

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 20.12.11.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.13 Bulletin 13/25.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR et
LIEBHERR AEROSPACE TOULOUSE SAS Société par
actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : BOSSON JOEL et GOMEZ VINCENT.

⑦③ Titulaire(s) : THALES Société anonyme, LIEBHERR
AEROSPACE TOULOUSE SAS Société par actions
simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société
en nom collectif.

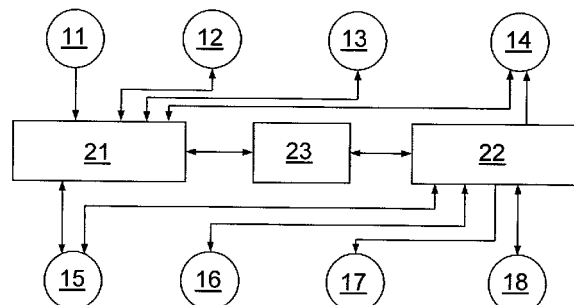
⑤④ GESTION D'ENERGIE A BORD D'UN AERONEF.

⑤⑦ L'invention concerne la gestion d'énergie à bord d'un
aéronef comprenant :

plusieurs sources d'énergie thermique et électrique (11,
12, 14, 15, 16, 18),

plusieurs charges (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) suscep-
tibles d'être alimentées par les différentes sources d'éner-
gie, dont au moins une charge (15) susceptible d'être
alimentée par une source d'énergie électrique et par une
source d'énergie thermique,

et des moyens de gestion (23) en temps réel de trans-
ferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les dif-
férentes charges en fonction du besoin énergétique présent
et futur des différents charges et de la disponibilité présente
et future des différentes sources, les moyens de gestion as-
surant une corrélation permanente et unifiée entre énergies
thermique et électrique.



Gestion d'énergie à bord d'un aéronef

L'invention concerne la gestion d'énergie à bord d'un aéronef. L'invention trouve une utilité particulière dans les avions gros porteurs qui consomment de plus en plus d'énergie.

A ce jour, on trouve des systèmes élaborés permettant la gestion
5 de l'énergie électrique embarquée. Un aéronef comprend généralement plusieurs réseaux électriques alimentés par des sources permettant la génération électrique et des charges utilisant cette énergie électrique. Parmi les sources, on trouve les générateurs principaux associés aux moteurs de l'avion. On trouve également des dispositifs de stockage tels que des
10 batteries. Certaines charges peuvent être régénératrices en fonction de leur phase d'utilisation.

Les avions gros porteurs comportent de plus en plus d'équipements électriques embarqués formant des charges des réseaux électriques. Ces équipements sont de nature très variée et leur
15 consommation énergétique est très variable dans le temps. A titre d'exemple, les systèmes de climatisation et d'éclairage internes sont en fonctionnement quasi continu alors que des systèmes de sécurité redondants comme des commandes de gouverne, ne sont utilisés qu'exceptionnellement ou par phases limitées dans la durée. Les dispositifs de stockage sont aussi
20 considérés comme des charges lorsqu'ils reçoivent de l'énergie provenant des sources.

Il existe des systèmes permettant la gestion des priorités parmi les charges lorsque la demande électrique est plus importante que ce que les sources peuvent fournir. On peut par exemple délester temporairement la
25 climatisation au profit de commandes de gouvernes dont l'utilisation est vitale pour le pilotage de l'avion.

Par ailleurs, dans un aéronef, il existe des sources potentielles d'énergie thermique qui ne sont pas ou très peu utilisées.

30 L'invention vise à réaliser une approche globale de la gestion d'énergie dans un aéronef permettant l'utilisation combinée des sources d'énergie électrique et des sources d'énergie thermique, au moins une charge pouvant utiliser les deux types de sources d'énergie, thermique ou électrique. Une stratégie de gestion globale des sources d'énergie

2

embarquées permet de choisir pour cette charge son apport énergétique soit par l'une des sources soit par les deux sources simultanément. La stratégie globale permet également de gérer des moyens de stockage des deux sources d'énergie.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un aéronef comprenant :

- plusieurs sources d'énergie thermique et électrique,
- plusieurs charges susceptibles d'être alimentées par les différentes sources d'énergie, dont au moins une charge susceptible d'être alimentée par une source d'énergie électrique et par une source
10 d'énergie thermique,
- et des moyens de gestion en temps réel de transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges en fonction du besoin énergétique présent et futur des différents charges et de la disponibilité présente et future des différentes sources, les moyens de
15 gestion assurant une corrélation permanente et unifiée entre énergies thermique et électrique.

Les transferts d'énergie sont avantageusement gradués. Plus précisément, pour une charge pouvant être alimentée par les deux types
20 d'énergie, électrique et thermique, il est possible de doser la part reçue par chacun des deux types d'énergie.

