



(43) Date de la publication internationale
8 décembre 2016 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/193080 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H02J 1/10 (2006.01) *H02J 9/06* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/061745
- (22) Date de dépôt international :
25 mai 2016 (25.05.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1554886 29 mai 2015 (29.05.2015) FR
- (71) Déposant : IFP ENERGIES NOUVELLES [FR/FR]; 1
& 4 avenue du Bois-Préau, 92852 Rueil-malmaison (FR).
- (72) Inventeurs : DA COSTA, Anthony; 0040 Rue Jules Fer-
ry, 78400 Chatou (FR). AUCLAIR, Dominique; 0018 Che
Des Boutareines, 94350 Villiers Sur Marne (FR). PO-
GNANT-GROS, Philippe; 0029 Av Du Chater, 69340
Francheville (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,
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))

(54) Title : DEVICE FOR POWER SUPPLY TO AN ELECTRICAL RECEIVER COMPRISING SWITCHING BETWEEN TWO DIRECT-CURRENT VOLTAGE SOURCES, AND POWER SUPPLY METHOD UTILISING SUCH A DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF D'ALIMENTATION D'UN RECEPTEUR ELECTRIQUE AVEC COMMUTATION ENTRE DEUX SOURCES DE TENSION CONTINUE, ET PROCEDE D'ALIMENTATION METTANT EN OEUVRE UN TEL DISPOSITIF

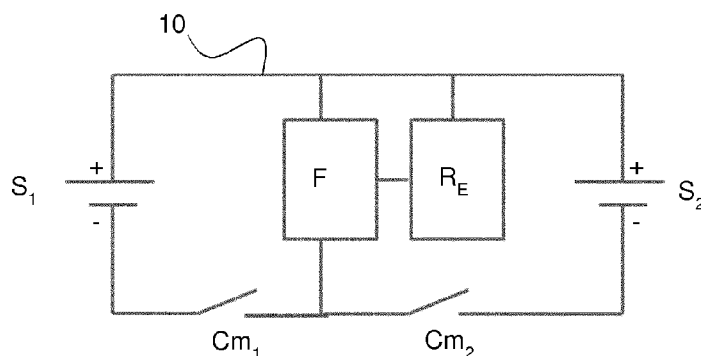


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a power supply device of an electrical receiver (R_E) comprising a circuit switching between at least two direct-current voltage sources connected in parallel (S_1, S_2). Two controlled switches (C_1, C_2) allow switching between the two sources (S_1, S_2) in order to deliver a direct-current output voltage V_s supplying power to the receiver (R_E), which is filtered by means of filtering (F) and a function of one and/or the other source (S_1, S_2). Each source is connected in series with one of the switches, the filtering means and the receiver in order to form a circuit loop. The invention also relates to a power supply method utilising such a device, and advantageously applied to the relay antennas of mobile telephony, supplied with power by at least one lithium-ion type battery and one lead-acid battery.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

L'invention porte sur un dispositif d'alimentation d'un récepteur électrique (R_E) comportant un circuit de commutation entre au moins deux sources de tension continue connectées en parallèle (S_1, S_2). Deux commutateurs commandés (C_1, C_2) permettent de commuter entre les deux sources (S_1, S_2) pour délivrer une tension de sortie continue V_s alimentant le récepteur (R_E), qui est filtrée par des moyens de filtrage (F) et fonction de l'une et/ou l'autre source (S_1, S_2). Chaque source est branchée en série avec l'un des commutateurs, les moyens de filtrage et le récepteur pour former une boucle du circuit. L'invention porte également sur un procédé d'alimentation mettant en œuvre un tel dispositif, et s'applique avantageusement aux antennes relais de téléphonie mobile, alimentées par au moins une batterie de type Li-ion et une batterie au plomb.

**DISPOSITIF D'ALIMENTATION D'UN RECEPTEUR ELECTRIQUE AVEC COMMUTATION
ENTRE DEUX SOURCES DE TENSION CONTINUE, ET PROCEDE D'ALIMENTATION
METTANT EN ŒUVRE UN TEL DISPOSITIF**

5 Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine de l'alimentation de dispositifs électriques par des sources de tension continue, en particulier l'alimentation d'antennes relais à partir de différentes sources d'énergies électriques.

Contexte général

- 10 La téléphonie mobile, aussi appelée téléphonie cellulaire, est devenue en quelques décennies un moyen de communication incontournable. Les antennes relais de téléphonie mobile permettant ce type de communication, et constituant les bases de transmission des ondes radioélectriques vers le téléphone portable d'un utilisateur, sont réparties sur le territoire selon un schéma de cellules. Chaque cellule peut couvrir une zone de plusieurs
15 dizaines de kilomètres de rayon.

Les antennes relais sont des récepteurs électriques, nécessitant une alimentation spécifique, en général une alimentation par une source de tension continue et répondant à des normes strictes.

- L'alimentation des antennes relais peut poser un problème dans les zones isolées où un
20 réseau électrique central n'est pas disponible. Typiquement, dans ce type de zones, l'antenne relais peut être alimentée par un groupe électrogène, lui permettant un fonctionnement en relative autonomie. Afin de pallier un défaut d'alimentation électrique par le groupe électrogène, par exemple en cas de panne ou lors d'une maintenance, il est généralement prévu une batterie au plomb permettant de prendre le relais pour alimenter
25 l'antenne. Le groupe électrogène alimente alors un chargeur de batteries, qui maintient la batterie en charge dès lors que le groupe électrogène fonctionne. Le système comporte un unique « bus DC », sur lequel sont reliés le chargeur, la batterie, et les consommateurs contenus dans la baie telecom. La capacité de la batterie plomb est alors choisie pour permettre un temps d'alimentation nécessaire à la maintenance du groupe électrogène.

Cependant ce type de batterie comporte des limites importantes, et ne tolère notamment pas un nombre important de cycles de charge/décharge.

- Une tendance est à l'utilisation de batteries au plomb de dimensions plus imposantes, qui permettent non seulement une plus grande autonomie de fonctionnement en cas d'arrêt
- 5 obligatoire du groupe électrogène (défaillance ou maintenance), mais qui permet également une alimentation de l'antenne en fonctionnement normal selon une alternance entre le groupe électrogène et la batterie au plomb. On rappelle en effet que l'avantage premier d'une batterie de technologie plomb se situe principalement dans sa rentabilité pour assurer la fonction de maintenance du groupe électrogène, ce qui peut représenter une durée de
- 10 plusieurs jours dans le cas de sites très isolés. Afin d'économiser le carburant fourni au moteur thermique du groupe électrogène, il est prévu des cycles d'alimentation comprenant une première phase pendant laquelle le groupe électrogène fonctionne pour charger la batterie au plomb et alimenter l'antenne, et une deuxième phase pendant laquelle l'antenne est uniquement alimentée par la batterie au plomb et le groupe électrogène éteint. Pendant
- 15 la première phase, le groupe électrogène fonctionne à une puissance plus élevée comparativement à un fonctionnement plus traditionnel où l'antenne est alimentée en continue par le groupe électrogène. Dans ce mode d'alimentation de l'antenne en deux temps, la phase de fonctionnement du groupe électrogène est limitée dans le temps, et on peut ainsi réduire jusqu'à environ 25% la consommation moyenne de carburant par le
- 20 groupe électrogène. Malgré une économie substantielle de carburant, la technologie de batterie employée constitue encore une fois un problème relativement au nombre de cycles de charge/décharge supporté, et implique surtout un coût pouvant devenir prohibitif, ainsi que des problèmes de poids et d'encombrement du dispositif global d'alimentation de l'antenne.
- 25 Il peut être envisagé d'utiliser d'autres sources de production électrique en remplacement ou comme alternatives du groupe électrogène, telles que des sources d'énergie renouvelables permettant la production d'électricité du type systèmes photovoltaïques ou éoliennes, qui peuvent être bien adaptées à l'alimentation des antennes relais dans des environnements isolés.
- 30 La demande de brevet WO 2009/141651 A1 décrit ainsi l'alimentation d'une antenne relais à partir de plusieurs sources électriques : groupe électrogène, panneaux photovoltaïques et éoliennes. Un système de contrôle général permet notamment de gérer l'interconnexion entre les sources de production d'électricité, les éléments de stockage d'électricité, i.e. un

ensemble de batteries, et l'antenne relais et ses accessoires à alimenter. En fonctionnement normal, les éoliennes et/ou les panneaux photovoltaïques alimentent l'antenne et rechargent les batteries, lesquelles sont associées à un système de dissipation en cas de surplus d'électricité. Lorsque les sources d'énergies renouvelables ne sont plus disponibles, les batteries prennent le relais pour alimenter l'antenne. Le groupe électrogène vient se substituer aux éoliennes et aux panneaux photovoltaïques dans le cas où l'énergie renouvelable n'est pas disponible sur du long terme. Dans ce cas, le groupe électrogène alimente les batteries et l'antenne, et une fois les batteries chargées, le groupe électrogène est éteint pour économiser le carburant.

