockage de puissance notamment du fait de la très faible valeur de la Résistance Série Equivalente (ESR ou « Electrical Serial Resistance ») pouvant aller jusqu'à moins d'un milliohm : les supercapacités permettent aussi de stocker plusieurs dizaines de kilowatt par kilogramme de supercapacité,
- une possibilité de répondre à d'importants pics en demande de puissance,
- un taux de charge/décharge beaucoup plus important que celui des batteries par exemple : ceci est essentiellement dû à l'absence de réaction chimique et donc à la grande réversibilité des mécanismes de stockage d'énergie électrique,

- une très faible dégradation des performances même après plusieurs centaines de milliers de cycles,
- une énergie disponible très rapidement via un procédé réversible ; contrairement aux batteries qui s'endommagent si les vitesses de charge sont trop importantes,
- une large gamme de température de fonctionnement autorisée (de l'ordre de -40°C à $+70^{\circ}\text{C}$ voire $+85^{\circ}\text{C}$),
- une non sensibilité aux vibrations,
- une herméticité de l'enveloppe,
- des densités de stockage de la puissance par unité de masse des supercapacités qui augmentent très rapidement avec les progrès actuels issus notamment des nanotechnologies, qui permettent d'augmenter considérablement les surfaces de stockage des charges électriques (i.e. plusieurs centaines de m^2/g) et de diminuer les distances entre charges électriques (i.e. densités de stockage multipliées par 3 en 8 ans ; entre 1998 et 2006, ...).

L'objet de l'invention est donc de mettre en œuvre de telles supercapacités dans un domaine qui leur était étranger à savoir celui de la distribution électrique à bord d'un aéronef, pour résoudre le problème technique mis en évidence ci-dessus, en permettant de stocker et d'utiliser l'énergie électrique récupérable pour alimenter les équipements électriques rarement utilisés sur l'ensemble du profil de mission de l'aéronef.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne un système de distribution électrique d'un aéronef comprenant au moins une source électrique et au moins un moyen
5 auxiliaire de génération électrique, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de stockage de l'énergie électrique récupérable comportant au moins un ensemble de supercapacités.

Dans un premier mode de réalisation, le
10 moyen de génération auxiliaire comprend des batteries qui permettent de démarrer l'APU lorsque l'avion est en vol. L'utilisation de supercapacités à la place de ces batteries permet d'éviter la baisse de tension liée à un très fort appel de courant lors du démarrage de
15 l'APU, qui peut être préjudiciable aux autres charges.

Dans un deuxième mode de réalisation, le moyen de génération auxiliaire est la turbine RAT. Les supercapacités associées à cette turbine permettent, lors d'une mise en œuvre de cette turbine RAT, de
20 maintenir une alimentation électrique pendant les 7 à 8 secondes pendant lesquelles l'avion n'a plus de génération électrique et d'absorber les pics de puissance lorsque la turbine RAT est en service. Avantagement, le système comprend un bus continu
25 haute tension, qui permet de supprimer le convertisseur statique utilisé dans l'art antérieur.

L'invention concerne également un procédé de distribution électrique d'un aéronef dans un système comprenant au moins une source électrique et au moins
30 un moyen auxiliaire de génération électrique, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de stockage

de l'énergie électrique récupérable à l'aide d'au moins un ensemble de supercapacités.

Le système et le procédé de l'invention permettent de simplifier, voire de supprimer, le dimensionnement de certains équipements électriques qui sont soit de fort consommateurs de puissance électrique (e.g. démarreur moteur, ...), soit de fort générateurs de puissance électrique (e.g. RAT, APU, ...) et qui ont une durée de fonctionnement faible, en tirant profit des ressources d'énergie électrique récupérable à bord de l'avion.