Parmi les sources d'énergie on met en œuvre des réserves électriques et thermiques comme par exemple des batteries et au moins une source froide formée par des réserves en carburant de l'aéronef.
25 Avantageusement, les moyens de gestion sont aptes à utiliser ces réserves en fonction de données relatives à une utilisation ultérieure prévue pour ces réserves. Cette utilisation des réserves peut être le fait de remplir la réserve ou d'y puiser de l'énergie.

L'aéronef peut comprendre plusieurs indicateurs, tels qu'un
30 premier indicateur donnant un niveau de stockage d'énergie électrique, un deuxième indicateur donnant un niveau de stockage d'énergie thermique et un troisième indicateur donnant une valeur courante d'un paramètre caractéristique mesurant l'activité d'au moins une charge.

L'invention a également pour objet un procédé de gestion en temps réel d'énergie à bord d'un aéronef selon l'invention, caractérisé en ce qu'on établit des transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges en fonction de règles de priorité autorisant le
5 délestage de certaines charges.

Les règles de priorité permettent avantageusement de définir le niveau d'utilisation du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique et de la ou des sources d'énergie thermique.

Avantageusement, les moyens de gestion disposent de plusieurs
10 règles de priorités distinctes. Les différentes règles de priorités sont sélectionnables automatiquement ou manuellement.

Avantageusement, les transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges peuvent se faire en fonction d'un compromis issu de priorités entre les besoins énergétiques présents et une
15 anticipation des besoins énergétiques futurs et/ou en fonction de l'inertie de l'activité d'une charge.

Avantageusement, les transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges sont prédéfinis en prévoyant d'éventuels délestage de certaines charges, en fonction d'indicateurs des
20 niveaux de stockage d'énergie thermique et électriques et d'indicateurs d'activité d'au moins une charge.

On peut avoir plusieurs stratégies d'allocation des différentes sources d'énergie vers les différentes charges qui sont prédéfinis en prévoyant d'éventuels délestage de certaines charges. Le choix entre les
25 différentes stratégies est fait en fonction d'indicateurs des niveaux de stockage d'énergie thermique et électriques et d'indicateurs d'activité d'au moins une charge.

Pour la charge susceptible d'être alimentée par une source d'énergie électrique et par une source d'énergie thermique, on peut modifier
30 le rapport entre l'apport énergétique provenant d'une source d'énergie électrique et l'apport énergétique provenant d'une source d'énergie thermique en fonction d'un niveau d'énergie souhaité pour les réserves électriques.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

la figure 1 représente un exemple d'architecture énergétique d'un
5 aéronef à gestion centralisée ;

la figure 2 représente un exemple d'architecture énergétique d'un aéronef à gestion répartie ;

les figures 3a à 3n représentent plusieurs indicateurs d'états de stockage d'énergie et d'activité d'une charge.

10 Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

Un aéronef comprend de nombreux équipements capables soit de fournir soit de consommer de l'énergie. Cette énergie peut être soit
15 thermique soit électrique. Pour l'énergie thermique on considère qu'un équipement dissipant de la chaleur est une charge thermique. On le considère thermiquement comme une source chaude. A l'inverse, une source froide est considérée comme source d'énergie thermique, appelée source thermique par la suite. Une source froide permet de dissiper de la
20 chaleur. La capacité de stockage de la source froide représente la quantité de chaleur que la source froide peut accumuler pour la dissiper.

Chaque équipement peut se comporter différemment en fonction de sa phase de fonctionnement. Par exemple, une génératrice démarreur est une machine électrique généralement associée à chaque moteur de
25 l'aéronef. Cette machine électrique, utilisée pour démarrer le moteur associé est une charge électrique. C'est également une charge thermique dissipant de la chaleur générée par effet Joule dans ces enroulements. A l'inverse lorsque cette machine est entraînée par le moteur, elle devient une source électrique générant de la puissance électrique, par exemple sous forme d'un
30 courant alternatif à une fréquence de 400 Hz. Cette source électrique reste néanmoins une charge thermique dissipant de la chaleur lors du passage du courant généré dans ses enroulements.

Parmi les sources thermiques, on peut utiliser les réserves de carburant, par exemple disposées dans les ailes de l'aéronef. On peut y
35 placer des échangeurs thermiques dans lesquels circule un fluide

caloporteur. Lorsque l'aéronef est en haute altitude, la température extérieure de l'air peut refroidir les réservoirs de carburant qui se comportent alors en source froide permettant de refroidir le fluide caloporteur. Une autre source thermique à considérer est le fuselage de l'aéronef qui peut par exemple refroidir directement les génératrices démarreurs.

De façon plus générale, tout équipement de l'aéronef peut consommer ou produire les deux types d'énergie, thermique ou électrique. De plus le statut de charge ou de source peut évoluer dans le temps.