10 Cependant le document WO 2009/141651 A1 ne donne aucun détail sur le dispositif pour commuter entre les différentes sources électriques afin d'alimenter l'antenne, ni entre les batteries elles-mêmes. Or, la manière d'alimenter l'antenne, à partir d'une source donnée, et le passage d'une source à l'autre, sont des éléments critiques en termes d'efficacité énergétique et pour assurer un bon fonctionnement de l'antenne, dans le respect des

15 contraintes imposées par les spécifications du domaine. En outre, le système ne comporte pas la possibilité de coupler les batteries à une autre source d'électricité, e.g. les panneaux photovoltaïques, les éoliennes ou le groupe électrogène, pour alimenter l'antenne. Cette configuration peut être avantageuse, par exemple lorsqu'une source seule ne peut subvenir aux besoins d'alimentation de l'antenne.

20 Il existe ainsi un besoin de fournir un dispositif d'alimentation d'une antenne relais qui permette d'opérer une commutation rapide entre différentes sources électriques, et qui soit performant énergétiquement, c'est-à-dire qu'il présente un bon rendement énergétique. Par rendement énergétique, on entend le rapport entre l'énergie en sortie d'un système, c'est-à-dire l'énergie utile fournie par le système, et l'énergie en entrée du système, c'est-à-dire

25 l'énergie totale consommée par le système. Ce rapport est équivalent au rapport entre la puissance en sortie et la puissance en entrée.

Par ailleurs, il existe un besoin de fournir un système d'alimentation d'une antenne relais comprenant plusieurs sources de tension continue, qui soit peu encombrant, et qui permette de minimiser la consommation en carburant d'un groupe électrogène utilisé comme l'une des

30 sources de tension continue, tout en restant fiable.

Plus généralement il existe un besoin de fournir un dispositif et une méthode permettant le passage d'une source de tension continue à une autre de façon maîtrisée, c'est-à-dire

répondant à un cahier des charges issus des normes d'alimentation du domaine, et en minimisant les pertes énergétiques liées à la commutation.

Il existe également un besoin de fournir un dispositif permettant de coupler différentes sources de tension continue tout en contrôlant la contribution de chacune des sources au
5 courant de sortie et en maîtrisant le niveau de tension de sortie et la tension résiduelle, que ce soit dans le cadre de l'alimentation d'antennes-relais ou dans un cadre plus général, pour d'autres types d'applications.

Objectifs et résumé de l'invention

La présente invention a pour objectif de surmonter au moins en partie les limitations de l'art
10 antérieur présentées et de répondre aux besoins mentionnés ci-dessus, parmi d'autres.

La présente invention propose ainsi, selon un premier aspect, un dispositif d'alimentation d'un récepteur électrique comprenant un circuit électrique reliant au moins deux sources de tension continue connectées en parallèle et le récepteur électrique. Le circuit comprend au moins deux commutateurs commandés et des moyens de filtrage. Chaque source de tension
15 continue est branchée en série avec l'un des commutateurs commandés, les moyens de filtrage et le récepteur électrique de manière à former une boucle du circuit électrique. Les commutateurs commandés permettent de commuter entre les au moins deux sources de tension continue pour délivrer une tension de sortie continue V_s alimentant le récepteur électrique, la tension de sortie continue V_s étant filtrée par les moyens de filtrage et étant
20 fonction de l'une et/ou l'autre source de tension continue.

De préférence, les commutateurs sont aptes à commuter à une fréquence de découpage comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, de préférence entre 50 kHz et 500 KHz, plus préférentiellement entre 50 kHz et 200 KHz.

Les commutateurs commandés peuvent être des interrupteurs de type transistors bipolaires,
25 transistors bipolaires à grille isolée, ou MOSFET.

Avantageusement, les commutateurs commandés sont formés par des paires d'interrupteurs de type MOSFET en série, les deux interrupteurs de type MOSFET de chaque commutateur étant disposés côte à côte et tête bêche, et étant de préférence commandés simultanément de manière à s'ouvrir et se fermer simultanément.

De préférence, le dispositif comprend en outre au moins un pilote par commutateur, et des moyens de contrôle pour contrôler chaque pilote, les moyens de contrôle comportant un logiciel de pilotage des pilotes et un microcontrôleur pour mettre en œuvre le logiciel de pilotage.

- 5 De préférence, les moyens de filtrage comprennent une inductance et une capacité.

Le circuit électrique peut en outre comprendre un transistor, de préférence de type MOSFET, positionné dans le circuit électrique et commandé de manière à contrôler la tension de sortie V_s lorsque les commutateurs sont en position ouverte.

- 10 Le dispositif selon l'invention peut également comprendre des moyens de mesure comportant au moins un circuit de mesure de la tension de sortie continue V_s , et éventuellement un circuit de mesure du courant consommé par le récepteur électrique ou un circuit de mesure de la tension en entrée des commutateurs ou les deux (circuit de mesure du courant consommé et circuit de mesure de la tension en entrée).

- 15 Avantageusement, le dispositif comporte au moins deux sources de tension continue choisies parmi les batteries, les supercondensateurs, les groupes électrogènes, les systèmes photovoltaïques, les systèmes aérogénérateurs.

- 20 De manière préférée, le dispositif comprend une première source de tension continue comportant une batterie Li-ion, et une deuxième source de tension comportant une batterie au plomb, pour alimenter une antenne-relais de téléphonie mobile et des accessoires de l'antenne relais.

Selon un deuxième aspect, la présente invention propose un procédé d'alimentation d'un récepteur électrique par au moins deux sources de tension continue mettant en œuvre le dispositif selon l'invention, dans lequel :

- 25 - on effectue une étape de commutation entre les au moins deux sources de tension continue, ladite commutation étant réalisée par la fermeture alternée des deux commutateurs de manière à fournir une tension de sortie non filtrée fonction des deux sources de tension continue;
- on filtre la tension de sortie non filtrée par les moyens de filtrage ; et
- on alimente le récepteur électrique avec la tension de sortie filtrée V_s .

La commutation est avantageusement réalisée avec une fréquence de découpage comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, de préférence entre 50 kHz et 500 KHz, plus préférentiellement entre 50 kHz et 200 KHz.

Selon une mise en œuvre, on réalise :

- 5 - une première phase pendant laquelle on effectue l'étape de commutation pour alimenter le récepteur électrique en une première tension de sortie continue filtrée V_{S1} , et
- une deuxième phase pendant laquelle :
 - 10 - on maintient un seul commutateur en position fermée pour fournir une deuxième tension de sortie continue fonction d'une seule des au moins deux sources de tension continue ;
 - on filtre ladite deuxième tension continue par les moyens de filtrage ; et
 - on alimente le récepteur électrique avec la deuxième tension de sortie filtrée V_{S2} .

15 Selon une autre mise en œuvre, le mode principal d'alimentation du récepteur électrique est réalisé par l'étape de commutation permettant le couplage desdites sources de tension continue pour alimenter le récepteur électrique.

20 Selon cette mise en œuvre, on peut déterminer une valeur de rapport cyclique pour chaque commutateur, et on peut faire varier la valeur du rapport cyclique pour chacun des commutateurs afin de contrôler la contribution de chacune des sources de tension continue pour générer la tension de sortie filtrée V_s .

25 De préférence, le rapport cyclique de chaque commutateur varie de 0% à 100%, et on contrôle la tension de sortie filtrée V_s lorsque la somme des rapports cycliques des commutateurs est inférieure à 1 au moyen d'un transistor commandé en position fermée lorsque les commutateurs sont en position ouverte, ou au moyen d'un logiciel régulant la tension de sortie filtrée V_s à partir d'au moins une mesure de la tension de sortie, et éventuellement à partir de la mesure du courant consommé par le récepteur électrique.

Avantageusement le procédé est mis en œuvre pour alimenter une antenne-relais de téléphonie mobile et ses accessoires, en réalisant une étape de commutation entre une

première source de tension continue comportant une batterie Li-ion, et une deuxième source de tension comportant une batterie au plomb.

Selon un troisième aspect, la présente invention propose une antenne relais de téléphonie mobile comprenant un dispositif d'alimentation selon l'invention ou alimentée par un procédé
5 selon l'invention, l'antenne relais étant de préférence alimentée par au moins une batterie Li-ion et une batterie au plomb en tant que sources de tension continue.

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'exemples de réalisation particuliers de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, la description étant faite en référence aux figures annexées décrites ci-après.

10 Brève description des figures

La figure 1 illustre un dispositif d'alimentation selon l'invention.

La figure 2 représente un dispositif d'alimentation selon un mode de réalisation de l'invention avec des commutateurs de type MOSFET.

La figure 3 représente un exemple d'architecture électronique d'un dispositif d'alimentation
15 selon l'invention.

La figure 4 représente un autre exemple d'architecture électronique d'un dispositif d'alimentation selon l'invention.

La figure 5 est un schéma illustrant l'application d'un dispositif selon l'invention à l'alimentation d'une antenne relais de téléphonie mobile.

20 Sur les figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou analogues.

Description détaillée de l'invention

Dispositif d'alimentation selon l'invention

Le dispositif d'alimentation selon l'invention est illustré schématiquement à la figure 1.

Le dispositif alimente un récepteur électrique R_E avec une tension continue, c'est-à-dire une
25 tension qui ne varie pas dans le temps.

Le dispositif d'alimentation comprend un circuit électrique 10 reliant le récepteur électrique R_E et deux sources de tension continue (S_1 , S_2) connectées en parallèle. Le circuit 10 comprenant au moins deux commutateurs commandés C_{m1} et C_{m2} et des moyens de filtrage F .