Les avantages induits du système et du procédé de l'invention sont les suivants :

- récupération de l'énergie électrique par les supercapacités pendant les phases de faibles demandes (i.e. durant la majorité du temps de la phase de mission),

- stockage de cette énergie électrique par les supercapacités en vue de la renvoyer sur le réseau de distribution sous forme de forte puissance lors d'une demande ponctuelle (i.e. pendant une durée limitée),

- simplification de certains dispositifs de génération de puissance électrique telles que turbine RAT ou unité APU.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

- la figure 1 est une représentation schématique d'une supercapacité,

- les figures 2 et 3 illustrent deux modes de réalisation du système de distribution électrique de l'invention,

5 - la figure 4 illustre une réalisation de l'art connu correspondant au mode de réalisation de la figure 3.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

10 Le système de distribution électrique d'un aéronef selon l'invention comprend au moins une source électrique et au moins un moyen auxiliaire de génération électrique, et des moyens de stockage de l'énergie électrique récupérable comportant au moins un ensemble de supercapacités.

15 Les supercapacités peuvent être installées dans le système de génération et de distribution de l'énergie électrique à bord d'un avion. Elles peuvent être installées soit en lieu et place d'équipements de génération de puissance, soit en complément de ces
20 équipements.

Pour obtenir les niveaux de tensions et de puissances requis, ces supercapacités peuvent être associées respectivement en montages série et/ou parallèle.

25 Les supercapacités peuvent être installées sur le réseau électrique via une architecture soit centralisée soit décentralisée en fonction des contraintes de masse, de volume disponible, de propagation de panne, de ségrégation des systèmes pour
30 respecter les exigences de sécurité. Elles peuvent être

utilisées de manière mutualisée, c'est-à-dire commune à plusieurs utilisateurs (ou charges).

Dans un premier mode de réalisation, illustré sur la figure 2, le moyen de génération
5 auxiliaire est formé par un ensemble de batteries utilisées pour démarrer l'APU. Dans un tel cas, le très fort appel de courant lié au démarrage de l'APU provoque souvent une baisse de tension qui peut être préjudiciable au bon fonctionnement d'autres charges.
10 L'utilisation d'un ensemble de supercapacités 31 à la place de cet ensemble de batteries permet d'éviter une telle baisse de tension. Ainsi, sur la figure 2 sont illustrés :

- un générateur alternatif 20,
- 15 - un dispositif de mise en route 21 comprenant un contrôleur 22 et un premier commutateur 23,
- un bus alternatif 24 relié d'une part à des utilisateurs 1 à n via des interrupteurs 25, et d'autre part :
20 - à un transformateur alternatif-continu 26,
- un second commutateur 27,
- un bus de démarrage APU 28,
- 25 - un troisième commutateur 29,
- un démarreur APU 30,
- un ensemble de supercapacités 31 relié au point commun entre la sortie du transformateur 26 et l'entrée du second commutateur 27.

30 Ce mode de réalisation permet de simplifier les équipements de charge tels que le transformateur

alternatif-continu (AC/DC) 26 qui ne sert alors qu'à charger les supercapacités 31 avec des courants faibles.

5 Ce mode de réalisation conduit à des gains en masse (diminution des dimensions du transformateur alternatif-continu 26, ...), réduction du coût et augmentation de la fiabilité de ce transformateur alternatif-continu 26.

10 Un autre avantage lié au faible courant de charge réside dans l'utilisation possible des autres sources électriques de l'avion en simultané et sans contrainte sur les utilisateurs. En effet, le transitoire lié au démarrage de l'APU est absorbé par ces supercapacités : la disponibilité des utilisateurs
15 est ainsi augmentée.

Dans un second mode de réalisation avantageux, illustré sur la figure 3, le moyen de génération auxiliaire est la turbine RAT (« Ram Air Turbine ») et l'ensemble de supercapacités 44 est
20 associé à celle-ci. Sur cette figure 3 sont illustrés :

- un générateur RAT 40,
- un contrôleur 41,
- un convertisseur alternatif-continu en haute tension 42,
- 25 - un contrôleur de charge 43 auquel est relié un ensemble de supercapacités 44,
- un bus continu haute tension (HVDC) 45, relié d'une part à des utilisateurs HVDC 1 à n via des interrupteurs 46, et d'autre part à :
- 30 - un premier commutateur 47,
- un convertisseur continu-continu 48,

- un bus continu basse tension 49, relié d'une part à des utilisateurs 1 à n via des interrupteurs 51, et d'autre part à :

- une batterie de secours 50.