Plusieurs paramètres permettent de connaître la disponibilité de chacune des sources électrique ou thermique, on peut notamment définir sa capacité énergétique et la puissance instantanée disponible. Pour les deux types d'énergie, électrique et thermique, la capacité peut être exprimée en Joules et la puissance instantanée disponible en Watt. Par exemple, pour les réservoirs de carburant utilisés en source thermiques, la capacité thermique dépend de la température du carburant, température évoluant dans le temps, et de la quantité de carburant restant dans les réservoirs. Ces deux paramètres, température et quantité de carburant, peuvent être mesurés afin de déterminer la capacité thermique des réservoirs.

Pour les différentes charges, leur besoin énergétique peut également être paramétré, par exemple soit de façon instantanée en Watt, soit pour accomplir un service durant une période donnée en Joules.

Pour ne pas surcharger les figures, on ne s'intéressera qu'au statut, source ou charge, de chaque équipement de l'aéronef.

La figure 1 représente un exemple d'architecture énergétique d'un aéronef à gestion centralisée. Sur cette figure, huit équipements 11, 18 sont représentés. L'équipement 11 est une source électrique. L'équipement 12 est soit une source soit une charge électrique. L'équipement 13 est une charge électrique. L'équipement 14 est soit une source soit une charge électrique. L'équipement 14 est également une charge thermique. L'équipement 14 est par exemple une batterie qui lors de son fonctionnement peut être soit une source électrique lorsqu'elle fournit un courant, soit une charge lorsqu'elle se recharge. Dans les deux cas, elle est également une charge thermique du fait de sa résistance interne traversée par le courant qu'elle délivre ou qu'elle reçoit. L'équipement 15 est soit une source soit une charge électrique.

L'équipement 15 est également soit une source soit une charge thermique. L'équipement 16 est soit une source soit une charge thermique. L'équipement 17 est une charge thermique. L'équipement 18 est soit une source soit une charge thermique.

5 L'aéronef comprend également un centre de puissance électrique 21 assurant la gestion des ressources et des besoins électriques, la distribution de l'énergie électrique des sources vers les charges et éventuellement la conversion de puissance quand cela est nécessaire. La gestion des ressources et des besoins électriques est assurée par un
10 calculateur. La distribution est assurée par des interrupteurs de puissance et la conversion par des convertisseurs, par exemple statiques. Ce centre de puissance peut par exemple, lorsque les ressources électriques sont supérieures aux besoins, mettre en charge une batterie. A l'inverse lorsque les ressources électriques des générateurs sont inférieures aux besoins le
15 centre de puissance électrique 21 peut prélever de l'énergie des batteries afin de compléter l'apport énergétique nécessaire au fonctionnement des charges électriques.

A l'image de la gestion de la puissance électrique, l'aéronef comprend un centre de puissance thermique 22 assurant la gestion des
20 ressources et des besoins thermiques, la distribution de l'énergie thermique des sources vers les charges et éventuellement la conversion de puissance quand cela est nécessaire. La gestion des ressources et des besoins thermiques est assurée par un calculateur. La distribution est assurée par des vannes commandées permettant de faire circuler des fluides
25 caloporteurs et la conversion peut être assurée par des échangeurs ou des machines thermiques.

L'aéronef comprend en outre des moyens 23 de gestion globale de l'énergie permettant de gérer globalement les flux d'énergie en lien avec les deux centres de puissance 21 et 22. Cette gestion globale peut être
30 assurée par un calculateur. Par exemple, si le centre de puissance électrique 21 constate un déficit énergétique, il en informe les moyens 23 de gestion globale qui peuvent piloter le centre de puissance thermique 22 afin de réduire la consommation électrique d'une charge mixte, à la fois charge électrique et thermique, et d'augmenter la consommation thermique de cette
35 charge afin d'assurer le même service. De façon plus générale, la gestion en

temps réel de transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges est faite en fonction du besoin énergétique présent et futur des différents charges et de la disponibilité présente et future des différentes sources. Le besoin énergétique futur est un besoin prédictible par exemple en fonction du plan de vol à venir de l'aéronef. La disponibilité future d'une source est celle prévue à l'avenir par exemple en fonction de son niveau de remplissage actuel et des transferts énergétiques en cours et prévus pour cette charge.

Les moyens 23 assurent une corrélation permanente et unifiée entre énergies thermique et électrique.

Avantageusement, les moyens 23 de gestion sont aptes à contrôler une gradation des transferts d'énergie.