- 5 La source de tension continue S_1 est branchée en série avec le commutateur commandé C_{m1} , les moyens de filtrage F et le récepteur électrique R_E de manière à former une boucle du circuit électrique 10. Il en est de même pour la source S_2 formant une boucle du circuit électrique en étant branchée en série avec le commutateur commandé C_{m2} , les moyens de filtrage F et le récepteur électrique R_E .
- 10 Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} permettent de commuter entre les deux sources S_1 et S_2 pour délivrer une tension de sortie continue V_s qui alimente le récepteur R_E . Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont symbolisés par des interrupteurs sur la figure 1, illustrant leur fonction d'ouverture et de fermeture de la boucle du circuit formée respectivement avec la source de tension continue correspondante.
- 15 Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont par exemple positionnés sur la branche basse du circuit 10, tel que représenté à la figure 1. Cette configuration est préférée pour une application aux antennes relais car la masse est reliée au potentiel positif des batteries selon les conventions du domaine des télécommunications. D'autres configurations sont possibles, selon les conventions des domaines d'applications visés. Ainsi chaque commutateur pourrait
- 20 être positionné sur la ligne reliant le pôle positif d'une source de tension continue au récepteur électrique, si c'était le pôle négatif de la source de tension continue qui était relié à la masse, comme c'est le cas le plus commun.

La tension de sortie continue V_s est filtrée par les moyens de filtrage F .

- Selon l'invention, la tension de sortie V_s est fonction de la source S_1 ou de la source S_2 . Elle
- 25 peut également être fonction des deux sources S_1 et S_2 .

- La tension de sortie V_s est fonction soit de la source S_1 lorsque le commutateur C_{m1} est activé pour permettre le passage du courant (fonction d'interrupteur en position fermée) et que le deuxième commutateur C_{m2} est activé pour bloquer le passage du courant (fonction d'interrupteur en position ouverte) sur une période de temps donnée t , soit de la source S_2
- 30 quand le fonctionnement décrit des commutateurs est inversé.

La tension de sortie V_s peut être fonction des deux sources à la fois lorsque les commutateurs sont alternativement fermés sur une même période de temps donnée t : sur cette période de temps donnée t , les deux commutateurs sont chacun fermés à tour de rôle. Lorsque l'un des commutateurs est fermé, l'autre est nécessairement ouvert.

- 5 On désignera cette alternance de fermeture des commutateurs pendant une plage de temps donnée D comme une phase dite de commutation dans la présente description.

La phase de commutation est réalisée à une fréquence de découpage donnée. La période correspond à l'unité de temps t mentionnée ci-dessus. Ainsi, à une fréquence de découpage de 100 kHz par exemple, la période de fermeture alternée des deux commutateurs est de 10 μ s. On définit un rapport cyclique τ_i pour chaque commutateur C_{mi} comme étant le taux de fermeture du commutateur, c'est-à-dire la durée de fermeture du commutateur C_{mi} sur la période t .

La tension de sortie générée V_s est égale à la somme des produits « tension d'entrée d'une source de tension $i \times$ rapport cyclique τ_i du commutateur C_{mi} associé » comme écrit dans la relation (I) suivante

$$V_s = \sum_i V_{e_i} \cdot \tau_i \quad (I)$$

Selon un mode de réalisation, la somme des rapports cycliques est égale à 1. A titre d'exemple, considérant une période de 10 μ s, un rapport cyclique de 30% pour le premier commutateur signifie que le premier commutateur est fermé pendant 3 μ s et que le deuxième commutateur a un rapport cyclique de 70%, c'est-à-dire est fermé le temps restant, c'est-à-dire pendant 7 μ s.

Selon un autre mode de réalisation, la somme des rapports cycliques est inférieure à 1. Dans ce cas, sur la période t , les commutateurs peuvent être simultanément ouverts. Par exemple, sur une période de 10 μ s, on pourra avoir un rapport cyclique τ_1 de 30% pour le premier commutateur C_{m1} , et un rapport cyclique τ_2 de 50% pour le deuxième commutateur C_{m2} , les deux commutateurs étant ouverts simultanément pendant 2 μ s.

Une somme des rapports cycliques inférieure à 1 peut être envisagée dans le cas où l'on souhaite fournir une tension de sortie qui soit inférieure à la valeur donnée par la relation (I). Dans ce cas, différents moyens peuvent être mis en œuvre pour maîtriser la tension de sortie. Ces moyens sont décrits plus bas en relation avec la figure 4.

Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont commandés de manière à laisser passer le courant (fonctionnement en fermeture) ou bloquer le courant comme décrit ci-dessus. A chaque commutateur est associé de préférence un pilote (« driver » en anglais) qui commande le commutateur. L'ordre de commuter provient d'un organe extérieur (non représenté dans les figures). Le dispositif d'alimentation comprend ainsi en outre des moyens de contrôle pour contrôler chaque pilote, ces moyens de contrôle comportant un logiciel de pilotage des pilotes et un microcontrôleur pour mettre en œuvre du logiciel de pilotage.

Selon l'invention, les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont aptes à commuter à une fréquence de découpage telle que la tension résiduelle est limitée. La gamme de fréquence est déterminée en fonction de la performance souhaitée et du coût envisagé. Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont aptes à commuter suffisamment vite pour limiter la tension résiduelle. Les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont aptes à fonctionner à une fréquence de découpage de préférence comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, et plus préférentiellement comprise entre 50 kHz et 500 KHz, et encore plus préférentiellement entre 50 et 200 KHz. L'utilisation d'une fréquence élevée permet avantageusement de ne pas imposer de contraintes trop importantes sur le dimensionnement des moyens de filtrage F.

De préférence, les commutateurs commandés C_{m1} et C_{m2} sont des interrupteurs de type transistors bipolaires, transistors bipolaires à grille isolée, ou MOSFET.

Les moyens de filtrage F comprennent typiquement une inductance et une capacité, comme illustré aux figures 3 et 4 et décrits plus bas. Les moyens de filtrage ont pour objectif de limiter les résidus haute fréquence, particulièrement critique par exemple pour le respect des normes dans le domaine des télécommunications.

Le nombre de sources de tension continue peut être supérieur à deux, les sources étant toujours connectées en parallèle. Dans ce cas, le nombre de commutateurs sera également supérieur à deux. Il y a autant de commutateurs C_{mi} que de sources de tension continue S_i , chaque source de tension continue formant avec un commutateur dédié et le récepteur électrique une boucle du circuit électrique 10.

Les sources de tension continue peuvent être, à titre d'exemples non limitatifs, des batteries, pouvant être de technologie similaire ou différente et/ou dans un état de santé identique ou différent (ex : batterie « neuve » et batterie « vieillie »), des systèmes de production d'électricité à partir d'énergie renouvelables, tels que des systèmes de panneaux

photovoltaïques ou des systèmes aérogénérateurs (éoliennes), des supercondensateurs, des groupes électrogènes.

Par exemple le dispositif d'alimentation selon l'invention peut permettre la commutation entre deux sources de tension différentes ou similaires, par exemple entre deux batteries, tel qu'entre une batterie au plomb et une batterie de type Li-ion, entre deux batteries de technologie similaire mais d'état de santé différents, entre une batterie et un système photovoltaïque ou un système aérogénérateur ou un groupe électrogène, ou entre plus de deux de ces sources de tension continue. Toute combinaison est envisageable en fonction du type de récepteur électrique à alimenter.

- 10 Une batterie désigne traditionnellement une "batterie d'accumulateurs" connectés en série et/ou en parallèle. Un accumulateur est un générateur électrochimique rechargeable. Ses réactions redox sont réversibles en branchant une source d'alimentation électrique à ses bornes créant un courant inverse au sens de la décharge. Dans la présente description, le terme batterie est utilisé pour désigner des générateurs électrochimiques d'énergie réversibles, qu'ils soient unitaires (élément) ou sous forme d'un ensemble d'éléments connectés, comme un pack. Il s'agit donc ici des systèmes rechargeables électriquement au sens large.

Le récepteur électrique R_E alimenté par une tension continue fonctionne classiquement dans une gamme de tension spécifiée généralement par des normes constructeurs ou des normes d'utilisation liées à un domaine particulier. Les contraintes d'alimentation prises en compte par la présente invention peuvent être diverses : pente maximale de variation de tension, ondulation de la tension etc.

Le récepteur électrique R_E peut être, de manière non limitative, une antenne relais de téléphonie mobile, un démarreur de véhicule pouvant être alimenté par la batterie principale du véhicule ou une batterie auxiliaire, des équipements accessoires d'un véhicule, une ou plusieurs machines électriques de traction d'un véhicule électrique ou hybride alimentées par une ou plusieurs batteries et des supercapacités, etc.

Le dispositif d'alimentation d'un récepteur électrique selon l'invention permet de commuter entre plusieurs sources de tension continue, et ainsi permet notamment de sélectionner la source la plus adaptée selon les circonstances : par exemple en fonction de la disponibilité de la source, ou choix de la source pour améliorer l'efficacité d'une chaîne énergétique.

Dans le cas d'une alimentation par au moins deux batteries, la présente invention permet par exemple de choisir la batterie la plus adaptée pour réduire la consommation énergétique ou subvenir à un besoin d'autonomie accru, ou ralentir le vieillissement en limitant le nombre de cycles d'une ou de plusieurs batteries.

- 5 Selon un mode de réalisation, le dispositif d'alimentation comprend une batterie Li-ion et une batterie au plomb pour alimenter une antenne-relais de téléphonie mobile et ses accessoires. La description d'un exemple d'une telle antenne relais est réalisée plus bas en relation avec la figure 5.