5 Dans le casd de panne où l'avion n'a plus d'alimentation électrique nominale, la turbine RAT est sortie de l'avion pour être utilisée comme générateur de secours. Etant donné le temps de sortie de celle-ci, il s'écoule environ 7 à 8 secondes pendant lesquelles
10 l'avion n'a plus de génération électrique. Les supercapacités permettent de maintenir l'alimentation électrique pendant ces 7 à 8 secondes, et, de plus, d'absorber les pics de puissance lorsque la turbine RAT est en service.

15 La figure 4 illustre un exemple de réalisation de l'art connu. Sur cette figure sont illustrés :

- un générateur RAT 61,

- un ensemble de mise en œuvre 62
20 comprenant un contrôleur 63 et un premier commutateur 64,

- un bus alternatif 65 relié d'une part à des utilisateurs AC 1 à n via des interrupteurs 76, et d'autre part à :

25 - un convertisseur alternatif-continu 66 via un interrupteur 67 suivi d'un interrupteur 77,

- un commutateur de secours 68 via un interrupteur 78, relié à, d'une part, des utilisateurs secours 69, et, d'autre part, à un convertisseur
30 continu-alternatif 70 suivi d'un interrupteur 71,

- un bus continu basse tension 72 relié d'une part à des utilisateurs 1 à n à travers des interrupteurs 73, et d'autre part à :

5 - une batterie de secours 74 reliée à une charge 75.

Le générateur RAT est fortement dimensionné par les appels de courants liés aux charges qui sont sur le réseau électrique ou inversement. Les profils de puissance liés à l'utilisation de ces charges doivent
10 être contrôlés et gérés afin de ne pas caler le générateur RAT.

L'utilisation de supercapacités dans le mode de réalisation de la figure 3 permet de réduire fortement les contraintes sur ce générateur RAT ainsi
15 que sur son mécanisme de déploiement (gains de masse, réduction de coût, ...). De plus, ce mode de réalisation permet d'assurer une continuité de service pour les utilisateurs lors du transitoire lié au passage entre l'alimentation électrique via les générateurs
20 principaux et l'alimentation électrique via le générateur de secours RAT. Ce mode de réalisation comprend un bus continu haute tension 45 qui permet de supprimer le convertisseur statique (convertisseur continu-alternatif) 70 illustré sur la figure 4 et
25 d'alléger la batterie de secours 74 (gains de masse, réduction de coût, ...).

Référence

[1] FR 2 780 684

REVENDEICATIONS

1. Système de distribution électrique d'un aéronef comprenant au moins une source électrique (20 ;
5 40) et au moins un moyen auxiliaire de génération électrique, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de stockage de l'énergie électrique récupérable comportant au moins un ensemble de supercapacités (31 ;
44).

10

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le moyen auxiliaire est un ensemble de batteries et dans lequel les moyens de stockage (31) sont disposés à la place de cet ensemble de batteries.

15

3. Système selon la revendication 1, dans lequel le moyen auxiliaire de génération électrique est une turbine RAT, et dans lequel les moyens de stockage (44) sont associés à cette turbine RAT.

20

4. Système selon la revendication 3, qui comprend un bus continu haute tension (45).

5. Système selon l'une quelconque des
25 revendications précédentes, dans lequel l'aéronef est un avion.

6. Procédé de distribution électrique d'un aéronef dans un système comprenant au moins une source
30 électrique et au moins un moyen auxiliaire de génération électrique, caractérisé en ce qu'il comprend

une étape de stockage de l'énergie électrique récupérable à l'aide d'au moins un ensemble de supercapacités.