Parmi les sources d'énergie, on met en œuvre des réserves électriques et thermiques comme par exemple des batteries. Avantageusement, les moyens de gestion sont aptes à remplir ou à vider ces réserves en fonction de données relatives à une utilisation ultérieure prévue pour ces réserves. Par exemple, lorsque toutes les sources électriques hors batteries sont complètement utilisées par les charges et que le plan de vol prévoit dans le futur une augmentation de consommation électrique, les moyens de gestion peuvent piloter une charge pour qu'elle puise dans une réserve thermique afin de réduire la consommation électrique de cette charge et permettre le rechargement d'une batterie. En d'autres termes, les moyens de gestion gèrent à un instant donné des transferts d'énergie afin de préparer une meilleure situation future. Un autre exemple de situation est celui d'un atterrissage proche. La réglementation peut imposer de conserver dans les batteries une réserve minimale permettant de voler pendant une durée déterminée, par exemple cinq minutes, et d'assurer un freinage d'urgence lors de l'atterrissage sans aucune autre source d'énergie électrique que celle des batteries. Lorsque le plan de vol montre clairement que le temps restant de vol est inférieur à cinq minutes, les moyens de gestion peuvent alors puiser dans la réserve réglementaire des batteries en ne conservant que la réserve correspondant au freinage d'urgence et au temps réel restant à voler. L'invention permet ainsi une optimisation des transferts d'énergie aussi bien thermiques qu'électriques. Cette optimisation prend en compte les besoins énergétiques instantanés et futurs.

La figure 2 représente un autre exemple d'architecture énergétique d'un aéronef dans lequel la gestion est répartie. On retrouve dans cet exemple les équipements 11 à 18 qui sont connectés à deux réseaux de transport d'énergie 25 et 26, l'un pour l'énergie électrique et l'autre pour l'énergie thermique. La gestion des ressources et des besoins énergétiques ainsi que la distribution des énergies sont réparties au niveau de chaque équipement qui comprend alors les calculateurs, les interrupteurs et/ou les vannes nécessaires aux fonctions décentralisées. Des échangeurs peuvent également compléter cette architecture.

La gestion globale de l'énergie est faite en temps réel. Cela permet en permanence d'assurer l'adéquation entre les sources et les charges indépendamment du type d'énergie fourni ou consommé. L'allocation des différentes sources d'énergie vers les différentes charges se fait en fonction de règles de priorités prédéfinies autorisant le délestage partiel (leur action n'est alors que partiellement remplie) ou total de certaines charges. En effet, tant que les sources peuvent fournir plus d'énergie que le besoin des charges, ces dernières peuvent toutes être servies. En revanche, lorsque le besoin énergétique est supérieur au potentiel des sources, les moyens de gestion globale délestent certaines charges. Ce délestage se fait en fonction d'une règle de priorité prédéfinie. Un opérateur, tel qu'un membre de l'équipage de l'aéronef, peut modifier l'ordre des priorités ou imposer à certaines sources de produire de l'énergie au-delà de leur production nominale afin d'assurer l'alimentation de sources jugées nécessaires.

Il est possible de disposer de plusieurs règles de priorité distinctes. Par exemple, dans une règle, on peut privilégier le confort des passagers et dans une autre règle le minimum de consommation en carburant afin d'obtenir un vol économique. Le choix entre les différentes règles est réalisé par un opérateur tel que le pilote. Il est possible de changer de règle à tout moment, même en cours de vol.

Avantageusement, on peut anticiper les besoins énergétiques. Cette anticipation se fait à partir du plan de vol ou plus généralement à partir d'activités futures que les différents charges devront remplir. Il est possible de définir un scénario probable à partir de la phase de vol en cours. Par

exemple, en cas de demande énergétique momentanément supérieure au potentiel des sources courantes, hors sources de stockage tel que les batteries, si la demande énergétique estimée pour le futur est inférieure au potentiel des sources courantes, on peut autoriser de prélever de l'énergie
5 dans un moyen de stockage. Si au contraire, la demande énergétique future s'accroît en restant supérieure au potentiel des sources courantes, il est préférable à l'instant présent de ne pas utiliser les moyens de stockage et de délester une charge dont le niveau de priorité est bas. De façon plus générale, les transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les
10 différentes charges se font en fonction d'un compromis issu de priorités entre les besoins énergétiques présents et une anticipation des besoins énergétiques futurs.

Autrement dit, on peut distinguer plusieurs stratégies possibles dans la gestion globale de l'énergie à bord de l'aéronef, trois stratégies dans
15 l'exemple décrit.

Une première stratégie dite normale est mise en œuvre lorsque tous les besoins énergétiques peuvent être satisfait par les différents sources. Une deuxième stratégie dite de réduction temporaire est mise en œuvre lorsque les besoins énergétiques ne peuvent être complètement
20 assurés pendant une période de temps limitée. Dans cette deuxième stratégie, on peut puiser largement dans les moyens de stockage sachant que les stocks d'énergie pourront être reconstitués ultérieurement. Une troisième stratégie dite de puissance limitée est mise en œuvre lorsque les besoins énergétiques ne peuvent être complètement assurés pour une
25 longue période ou de façon définitive. Dans cette troisième stratégie, on dégrade le service de certaines charges afin d'être en mesure d'assurer la fin de la mission de l'aéronef. On pourra définir une durée déterminée de sous alimentation entre la deuxième et la troisième stratégie.