La figure 2 représente un exemple de réalisation non limitatif du dispositif selon l'invention
10 avec des commutateurs formés par des paires de MOSFET commandés, de préférence simultanément. Le schéma de la figure 2 est identique en tout point à celui de la figure 1 à l'exception de la représentation des commutateurs C_{m1} et C_{m2} . La description du circuit 20 identique à celle du circuit 10, ainsi que les sources de tension continue et du récepteur électrique, et n'est pas répétée ci-dessous.

- 15 Des interrupteurs de type MOSFET (Mt_1 , Mt_2 , Mt_3 , Mt_4), c'est-à-dire des transistors à effet de champ à grille isolée, MOSFET étant l'acronyme anglais de Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, sont utilisés pour former les commutateurs C_{m1} et C_{m2} .

Pour former un commutateur, deux MOSFET (Mt_1/Mt_2 ; Mt_3/Mt_4) sont placés en série tête
20 bêche, c'est-à-dire en sens inverse l'un de l'autre comme représenté sur la figure 2. Les MOSFET de chaque paire (Mt_1/Mt_2 ; Mt_3/Mt_4) sont de préférence commandés simultanément de manière à s'ouvrir et se fermer simultanément.

La commande des deux MOSFET, connectés aux moyens de filtrage F, est alors référencée à ce point flottant par construction. L'alimentation de leurs circuits de commande ne peut donc pas se faire à partir d'un potentiel fixe par rapport à la masse du système, et doit se
25 faire à partir d'un potentiel fixe à partir du point d'interconnexion, qui est flottant. Ceci peut être réalisé en employant par exemple un convertisseur de tension statique à sortie isolée.

Le commutateur formé par une paire de MOSFET ainsi disposés forme une boucle avec une source de tension donnée. Le circuit 20 comprend donc deux boucles : chaque boucle du circuit est formée par une source de tension continue (S_1 ou S_2), un commutateur (C_{m1} ou
30 C_{m2}) constitué par une paire de MOSFET, le filtre F et le récepteur électrique R_E .

Ce mode de réalisation permet avantageusement d'alimenter un récepteur électrique R_E avec n'importe quelle paire de sources de tension continue en mesure d'alimenter ledit récepteur, par exemple entre deux batteries quelconques qui peuvent être dans des états de charge différents pour alimenter une antenne relais. Selon cette réalisation, il est possible de
5 connecter ou déconnecter librement chaque source de tension individuellement, et ce, quel que soit leur niveau de tension.

La mise en œuvre de MOSFET est avantageuse car ces derniers fonctionnent avec de faibles tensions, un fort courant, et permettent une commutation rapide. Ainsi, ce mode de réalisation est par exemple très bien adapté à l'alimentation des antennes relais.

- 10 L'utilisation d'interrupteurs de type MOSFET est possible grâce à la disposition particulière des MOSFET, en série et positionnés tête bêche. En effet, cette disposition permet d'éviter que le courant circule dans une boucle du circuit de manière non désirée, par l'entrée en conduction de la diode interne d'un MOSFET. Par exemple lorsqu'on commute sur la source de tension continue ayant la tension la plus forte, la diode du MOSFET dans la branche
15 opposée entre en conduction. Un deuxième MOSFET associé en sens inverse au premier MOSFET, et de préférence commandé simultanément, permet de faire barrage au courant dans ce cas de figure.

La figure 3 est un schéma d'un circuit 30 plus détaillé représentant un exemple d'architecture électronique d'un dispositif d'alimentation selon l'invention.

- 20 Les sources et récepteurs électriques sont identiques à ce qui a été décrit plus haut. Le récepteur électrique R_E est représenté par une résistance.

- Chaque commutateur est commandé par un ou plusieurs pilotes, selon que le commutateur est constitué par un ou plusieurs composants susceptibles de nécessiter chacun un pilotage qui lui soit propre. Les pilotes sont eux-mêmes contrôlés par des moyens de contrôle (non
25 représenté) comprenant typiquement un microcontrôleur et un logiciel de pilotage desdits drivers mis en œuvre par le microcontrôleur. Sur la figure 3, les commutateurs C_{m1} et C_{m2} sont des paires de MOSFET (T3/T4 ; T1/T2) tels que décrit en relation avec la figure 2.

- Chaque MOSFET est commandé via un pilote D_r contrôlé par des moyens de contrôle non représentés dans la figure 3. Les MOSFET de chaque paire constituant le commutateur
30 peuvent être commandés simultanément de manière à s'ouvrir ou se fermer de manière simultanée.

Des capacités d'entrée C3 et C4 sont prévues. Par exemple, ces capacités sont utiles dans le cas d'utilisation de batteries en tant que sources de tension continue qui peuvent être massives et distantes, impliquant alors les inductances de câblage importantes. Ces capacités d'entrée permettent de protéger les MOSFET des surtensions à l'ouverture.

- 5 Les moyens de filtrage F comprennent une inductance L, afin de créer la cellule de commutation, et une capacité de filtrage C1 en sortie (on commute un courant entre deux sources de tensions, via une inductance).

Le circuit 30 comprend également une diode de roue libre D1, imposée par la présence de l'inductance L.

- 10 Le circuit 30 comprend en outre une deuxième diode roue libre D2. Dans certains cas de fonctionnement, le courant dans l'inductance peut se trouver inversé. Dans ce cas précis, la diode de roue libre D1 n'entrera pas en conduction lors de l'ouverture des MOSFET. Une solution consiste à placer une diode D2 avec une polarité opposée, reliée à un potentiel créé par la capacité C2, inférieur ou égal au potentiel le plus faible de toutes les sources
15 d'alimentation. Ce potentiel est créé par les diodes D3 et D4, auxquelles la capacité C2 est reliée par une résistance de précharge. La diode Zener Dz permet de décharger lentement la capacité C2 lorsque sa tension est trop élevée.

- Les MOSFET sont de préférence connectés par le drain, ce qui permet de faciliter la commande. Sans cela, il faudrait référencer la commande au point milieu entre les deux
20 transistors, ce qui n'est pas correct.

Un circuit reliant plus de deux sources en parallèle peut être envisagé. Dans ce cas, le circuit comprendra autant de commutateur que de sources, ainsi que des drivers pour chaque commutateur et une capacité d'entrée pour chaque source.

- La figure 4 représente un autre exemple d'architecture électronique d'un dispositif
25 d'alimentation selon l'invention.

- Le circuit 40 est en tout point identique au circuit 30 de la figure 3, à l'exception de la présence d'un transistor supplémentaire T0, de préférence de type MOSFET, positionné dans le circuit électrique et commandé de manière à contrôler la tension de sortie Vs lorsque les commutateurs (C_{m1}, C_{m2}) sont en position ouverte. Le transistor T0 est positionné en
30 parallèle de la diode de roue libre D1.

Ce mode de réalisation correspond par exemple au cas où l'on souhaite fournir une tension de sortie qui soit inférieure à la valeur donnée par la relation (I), donnée plus haut, en déterminant des rapports cycliques tels que leur somme soit inférieure à 1.

En effet, si l'on souhaite générer une tension de sortie inférieure à cette valeur, on réduit
5 d'autant le rapport cyclique dans l'ensemble des boucles, et on commande le transistor T0 en fermeture pendant les phases où aucune des boucles n'est fermée (commutateurs ouverts). La relation (I) reste alors valide.

Dans le cas de l'emploi de transistors MOSFET, la diode D1 peut éventuellement être supprimée. Le courant passe par la diode interne au transistor.

10 Selon un mode de réalisation, le dispositif d'alimentation comprend en outre des moyens de mesure (non représentés) comportant au moins un circuit de mesure de la tension de sortie continue V_s , et éventuellement un circuit de mesure du courant consommé par le récepteur électrique ou un circuit de mesure de la tension en entrée des commutateurs (C_{m1}, C_{m2}) ou les deux.

15 Ces moyens de mesure peuvent être utilisés pour le pilotage des commutateurs, notamment fournir des données utilisées dans le logiciel de pilotage des commutateurs.

Ces moyens de mesure, notamment le circuit de mesure de la tension de sortie, et éventuellement un circuit de mesure du courant consommé en sortie, peuvent intervenir pour contrôler la tension de sortie, au moyen d'un logiciel de régulation de la tension de sortie
20 dans le cas où la somme des rapports cycliques inférieure à 1 et où le circuit électrique ne comprend un interrupteur T0 tel qu'illustré à la figure 4. Cette configuration correspond au cas où l'on souhaite fournir une tension de sortie qui soit inférieure aux tensions d'entrées.

Le logiciel de régulation permet d'ajuster les rapports cycliques afin de respecter la consigne de tension désirée.

25 Procédé d'alimentation selon l'invention

L'invention porte également sur un procédé d'alimentation d'un récepteur électrique R_E par au moins deux sources de tension continue (S_1, S_2) mettant en œuvre le dispositif selon l'invention.

Le procédé d'alimentation selon l'invention comporte les étapes suivantes :

- une étape de commutation entre les deux sources de tension continue, la commutation étant réalisée par la fermeture alternée des deux commutateurs C_{m1} et C_{m2} de manière à fournir une tension de sortie non filtrée fonction des deux sources de tension continue (S_1 , S_2);
- une étape de filtrage de la tension de sortie en sortie des commutateurs par les moyens de filtrage F ; et
- l'alimentation du récepteur électrique R_E avec tension de sortie filtrée V_S .