- 5 7. Aéronef mettant en œuvre un système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

1 / 3

FIG. 1

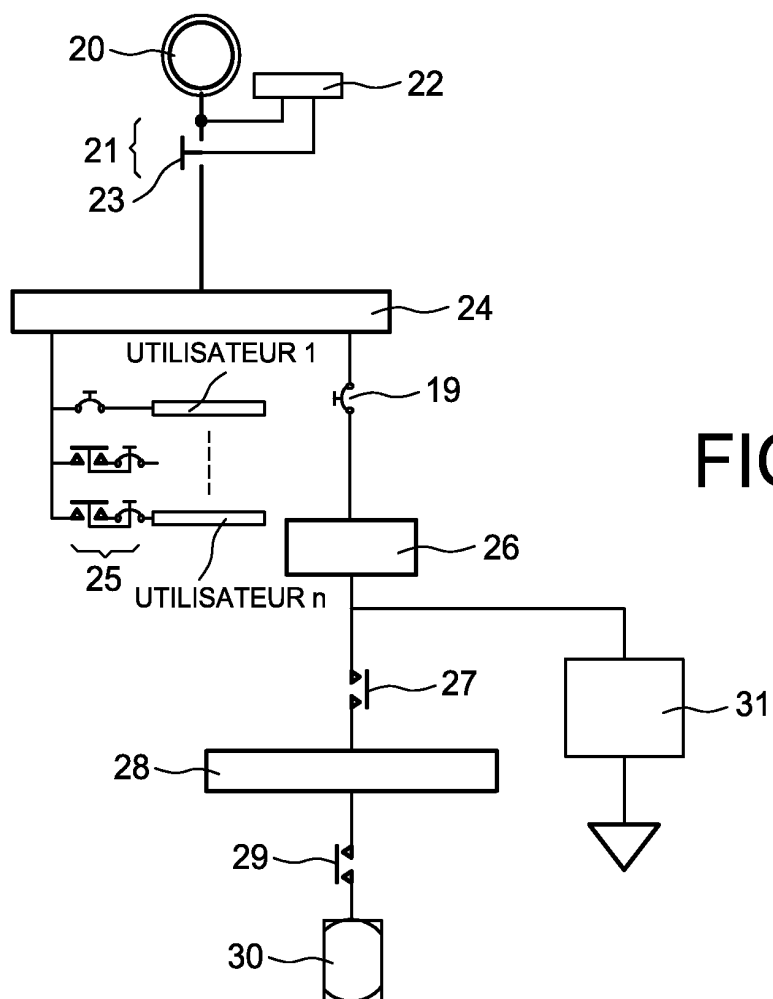
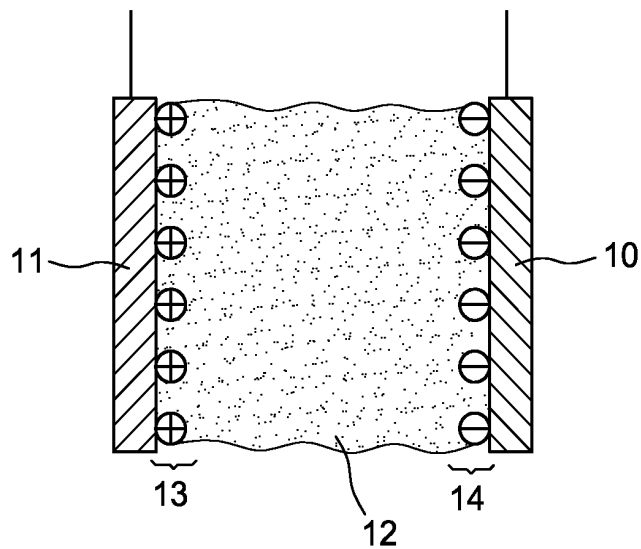