Il est également possible de tenir compte de l'inertie de l'activité
30 d'une charge. Certaines charges peuvent accepter une coupure ou une réduction momentanée de leur apport énergétique sans que l'absence d'activité de la charge soit ressentie ou tant que cette absence ne cause qu'une gêne acceptable. Par exemple, l'inertie thermique de la cabine permet de délester partiellement ou momentanément la charge formée par le

système de climatisation de la cabine. Ce délestage peut se faire indépendamment du niveau de priorité de la charge considéré.

Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, l'aéronef
 5 comprend au moins un indicateur donnant un niveau de stockage d'énergie électrique. Ce type d'énergie est couramment stocké dans des batteries. On peut également mettre en œuvre d'autres moyens tel que des super-capacités. On peut avoir un indicateur par moyen de stockage et il peut également être utile de connaître l'état global du stockage d'énergie
 10 électrique. De même, l'aéronef comprend un indicateur donnant un niveau de stockage d'énergie thermique. Comme indiqué précédemment, cet indicateur donne la capacité de stockage d'une source froide ou l'énergie que l'on peut dissiper dans la source froide. La valeur donnée par cet indicateur est construite à partir de paramètres physiques de la source froide telle que sa
 15 température. Lorsque les réservoirs de carburants sont utilisés comme source froide, la quantité de carburant restant est également prise en compte pour déterminer la capacité de stockage. Par ailleurs, l'aéronef peut comprendre un indicateur donnant une valeur courante d'un paramètre caractéristique mesurant l'activité d'au moins une charge. Par exemple, pour
 20 le groupe de climatisation de la cabine, la température de la cabine permet de mesurer l'activité du groupe de climatisation. On peut comparer la température de la cabine à une température de consigne.

Pour illustrer l'invention, les figures 3a à 3n représentent l'évolution de trois indicateurs :

- 25 • niveau de stockage d'énergie électrique 31,
- niveau de capacité de stockage d'énergie thermique 32 et
- température de la cabine 33.

Les indicateurs de stockage 31 et 32 sont représentés sous forme d'une échelle verticale. En haut de l'échelle la capacité de stockage est
 30 maximale. En bas de l'échelle la capacité de stockage est nulle. L'indicateur de température de la cabine 33, est également représenté sous forme d'une échelle verticale où le niveau haut représente la température de consigne et le bas de l'échelle représente une température plus élevée, signe que le groupe de climatisation n'a pas pu fournir suffisamment d'énergie thermique
 35 pour refroidir la cabine. Pour chaque échelle un niveau intermédiaire est

également représenté. Le sens et la vitesse de variation de niveau de chacun des indicateurs sont représentés sous forme d'une flèche verticale. La direction de la flèche donne le sens de variation et la longueur de la flèche donne la vitesse de variation.

5 Au voisinage de l'indicateur 33, on a également noté une valeur d'écart entre la température mesurée et la température de consigne ainsi qu'une durée prévisionnelle, exprimée en minutes, nécessaire pour revenir à la température de consigne.

10 Sur les différentes figures 3a à 3n, la stratégie normale est notée NOP, la stratégie de réduction temporaire est notée TROP et la stratégie de puissance limitée est notée LOP. Le délestage éventuel de charge est également indiqué sur les différentes figures. L'indication « NO-Shed » indique qu'aucun délestage n'est opéré et l'indication « Shedding » indique que certaines charges sont délestées.

15 Dans l'état de la figure 3a, la température de la cabine est égale à la température de consigne et les moyens de stockage thermique ont une capacité de stockage maximale et les moyens de stockage électriques sont pleins. On est dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

20 Dans l'état de la figure 3b, la température de la cabine est égale à la température de consigne, les moyens de stockage thermique ont une capacité de stockage maximale et on puise dans les moyens de stockage électrique pour assurer la continuité du service. On est dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

25 La figure 3c représente un état voisin de la figure 3b La vitesse de déstockage d'énergie électrique augmente. On reste néanmoins dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

30 Dans l'état de la figure 3d, la température de la cabine est toujours égale à la température de consigne, les moyens de stockage thermique ont une capacité de stockage maximale et on remplit les moyens de stockage électrique. On est toujours dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

35 Dans l'état de la figure 3e, la température de la cabine monte mais sans excéder le niveau intermédiaire de température. Les moyens de stockage électrique sont vides et on stocke de la chaleur dans les moyens de

stockage thermique pour assurer la continuité du service. On est dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

Dans l'état de la figure 3f, la température de la cabine redescend vers la température de consigne. On laisse les moyens de stockage thermique au niveau qu'ils occupaient dans l'état de la figure 3e. On remplit
5 les moyens de stockage électrique. On est dans la stratégie NOP et aucun délestage de charge n'est opéré.