De préférence la commutation est réalisée avec une fréquence de découpage comprise 10 kHz et 1000 kHz, de préférence entre 50 kHz et 500 KHz, et encore plus préférentiellement entre 50 kHz et 200 KHz.

Selon une mise en œuvre, le procédé comprend au moins les deux phases ci-dessous.

Une première phase est opérée pendant laquelle on effectue l'étape de commutation pour alimenter le récepteur électrique R_E en une tension de sortie continue V_{S1} filtrée par les moyens de filtrage F. Lors de cette phase la tension de sortie V_{S1} est fonction des deux sources S_1 et S_2 . C'est la phase de commutation proprement dite, qui est opérée sur une plage de temps donnée D généralement très courte. Par exemple, dans la cadre de l'application aux antennes relais de téléphonie mobile, une telle phase de commutation peut durer environ 1 s.

Lors d'une deuxième phase, on maintient un seul commutateur (C_{m1} ou C_{m2}) en position fermée pour fournir une tension continue en sortie du commutateur fonction d'une seule des deux sources de tension continue. Lors de cette deuxième phase, on filtre également la tension continue en sortie du commutateur continue par les moyens de filtrage F, pour alimenter le récepteur électrique R_E avec une tension de sortie filtrée V_{S2} .

Selon cette mise en œuvre, l'alimentation peut comporter une succession d'alternances de ces deux phases, qui permettent de basculer d'une source à une autre.

Selon cette mise en œuvre, la deuxième phase pendant laquelle la tension délivrée est fonction d'une seule source peut être assimilée au fonctionnement normal d'alimentation du récepteur, c'est-à-dire le fonctionnement pendant la grande majorité du temps.

On peut par exemple alimenter de cette manière une antenne relais de téléphonie mobile et des accessoires, avec une étape de commutation réalisée entre une batterie Li-ion et une batterie au plomb. Ce type d'alimentation est décrit plus loin.

Selon une autre mise en œuvre, le procédé comporte un mode principal d'alimentation du récepteur électrique qui est réalisé par l'étape de commutation permettant le couplage des deux sources de tension continue S_1 et S_2 pour alimenter le récepteur électrique R_E . Le couplage des deux sources constitue alors le fonctionnement normal d'alimentation du récepteur. Dans ce cas mode de fonctionnement, on réalise du découpage la plupart du temps.

Le rapport cyclique τ_i affecté à chaque boucle i du circuit, comprenant le commutateur C_{mi} et la source i en série, permet de contrôler le courant débité : en reprenant l'exemple donné plus haut dans la description, si on affecte un rapport de 30% sur la boucle 1 (commutateur C_{m1} et source S_1) et le complémentaire sur la boucle 2 (commutateur C_{m2} et source S_2), le courant débité par la source S_1 sera de 30% du courant de sortie, et celui débité par la source S_2 sera de 70% du courant de sortie.

Il est possible de faire varier le rapport cyclique à chaque instant pour ajuster le courant débité par chaque source. Ainsi, on peut déterminer une valeur de rapport cyclique pour chaque commutateur, et faire varier cette valeur du rapport cyclique pour chacun des commutateurs afin de contrôler la contribution de chacune des sources de tension continue pour générer la tension de sortie filtrée V_S .

Les rapports cycliques peuvent avantageusement varier de 0% à 100% tout en contrôlant la tension de sortie, et en maîtrisant la tension résiduelle.

On peut ainsi faire varier le rapport cyclique de chaque commutateur entre 0% et 100%, et contrôler la tension de sortie filtrée V_S lorsque la somme des rapports cycliques des commutateurs (C_{m1}, C_{m2}) est inférieure à 1 au moyen du transistor T0 commandé en position fermée lorsque les commutateurs (C_{m1}, C_{m2}) sont en position ouverte, ou au moyen d'un logiciel régulant la tension de sortie filtrée V_S à partir d'au moins une mesure de la tension de sortie, et éventuellement à partir de la mesure du courant consommé par le récepteur électrique.

Le dispositif selon l'invention permet donc avantageusement le couplage de différentes sources de tension continue, tel que, sans être limitatif, un couplage batterie/supercapacités

(aussi appelés supercondensateurs), un couplage entre batteries présentent différents états de santé, ou un couplage batterie/panneaux photovoltaïques. Dans ce dernier cas de figure, un tel mode permet par exemple de maîtriser le courant débité par les panneaux, afin de maximiser la puissance électrique ainsi générée.

- 5 Dans certains domaines d'applications, il est intéressant de réaliser le couplage permis par le dispositif et le procédé selon l'invention entre une batterie et une source de tension continue telle qu'un système photovoltaïque, un aérogénérateur, un groupe électrogène.

Applications

- 10 La présente invention s'applique avantageusement, sans s'y limiter, à l'alimentation des antennes relais de téléphonie mobile.

- Par antenne relais, on entend une station de base émettrice-réceptrice, qui convertit les signaux électriques en ondes électromagnétiques, et réciproquement, pour les communications mobiles. Cette définition couvre différents types d'antenne relais telles que les stations de transmission de base, dites BTS (« Base Transceiver Station ») en anglais, des réseaux GSM (Global System for mobile communications), les antennes relais de type Node B des réseaux mobiles UMTS (Universal Mobile Telecommunication system).
- 15

- Les normes liées au fonctionnement de ces antennes relais, qui diffèrent selon le type de réseau mobile, imposent des spécifications très strictes, notamment en ce qui concerne l'alimentation des antennes. Ainsi, la norme européenne ETSI EN 300 132-2 V2 4 6 concernant l'alimentation des équipements de télécommunication de type BTS spécifie une alimentation avec une tension continue nominale de – 48 V, avec une gamme de tension de service nominale de - 40,5 V à - 57 V, et une tension résiduelle (« residual voltage » en anglais) maximum de 2 mV psophométrique.
- 20

- Dans le cadre de l'application aux antennes relais, le dispositif et le procédé d'alimentation à partir d'au moins deux sources de tension continue selon l'invention permettent de maîtriser la tension de sortie du système d'alimentation de l'antenne relais, c'est-à-dire de délivrer une tension dans la gamme de fonctionnement spécifiée avec une tension résiduelle inférieure à la norme sévère spécifiée, tout en assurant un excellent rendement énergétique, notamment lors des phases hors commutation, comme expliqué plus loin dans la description.
- 25

L'antenne relais peut être alimentée de différentes manières et par différentes sources électriques.

Selon l'invention, l'antenne relais de téléphonie mobile comprend un dispositif d'alimentation tel que décrit précédemment.

- 5 L'antenne relais est alimentée selon le procédé d'alimentation décrit plus haut dans lequel on effectue une étape de commutation entre au moins deux sources de tension continue, la commutation étant réalisée par la fermeture alternée des deux commutateurs de manière à fournir une tension de sortie non filtrée fonction des deux sources de tension continue, on filtre la tension en sortie des commutateurs par les moyens de filtrage, et on alimente
10 l'antenne avec la tension de sortie filtrée V_S .

De préférence, l'antenne est alimentée par au moins une batterie Li-ion et une batterie au plomb en tant que sources de tension continue (S_1, S_2).

A titre d'exemple non limitatif, l'antenne relais est alimentée par un système de batterie(s) et un générateur électrique, tel qu'illustré à la figure 5.

- 15 Dans la présente description, on désignera par l'expression système BTS (« Base Transceiver Station » en anglais) l'antenne relais en tant que telle, c'est-à-dire la station émettrice-réceptrice de base, qui convertit les signaux électriques en ondes électromagnétiques pour les communications mobiles, ainsi que ses accessoires, par exemple des dispositifs lumineux de prévention pour les avions, un équipement de réseau
20 de backhaul, un éventuel dispositif de refroidissement des systèmes électroniques constituant l'antenne-relais, des équipements de maintenance (outils) qui peuvent être raccordés par l'opérateur sur le bus d'alimentation. etc., alimentés selon l'invention.

- Selon ce mode de réalisation, le système BTS comprend un dispositif d'alimentation comportant un circuit commutateur C_S pour la commutation entre une batterie principale et
25 une batterie de secours. Bien que non représenté à la figure 5, il peut être envisagé dans d'autres modes de réalisation un circuit commutateur C_S pour la commutation entre la batterie principale, ou la batterie de secours, et un générateur électrique, ou encore un commutateur entre 3 sources : batterie principale, batterie de secours et générateur électrique.

Le circuit commutateur correspond au circuit électrique décrit précédemment pour la commutation entre les deux sources de tension continue.

La batterie principale est de type lithium-ion, aussi communément appelée Li-ion. La batterie principale est chargée par le groupe électrogène GE par l'intermédiaire d'un premier chargeur Ch_{Li} . On considère alors qu'une première source de tension continue est formée par la batterie de type Li-ion et le chargeur Ch_{Li} .

La batterie de secours est de type batterie au plomb. La batterie de secours peut être chargée par le groupe électrogène GE par l'intermédiaire d'un deuxième chargeur Ch_{Pb} . On considère alors qu'une deuxième source de tension continue est formée par la batterie au plomb et le chargeur Ch_{Pb} .