FIG. 2

2 / 3

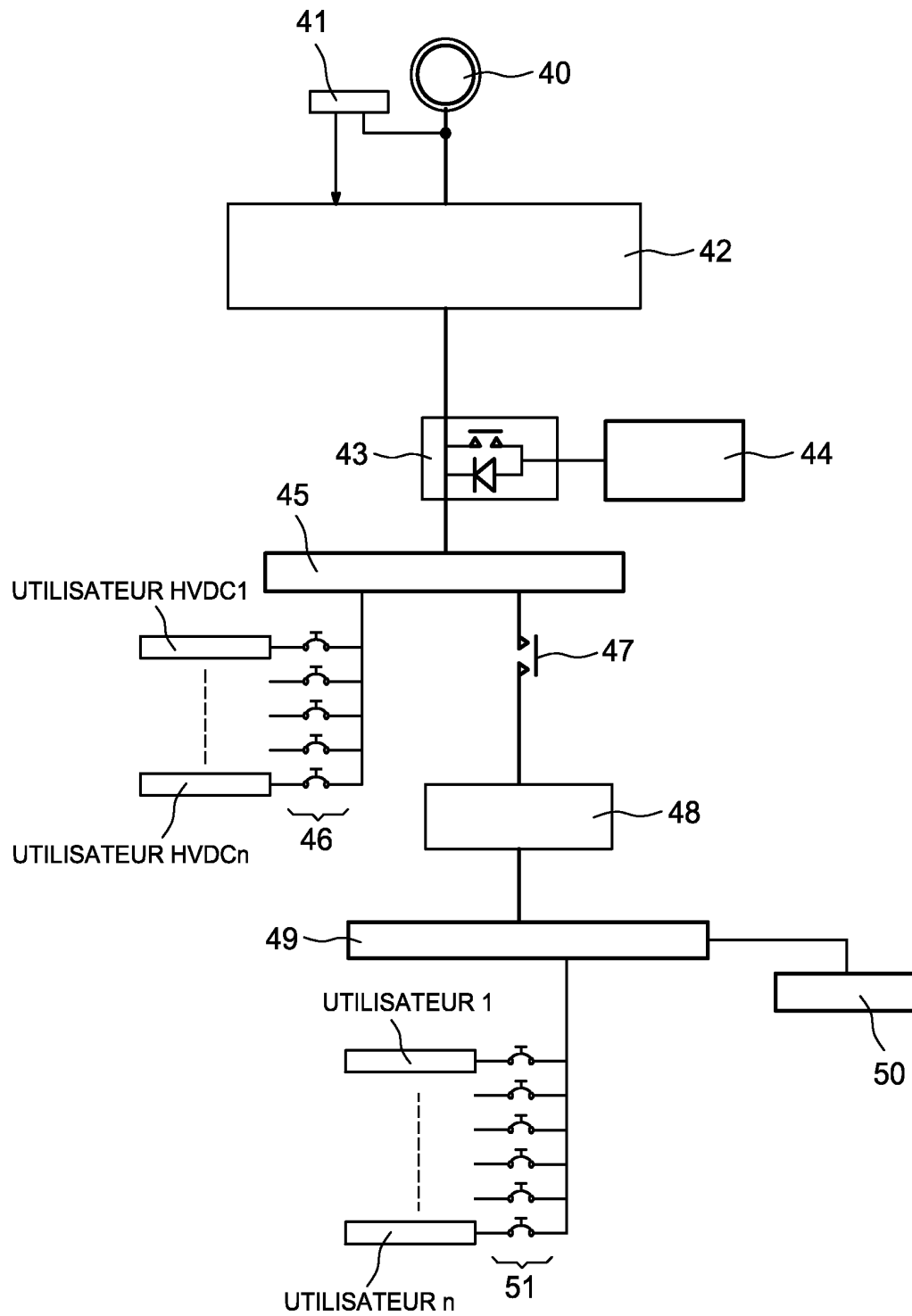


FIG. 3

3 / 3

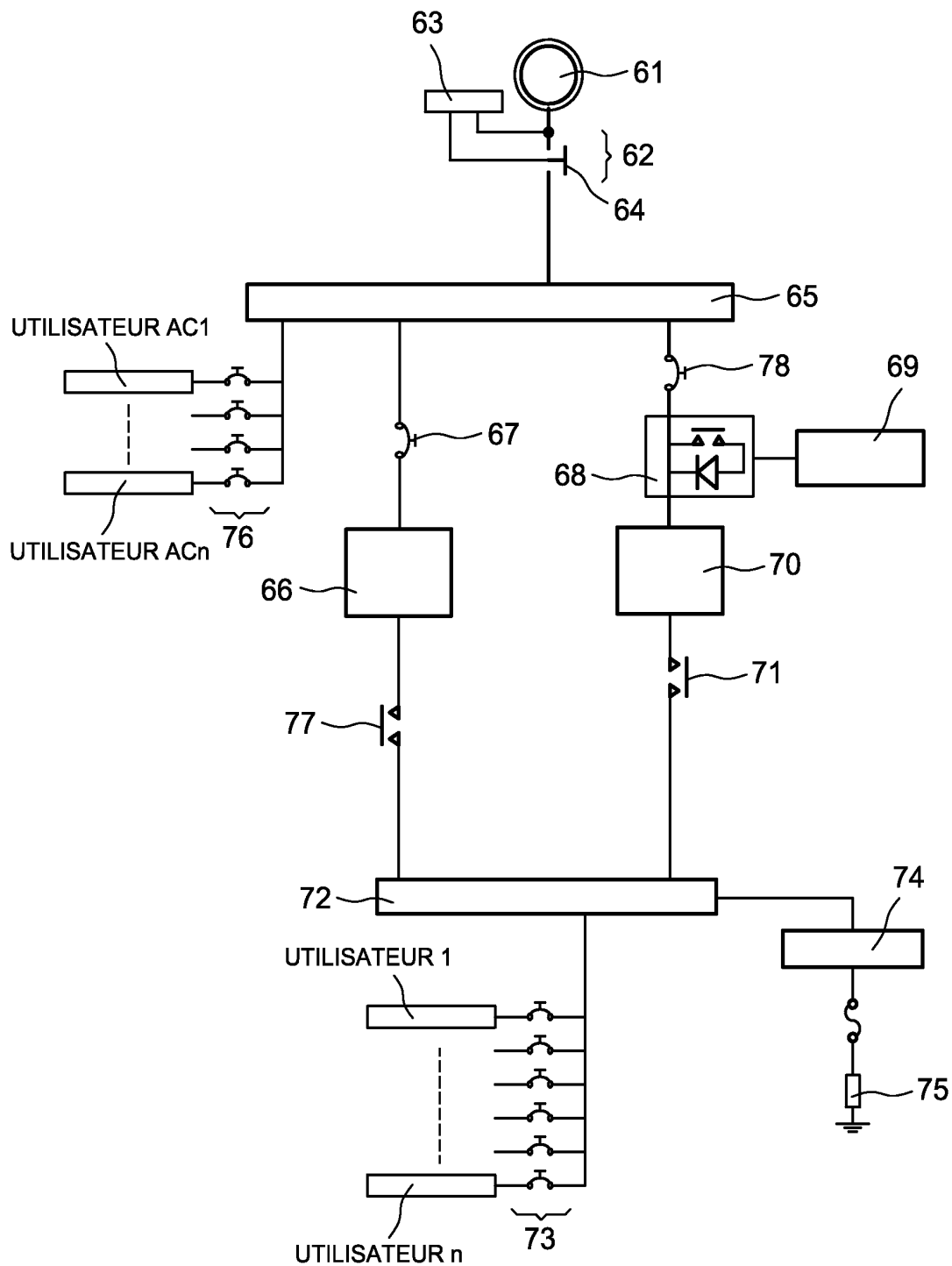


FIG. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 713258
FR 0856384

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 947 008 A (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 23 juillet 2008 (2008-07-23) * alinéas [0015], [0016], [0056], [0058], [0059]; figure 4 *	1-7	B64D41/00 H02J7/00 H02J9/00
X	FR 2 884 804 A (AIRBUS FRANCE SAS [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; TOULOUSE INST NAT) 27 octobre 2006 (2006-10-27) * abrégé * * page 1, ligne 7-21 * * page 7, ligne 21-27 *	1-7	
A	US 5 850 113 A (WEIMER JOSEPH A [US] ET AL) 15 décembre 1998 (1998-12-15) * le document en entier *	1-7	
A	EP 1 914 162 A (CONVERTEAM LTD [GB]) 23 avril 2008 (2008-04-23) * alinéas [0038], [0057]; revendication 10 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64D H02J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 avril 2009		Marannino, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0856384 FA 713258**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-04-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1947008	A	23-07-2008	AUCUN	

FR 2884804	A	27-10-2006	AUCUN	

US 5850113	A	15-12-1998	AUCUN	

EP 1914162	A	23-04-2008	CA 2604992 A1	16-04-2008
			CN 101165988 A	23-04-2008
			GB 2443002 A	23-04-2008
			KR 20080034397 A	21-04-2008
			SG 142229 A1	28-05-2008