Dans l'état de la figure 3g, qui peut suivre celui de la figure 3e, la température de la cabine monte au dessus du niveau intermédiaire de
10 température. Les moyens de stockage électrique sont vides et on stocke de la chaleur dans les moyens de stockage thermique. Le fait que la température de la cabine monte au dessus du niveau intermédiaire est signe que la continuité du service n'est plus assurée et on est dans la stratégie TROP dans laquelle aucun délestage de charge n'est opéré.

Dans l'état de la figure 3h, la température de cabine décroît mais
15 passe au dessus du niveau intermédiaire de température. Les moyens de stockage électrique se remplissent et on stocke de la chaleur dans les moyens de stockage thermique. On est dans la stratégie TROP et aucun délestage de charge n'est opéré.

Dans l'état de la figure 3i, la température de cabine est stable au
20 dessus du niveau intermédiaire de température. On puise dans les moyens de stockage électrique et on stocke de la chaleur dans les moyens de stockage thermique. On est dans la stratégie TROP et aucun délestage de charge n'est opéré.

Dans l'état de la figure 3j, la température de cabine décroît mais
25 est toujours au dessus du niveau intermédiaire de température. Les moyens de stockage électrique sont vides et on stocke de la chaleur dans les moyens de stockage thermique. On est dans la stratégie TROP. Le fait que la température de la cabine soit au dessus du niveau intermédiaire et qu'au
30 moins un des moyens de stockage soit vide pour l'électrique ou soit à capacité de stockage nulle pour le thermique déclenche le délestage de certaines charges moins prioritaires que le groupe de climatisation afin d'abaisser la température de la cabine.

L'état de la figure 3k est une alternative à celui de la figure 3j.
35 Dans ces deux états, le niveau des moyens de stockage thermique et

électriques est identique. On choisit néanmoins de ne pas délester de charge. La consommation énergétique de ces charges non délestées entraîne une augmentation de la température de la cabine. On est toujours dans la stratégie TROP.

5 Dans l'état de la figure 3l, la température de cabine croît jusqu'à atteindre la température maximale de l'indicateur 33. Les moyens de stockage électrique sont vides et on stocke de la chaleur dans les moyens de stockage thermique. Le fait que le niveau atteint par la température de la cabine et qu'un des moyens de stockage soit vide pour l'électrique ou soit à
10 capacité de stockage nulle pour le thermique fait entrer dans la stratégie LOP, dans laquelle on déleste fortement d'autres charges.

Dans l'état de la figure 3m, la température de cabine est comme dans l'état de la figure 3l, égal à la température maximale de l'indicateur 33. Néanmoins, les moyens de stockage électriques se remplissent. On revient
15 dans la stratégie TROP. On conserve le délestage de certaines charges.

Enfin dans l'état de la figure 3n, la température de cabine décroît pour revenir entre la température intermédiaire et la température de consigne. Les moyens de stockage électrique sont pleins et la capacité des moyens de stockage thermiques augmente. On est dans la stratégie NOP et
20 aucun délestage de charge n'est opéré.

Ces différents états forment des exemples de mise en œuvre des différentes stratégies. De façon plus générale, plusieurs stratégies d'allocation des différentes sources d'énergie sont prédéfinies prévoyant d'éventuels délestage de certaines charges. Le choix entre ces différents
25 stratégies est fait en fonction d'indicateurs de niveau de stockage d'énergie thermique et électriques et d'indicateurs d'activité d'au moins une charge.

REVENDEICATIONS

1. Aéronef comprenant :

- plusieurs sources d'énergie thermique et électrique (11, 12, 14, 15, 16, 18),
- 5 • plusieurs charges (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) susceptibles d'être alimentées par les différentes sources d'énergie, dont au moins une charge (15) susceptible d'être alimentée par une source d'énergie électrique et par une source d'énergie thermique,
- 10 • et des moyens de gestion (23) en temps réel de transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges en fonction du besoin énergétique présent et futur des différents charges et de la disponibilité présente et future des différentes sources, les moyens de gestion assurant une corrélation permanente et unifiée entre énergies thermique et électrique.

- 15 2. Aéronef selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (23) de gestion sont aptes à contrôler une gradation des transferts d'énergie.

- 20 3. Aéronef selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les sources d'énergie (11, 12, 14, 15, 16, 18) comprennent des réserves (14) électriques et thermiques et en ce que les moyens de gestion (23) sont aptes à remplir des réserves ou à y puiser de l'énergie en fonction de données relatives à une utilisation présente et ultérieure prévue pour ces réserves.

25

4. Aéronef selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les sources d'énergie thermique (15) comprennent au moins une source froide.

- 30 5. Aéronef selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une source froide est formée par des réserves en carburant de l'aéronef.