Le générateur électrique GE est typiquement un groupe électrogène. Il peut également être une source d'énergie renouvelable telle qu'un système photovoltaïque ou une éolienne génératrice d'électricité, ou une combinaison de ces différents types de sources électriques.

Les chargeurs, les batteries, le circuit commutateur C_S et le système BTS sont reliés par des DC bus. Par DC bus on entend une ligne conductrice d'électricité, typiquement en cuivre ou en aluminium, pouvant comporter un nombre quelconque de conducteurs, qui peut relier plus de deux appareils ou dispositifs, caractérisée par le passage d'un courant électrique de tension continue.

Le circuit commutateur C_S est relié au système BTS par l'intermédiaire d'un premier DC bus B1. Le premier chargeur Ch_{Li} et la batterie principale sont reliées au circuit commutateur C_S par un deuxième DC bus B2. Le deuxième chargeur Ch_{Pb} et la batterie de secours sont reliées au circuit commutateur C_S par un troisième DC bus B3.

Le niveau de tension dans les bus B1, B2 et B3 est compris de préférence entre - 40,5 V à - 57 V, et de préférence égal à -48 V, afin de respecter les normes d'alimentation du système BTS.

Selon ce mode de réalisation, l'alimentation de l'antenne est réalisée de la manière suivante :

Dans un mode dit « automatique », l'antenne est alimentée par une batterie de type Li-ion, qui constitue la batterie principale, c'est-à-dire que c'est elle qui détermine le niveau de
5 tension de la sortie du bus DC alimentant l'antenne réseau.

Dans ce mode, la batterie de type Li-ion se décharge pour alimenter l'antenne, avec le groupe électrogène éteint.

Une fois un seuil de décharge critique atteint, cette batterie est rechargée par le générateur électrique, c'est-à-dire par le groupe électrogène. Bien que non représenté à la figure 5, le
10 générateur électrique peut également être une source d'énergie renouvelable tel qu'un système photovoltaïque ou une éolienne génératrice d'électricité, ou une combinaison de ces différentes sources (groupe électrogène, système photovoltaïque, aérogénérateur).

Lors de la phase de charge de la batterie de type Li-ion, l'antenne est alimentée par le générateur électrique.

15 Une fois la batterie de type Li-ion rechargée, on bascule à nouveau dans un mode de fonctionnement où l'antenne est alimentée par la batterie Li-ion.

Les phases de charge/décharge sont déterminées par l'état du groupe électrogène et du chargeur Ch_{Li} de la batterie Li-ion. Lorsque le groupe électrogène est arrêté, la batterie se décharge ; lorsque le groupe électrogène est en marche, la batterie se charge. Le courant de
20 charge est égal au courant débité par le chargeur Ch_{Li} , retranché du courant consommé par le système BTS.

Dans un mode dit de « secours », l'antenne est alimentée par une batterie de secours, par exemple une batterie au plomb. Ce mode de secours peut être déclenché lorsque le générateur électrique n'est pas en mesure d'alimenter l'antenne alors que la batterie Li-ion
25 est déchargée, par exemple en cas de maintenance ou de défaillance du générateur électrique. La batterie plomb est dimensionnée pour alimenter l'antenne réseau sur une durée pouvant atteindre plusieurs jours.

Selon ce mode de réalisation, le passage du mode automatique au mode de secours est réalisé par une étape de commutation au moyen du dispositif selon l'invention, tel que décrit précédemment.

Le dispositif selon l'invention permet la commutation rapide et contrôlée entre les deux
5 sources de tension continue, c'est-à-dire entre la batterie Li-ion et la batterie au plomb dans ce mode de réalisation.

De préférence, le dispositif d'alimentation selon l'invention est mis en œuvre dans l'antenne relais pour commuter entre la batterie de type Li-ion et la batterie au plomb.

Selon le mode de réalisation décrit, avec une alimentation « automatique » à l'aide d'une
10 batterie Li-ion qui alimente l'antenne alors que le groupe électrogène est éteint, il est avantageusement possible de réduire jusqu'à environ 40% la consommation moyenne de carburant par le groupe électrogène comparativement à un mode où le groupe électrogène fonctionnerait en permanence.

La fréquence de découpage peut être comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, de préférence
15 entre 50 kHz et 500 KHz, plus préférentiellement encore entre 50 et 200 KHz.

Le couplage de sources de tension pour alimenter l'antenne relais peut également être envisagé avec le dispositif selon l'invention. Un tel couplage peut être intéressant notamment dans le cadre de l'emploi de sources d'énergies renouvelables. En effet, le dispositif selon l'invention mis en œuvre de manière à coupler les sources permet alors de maîtriser le
20 courant débité par chacune de ces sources selon la disponibilité de l'énergie et la production d'électricité correspondante, pour alimenter l'antenne relais. Un tel couplage peut être mis en œuvre pour coupler au moins une batterie avec une source d'énergie renouvelable, ou pour coupler au moins deux sources d'énergie renouvelables.

D'autres applications peuvent être envisagées.

25 Sans limitation aucune, on peut citer les domaines d'application suivants :

- le domaine de la production électrique décentralisée, connu également sous le nom de réseau de production locale d'électricité (« microgrid » en anglais), et correspondant à la production d'énergie électrique à l'aide d'installations de petite capacité raccordées au réseau électrique à des niveaux de tension peu élevée :
30 basse ou moyenne tension ;

- le domaine de l'alimentation à bord des véhicules, par exemple l'alimentation de démarreurs de véhicules avec moteurs à combustion, accessoires de tableau de bord, l'alimentation d'une ou plusieurs machines électriques de traction d'un véhicule électrique ou hybride par une ou plusieurs batteries et des supercapacités, etc.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'alimentation d'un récepteur électrique (R_E), ledit dispositif comprenant un circuit électrique reliant au moins deux sources de tension continue (S_1, S_2) connectées en parallèle et ledit récepteur électrique (R_E),
5 ledit circuit comprenant au moins deux commutateurs commandés (C_1, C_2) et des moyens de filtrage (F),
chaque source de tension continue étant branchée en série avec l'un des commutateurs commandés, les moyens de filtrage (F) et le récepteur électrique (R_E) de manière à former une boucle du circuit électrique,
10 lesdits commutateurs commandés permettant de commuter entre lesdites au moins deux sources de tension continue pour délivrer une tension de sortie continue V_s alimentant ledit récepteur électrique (R_E), ladite tension de sortie continue V_s étant filtrée par lesdits moyens de filtrage (F) et étant fonction de l'une et/ou l'autre source de tension continue (S_1, S_2).
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les commutateurs sont aptes à commuter à une fréquence de découpage comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, de préférence entre 50 kHz et 500 KHz, plus préférentiellement entre 50 kHz et 200 KHz.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les commutateurs commandés (C_1, C_2) sont des interrupteurs de type transistors bipolaires, transistors
20 bipolaires à grille isolée, ou MOSFET.
4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les commutateurs commandés (C_1, C_2) sont formés par des paires d'interrupteurs de type MOSFET en série ($M_{t1}/M_{t2}; M_{t3}/M_{t4}$), les deux interrupteurs de type MOSFET de chaque commutateur étant disposés côte à côte et tête bêche, et étant de préférence commandés simultanément de manière à
25 s'ouvrir et se fermer simultanément.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre au moins un pilote (Dr) par commutateur, et des moyens de contrôle pour contrôler chaque pilote, lesdits moyens de contrôle comportant un logiciel de pilotage desdits pilotes (Dr) et un microcontrôleur pour mettre en œuvre ledit logiciel de pilotage.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de filtrage (F) comprennent une inductance (L) et une capacité (C1).
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit électrique comprend en outre un transistor (T0), de préférence de type MOSFET, positionné dans le circuit électrique et commandé de manière à contrôler la tension de sortie V_s lorsque les commutateurs (C_1, C_2) sont en position ouverte.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre des moyens de mesure comportant au moins un circuit de mesure de la tension de sortie continue V_s , et éventuellement un circuit de mesure du courant consommé par le récepteur électrique ou un circuit de mesure de la tension en entrée des commutateurs (C_1, C_2) ou les deux.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins deux sources de tension continue choisies parmi les batteries, les supercondensateurs, les groupes électrogènes, les systèmes photovoltaïques, les systèmes aérogénérateurs.
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant une première source de tension continue S_1 comportant une batterie Li-ion, et une deuxième source de tension S_2 comportant une batterie au plomb, pour alimenter une antenne relais de téléphonie mobile (BTS) et des accessoires de ladite antenne relais.
11. Procédé d'alimentation d'un récepteur électrique (R_E) par au moins deux sources de tension continue (S_1, S_2) mettant en œuvre le dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :
 - on effectue une étape de commutation entre lesdites au moins deux sources de tension continue (S_1, S_2), ladite commutation étant réalisée par la fermeture alternée des deux commutateurs (C_1, C_2) de manière à fournir une tension de sortie non filtrée fonction des deux sources de tension continue (S_1, S_2);
 - on filtre ladite tension de sortie non filtrée par les moyens de filtrage (F) ; et
 - on alimente le récepteur électrique (R_E) avec ladite tension de sortie filtrée V_s .
12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel la commutation est réalisée avec une fréquence de découpage comprise entre 10 kHz et 1000 kHz, de préférence entre 50 kHz et 500 KHz, plus préférentiellement entre 50 kHz et 200 KHz.

13. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, comprenant au moins :

- une première phase pendant laquelle on effectue l'étape de commutation pour alimenter le récepteur électrique (R_E) en une première tension de sortie continue filtrée V_{S1} ,

5 - une deuxième phase pendant laquelle :

- on maintient un seul commutateur (C_1, C_2) en position fermée pour fournir une deuxième tension de sortie continue fonction d'une seule desdites au moins deux sources de tension continue ;

- on filtre ladite deuxième tension continue par les moyens de filtrage (F) ; et

10 - on alimente le récepteur électrique (R_E) avec ladite deuxième tension de sortie filtrée V_{S2} .

14. Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, dans lequel le mode principal d'alimentation du récepteur électrique (R_E) est réalisé par l'étape de commutation permettant le couplage desdites sources de tension continue pour alimenter le récepteur
15 électrique (R_E).

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel :

- on détermine une valeur de rapport cyclique pour chaque commutateur ;
- on fait varier ladite valeur du rapport cyclique pour chacun des commutateurs afin de contrôler la contribution de chacune des sources de tension continue pour générer la
20 tension de sortie filtrée V_S .

16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel le rapport cyclique de chaque commutateur varie de 0% à 100%, et dans lequel on contrôle la tension de sortie filtrée V_S lorsque la somme des rapports cycliques des commutateurs (C_1, C_2) est inférieure à 1 au moyen d'un transistor (T0) commandé en position fermée lorsque les
25 commutateurs (C_1, C_2) sont en position ouverte, ou au moyen d'un logiciel régulant la tension de sortie filtrée V_S à partir d'au moins une mesure de la tension de sortie, et éventuellement à partir de la mesure du courant consommé par le récepteur électrique (R_E).

17. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13 pour alimenter une antenne-relais de téléphonie mobile et ses accessoires, dans lequel l'étape de commutation est réalisée entre une première source de tension continue (S_1) comportant une batterie Li-ion, et une deuxième source de tension (S_2) comportant une batterie au plomb.

- 5 18. Antenne relais de téléphonie mobile comprenant un dispositif d'alimentation selon l'une des revendications 1 à 10 ou alimentée par un procédé selon l'une des revendications 11 à 17, ladite antenne relais étant de préférence alimentée par au moins une batterie Li-ion et une batterie au plomb en tant que sources de tension continue (S_1, S_2).

1 / 3

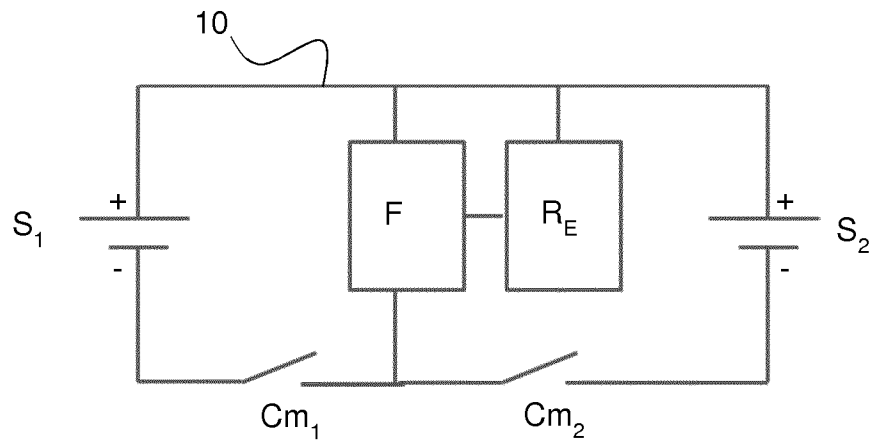


FIG. 1

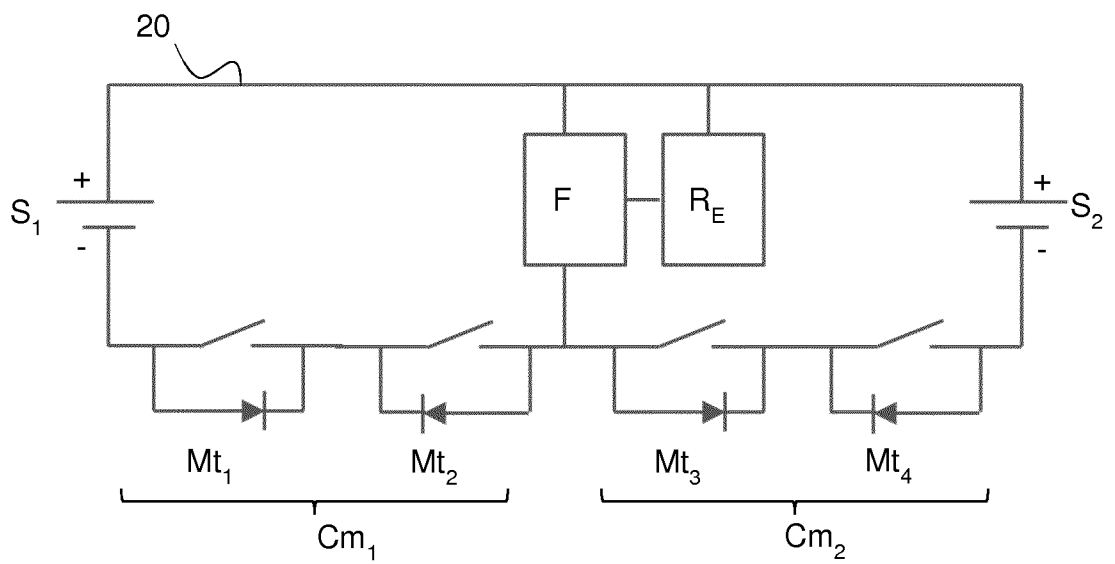


FIG. 2

2 / 3

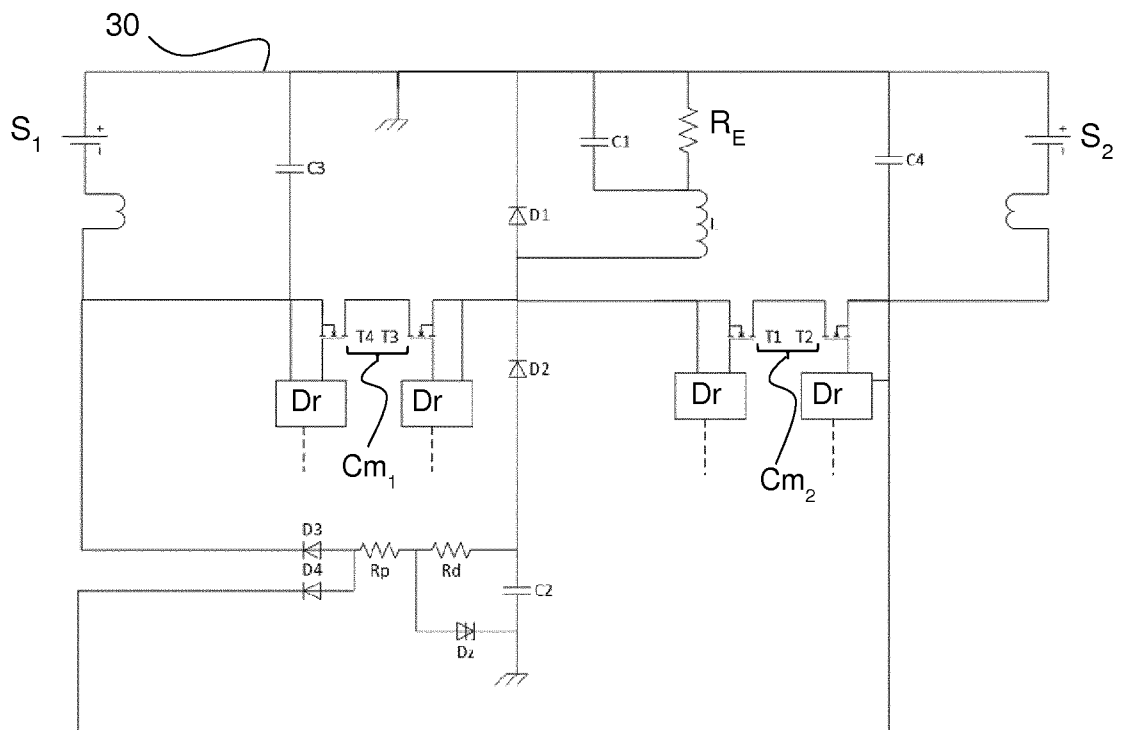


FIG. 3

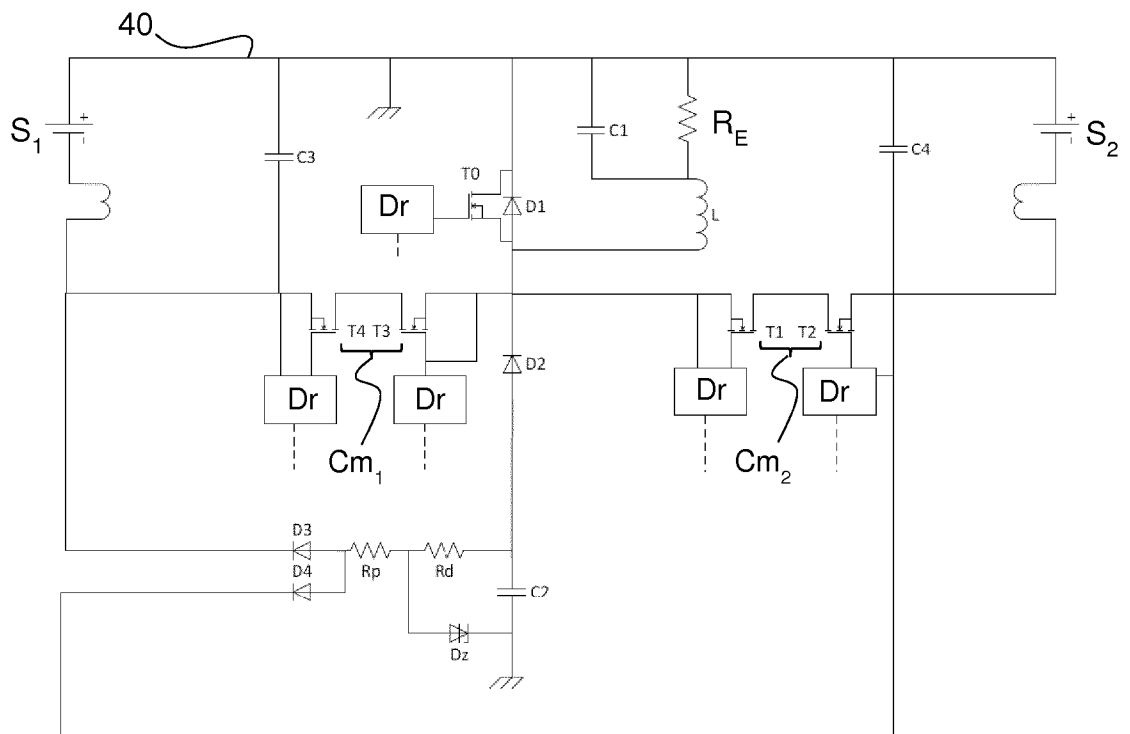


FIG. 4

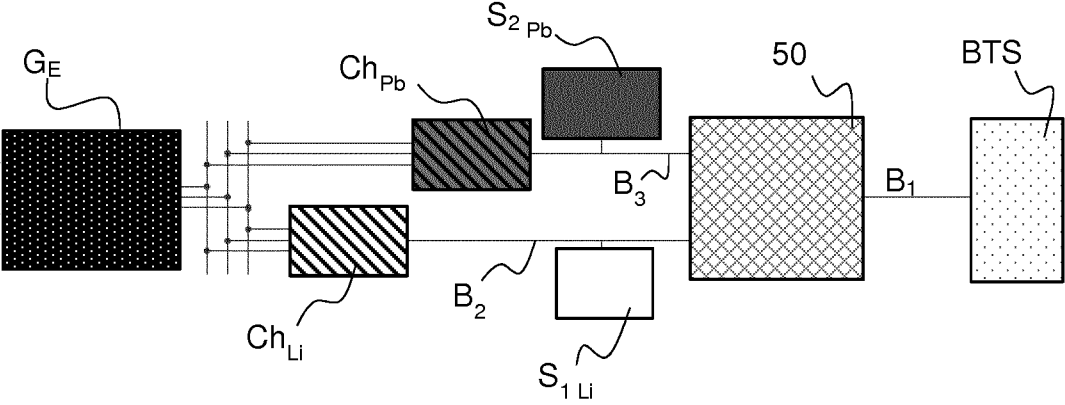


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/061745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02J1/10 H02J9/06
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)

H01M H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/086275 A1 (CHATTERJEE MANJIRNATH [US]) 12 April 2012 (2012-04-12)	1,3,
Y	paragraphs [0028], [0033]; claims 1-4,7,11; figures 6A,6B,6C,7	5-10,18 2,4,13
X	US 2007/262755 A1 (HUNG HSIANG-JUI [TW] ET AL) 15 November 2007 (2007-11-15)	11,12,17
Y	paragraphs [0024], [0026], [0028], [0031]; figures 4-7	2
X	US 2007/241732 A1 (LUO LUYANG [CN] ET AL) 18 October 2007 (2007-10-18)	11,14-17
Y	paragraphs [0025] - [0028], [0032] - [0033]; claims 1,3,6,28; figures 4-7	13
Y	US 2008/048500 A1 (KIHARA HIDEYUKI [JP] ET AL) 28 February 2008 (2008-02-28) figures 2-6	4
	----- -/--	



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

13 June 2016

Date of mailing of the international search report

21/06/2016

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

Tchegho Kamdem, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/061745

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 983 006 A1 (THALES SA [FR]) 24 May 2013 (2013-05-24) page 4 - page 10; figures 1,2 -----	1,3,5,7
X	US 2010/066431 A1 (CARTER DANIS E [US]) 18 March 2010 (2010-03-18) figures 2-6 -----	1,3-5,8, 9
X	US 2015/084424 A1 (ZEUCH JOCHEN [DE] ET AL) 26 March 2015 (2015-03-26) figures 1,2,8-11 -----	1,3-5
X	US 5 784 626 A (ODAOHARA SHIGEFUMI [JP]) 21 July 1998 (1998-07-21) figures 2,8-12 -----	1,3-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/061745

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012086275	A1	12-04-2012	NONE
US 2007262755	A1	15-11-2007	TW 1326962 B 01-07-2010 US 2007262755 A1 15-11-2007
US 2007241732	A1	18-10-2007	CN 101055987 A 17-10-2007 TW 200801924 A 01-01-2008 US 2007241732 A1 18-10-2007
US 2008048500	A1	28-02-2008	NONE
FR 2983006	A1	24-05-2013	CN 104067472 A 24-09-2014 EP 2783443 A1 01-10-2014 FR 2983006 A1 24-05-2013 US 2014319908 A1 30-10-2014 WO 2013076214 A1 30-05-2013
US 2010066431	A1	18-03-2010	US 2010066431 A1 18-03-2010 WO 2010030782 A1 18-03-2010
US 2015084424	A1	26-03-2015	CA 2871686 A1 07-11-2013 CN 104285351 A 14-01-2015 DE 102012103904 A1 07-11-2013 EP 2845283 A1 11-03-2015 JP 2015521017 A 23-07-2015 US 2015084424 A1 26-03-2015 WO 2013164421 A1 07-11-2013
US 5784626	A	21-07-1998	EP 0695017 A2 31-01-1996 JP 2708374 B2 04-02-1998 JP H0854967 A 27-02-1996 US 5784626 A 21-07-1998

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/061745

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02J1/10 H02J9/06 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) H01M H02J		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2012/086275 A1 (CHATTERJEE MANJIRNATH [US]) 12 avril 2012 (2012-04-12)	1,3, 5-10,18
Y	alinéas [0028], [0033]; revendications 1-4,7,11; figures 6A,6B,6C,7	2,4,13

X	US 2007/262755 A1 (HUNG HSIANG-JUI [TW] ET AL) 15 novembre 2007 (2007-11-15)	11,12,17
Y	alinéas [0024], [0026], [0028], [0031]; figures 4-7	2

X	US 2007/241732 A1 (LUO LUYANG [CN] ET AL) 18 octobre 2007 (2007-10-18)	11,14-17
Y	alinéas [0025] - [0028], [0032] - [0033]; revendications 1,3,6,28; figures 4-7	13

Y	US 2008/048500 A1 (KIHARA HIDEYUKI [JP] ET AL) 28 février 2008 (2008-02-28) figures 2-6	4

-/-		
☒ 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 13 juin 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21/06/2016
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 Tchegho Kamdem, A

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 983 006 A1 (THALES SA [FR]) 24 mai 2013 (2013-05-24) page 4 - page 10; figures 1,2 -----	1,3,5,7
X	US 2010/066431 A1 (CARTER DANIS E [US]) 18 mars 2010 (2010-03-18) figures 2-6 -----	1,3-5,8, 9
X	US 2015/084424 A1 (ZEUCH JOCHEN [DE] ET AL) 26 mars 2015 (2015-03-26) figures 1,2,8-11 -----	1,3-5
X	US 5 784 626 A (ODAOHARA SHIGEFUMI [JP]) 21 juillet 1998 (1998-07-21) figures 2,8-12 -----	1,3-5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/061745

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012086275	A1	12-04-2012	AUCUN	
US 2007262755	A1	15-11-2007	TW I326962 B US 2007262755 A1	01-07-2010 15-11-2007
US 2007241732	A1	18-10-2007	CN 101055987 A TW 200801924 A US 2007241732 A1	17-10-2007 01-01-2008 18-10-2007
US 2008048500	A1	28-02-2008	AUCUN	
FR 2983006	A1	24-05-2013	CN 104067472 A EP 2783443 A1 FR 2983006 A1 US 2014319908 A1 WO 2013076214 A1	24-09-2014 01-10-2014 24-05-2013 30-10-2014 30-05-2013
US 2010066431	A1	18-03-2010	US 2010066431 A1 WO 2010030782 A1	18-03-2010 18-03-2010
US 2015084424	A1	26-03-2015	CA 2871686 A1 CN 104285351 A DE 102012103904 A1 EP 2845283 A1 JP 2015521017 A US 2015084424 A1 WO 2013164421 A1	07-11-2013 14-01-2015 07-11-2013 11-03-2015 23-07-2015 26-03-2015 07-11-2013
US 5784626	A	21-07-1998	EP 0695017 A2 JP 2708374 B2 JP H0854967 A US 5784626 A	31-01-1996 04-02-1998 27-02-1996 21-07-1998