6. Aéronef selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un premier indicateur (31) donnant un niveau de

stockage d'énergie électrique, un deuxième indicateur (32) donnant un niveau de stockage d'énergie thermique et un troisième indicateur (33) donnant une valeur courante d'un paramètre caractéristique mesurant l'activité d'au moins une charge.

5

7. Procédé de gestion en temps réel d'énergie à bord d'un aéronef selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on établit des transferts d'énergie des différentes sources d'énergie (11, 12, 14, 15, 16, 18) vers les différentes charges (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) en fonction règles de priorité prédéfinies autorisant le délestage partiel ou total de certaines charges.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les règles de priorité permettent de définir le niveau d'utilisation du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique et de la ou des sources d'énergie thermique.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que les moyens de gestion disposent de plusieurs règles de priorités distinctes et en ce que les différentes règles de priorités sont sélectionnables automatiquement ou manuellement.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges se font en fonction d'un compromis issu de priorités entre les besoins énergétiques présents et une anticipation des besoins énergétiques futurs.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que de les transferts d'énergie des différentes sources d'énergie vers les différentes charges se fait en fonction de l'inertie de l'activité d'une charge.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que les transferts d'énergie des différentes sources

d'énergie vers les différentes charges sont prédéfinis en prévoyant d'éventuels délestage de certaines charges, en fonction d'indicateurs des niveaux de stockage d'énergie thermique et électriques et d'indicateurs d'activité d'au moins une charge.

5

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que plusieurs stratégies d'allocation des différentes sources d'énergie vers les différentes charges sont prédéfinis prévoyant d'éventuels délestage de certaines charges, et en ce que le choix entre les différentes stratégies est fait en fonction d'indicateurs des niveaux de stockage d'énergie thermique et électriques et d'indicateurs d'activité d'au moins une charge.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, le procédé étant mis en œuvre à bord d'un aéronef selon la revendication 3, caractérisé en ce que pour la charge (15) susceptible d'être alimentée par une source d'énergie électrique (11, 12, 14, 15, 16, 18) et par une source d'énergie thermique (15, 16) on modifie le rapport entre l'apport énergétique provenant d'une source d'énergie électrique et l'apport énergétique provenant d'une source d'énergie thermique en fonction d'un niveau d'énergie souhaité pour les réserves électriques (14).

1/3

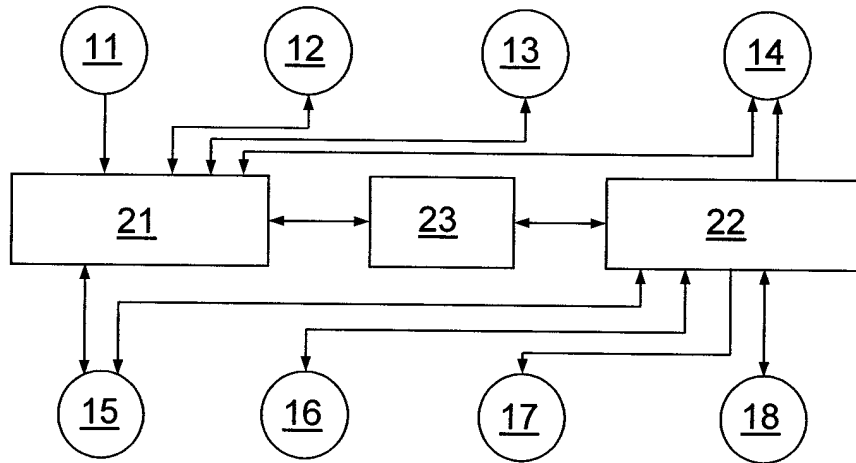


FIG.1

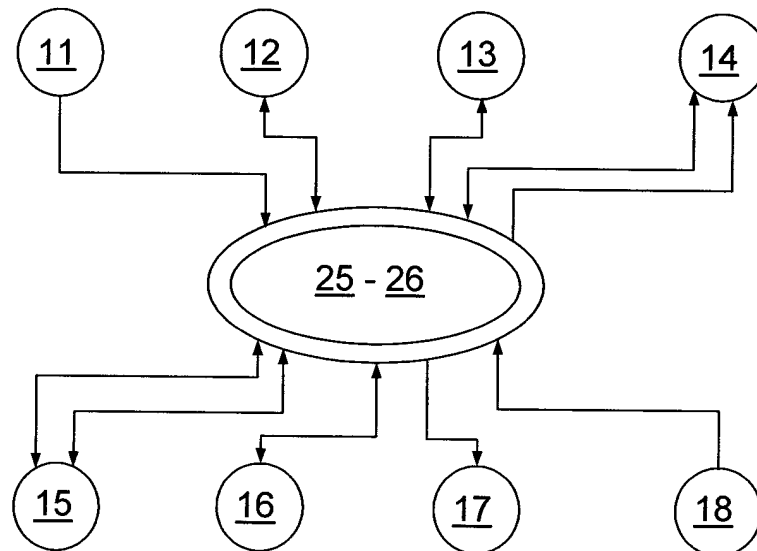
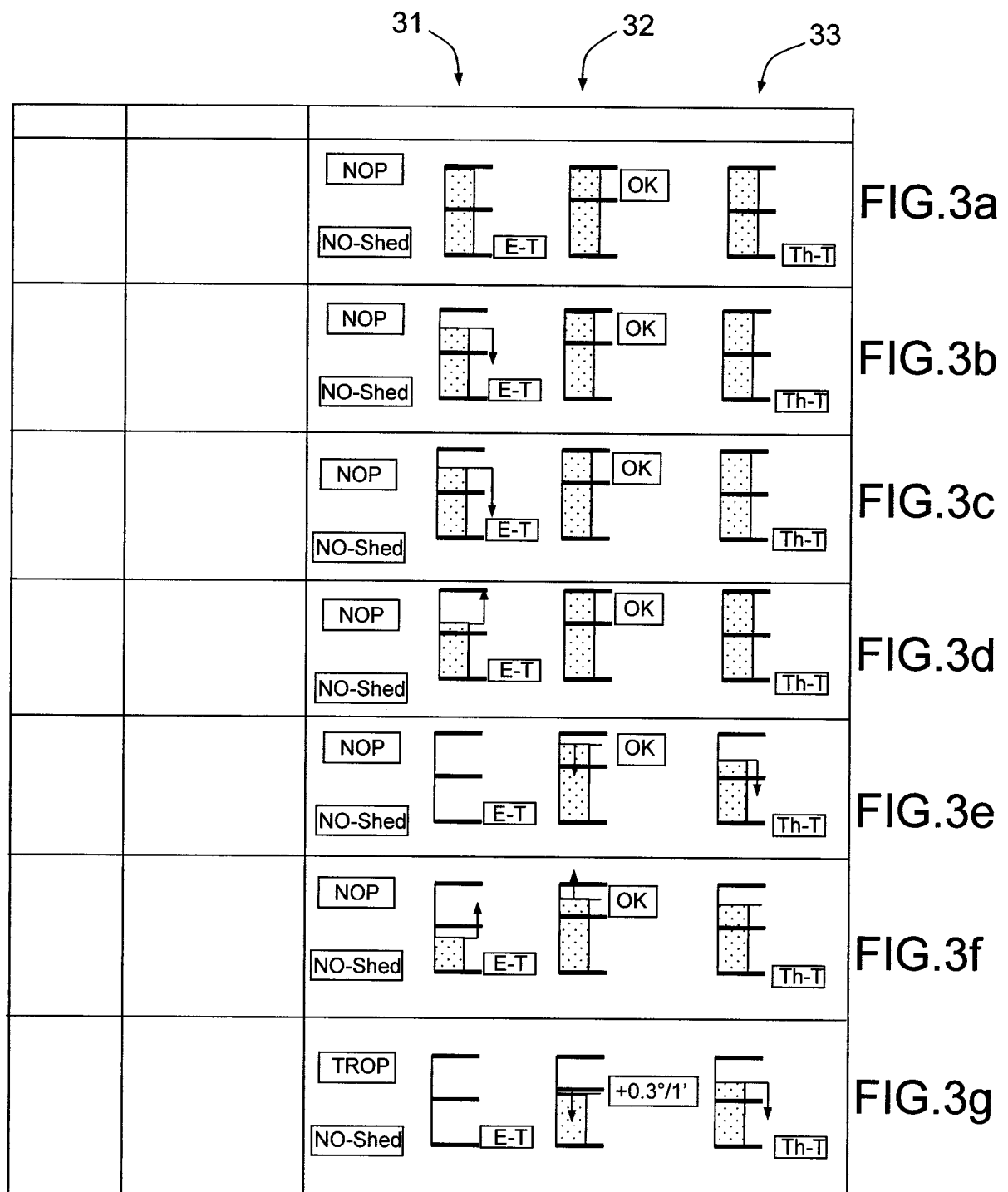


FIG.2

2/3



3/3





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 759566
FR 1103950

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		
A	EP 2 145 824 A2 (LIEBHERR AEROSPACE GMBH [DE]) 20 janvier 2010 (2010-01-20) * le document en entier *	1-14	B64D41/00
A	EP 1 387 460 A2 (AIRBUS GMBH [DE]) 4 février 2004 (2004-02-04) * le document en entier *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 août 2012		Poth, Hartwig	
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 1103950 FA 759566

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 **24-08-2012**

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 2145824	A2	20-01-2010	DE 102007017820 A1	07-08-2008
			EP 2145824 A2	20-01-2010
			US 2009104493 A1	23-04-2009
			US 2012161512 A1	28-06-2012

EP 1387460	A2	04-02-2004	AT 373329 T	15-09-2007
			EP 1387460 A2	04-02-2004
			US 2004057177 A1	25-03-2004
