

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
22.02.2023 Bulletin 2023/08

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B66C 13/04^(2006.01) **B66C 13/02**^(2006.01)
B66F 7/28^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22190501.1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B66C 13/02; B66D 1/525; B66F 7/28

(22) Date de dépôt: **16.08.2022**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Etats d'extension désignés:
BA ME
 Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:

- **BURGER, Bart**
Nieuw-Vennep (NL)
- **MORINIERE, Samuel**
17540 Saint Sauveur d'Aunis (FR)
- **KONATE, Karamoko**
17220 Saint Rogatien (FR)

(30) Priorité: 17.08.2021 FR 2108733

(74) Mandataire: **Jacobacci Coralie Harle**
32, rue de l'Arcade
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **REEL**
69450 Saint-Cyr au Mont d'Or (FR)

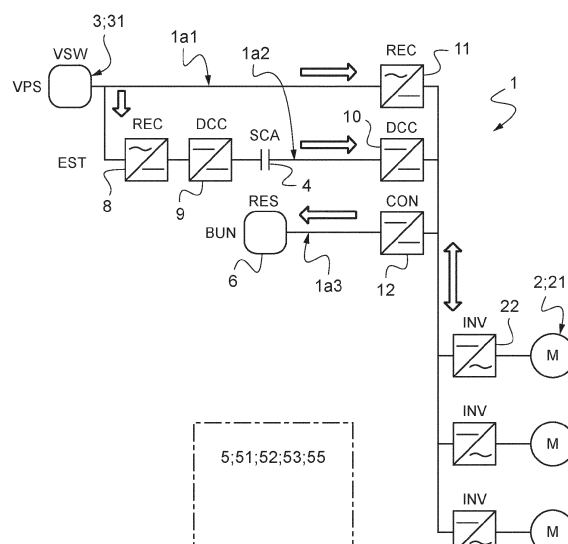
(54) **SYSTÈME DE COMPENSATION ACTIVE, DESTINÉ À COMPENSER AU MOINS PARTIELLEMENT L'EFFET D'UN MOUVEMENT ONDULATOIRE SUR UNE CHARGE**

(57) La présente invention concerne un système de compensation active, destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle.

Le système de compensation active (1) comprend :

- des moyens d'alimentation électrique (3) qui sont connectés électriquement à des moyens de stockage électrique (4),
- des moyens dissipateurs d'énergie électrique (6), et
- des moyens de commande (5) pour décharger les moyens de stockage électrique (4) lors d'une première phase (A) du mouvement ondulatoire, pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques (2) en complément des moyens d'alimentation électrique (3), et pour recharger les moyens de stockage électrique (4) via les moyens d'alimentation électrique (3) lors d'une seconde phase (B) du mouvement ondulatoire.

Fig.1



DescriptionDomaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine technique des systèmes de compensation active, destinés à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle.

Etat de la technique

[0002] La compensation active de la houle, dite encore « active heave compensation », est une fonction généralement utilisée dans les applications de levage qui vise à compenser le mouvement du navire par rapport au mouvement d'une charge.

[0003] Les systèmes de compensation active de la houle sont traditionnellement actionnés hydrauliquement.

[0004] Dans une telle solution hydraulique, la puissance nécessaire est amortie en intégrant un accumulateur dans le réseau hydraulique de l'appareil de levage. L'accumulateur est alors capable de fournir l'augmentation de puissance nécessaire et d'absorber la plupart de l'énergie qui restituée.

[0005] Mais les solutions hydrauliques ne sont plus en adéquation avec la dynamique de réduction de l'impact environnemental qui se traduit par l'électrification des équipements, y compris pour la compensation active de la houle.

[0006] Mais cette approche « électrique » de la compensation active de la houle conduit à une demande de puissance élevée sur le navire, avec de grandes variations de cette demande (chute de charge).

[0007] Pour limiter la puissance requise au niveau du navire et équilibrer la demande, une solution consiste à équiper le système électrique avec un stockage d'énergie électrique.

[0008] Ainsi, lors d'un levage de la charge, lorsque la puissance requise est supérieure par rapport au maximum nominal, le stockage d'énergie électrique distribue la puissance.

[0009] Mais cette approche pose ensuite des problèmes lors de la phase de descente de la charge :

- il convient de gérer l'énergie électrique restituée par les moteurs, et
- il existe toujours une variation importante de la demande en énergie électrique, notamment du fait de la réduction significative de la demande de puissance électrique pendant cette phase de descente.

[0010] Plus généralement, il est toujours intéressant de disposer de nouveaux systèmes de compensation active qui sont adaptés à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge,

généralement dans une direction verticale.

Présentation de l'invention

[0011] Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose un système de compensation active, destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle.

[0012] Plus particulièrement, l'invention concerne un système de compensation active qui comprend :

- des moyens moteurs électriques, adaptés à manœuvrer ladite charge au cours d'une première phase dudit mouvement ondulatoire, de préférence une phase de levage au cours de laquelle ladite charge est levée depuis une position basse jusqu'à une position haute,
- des moyens d'alimentation électrique, connectés électriquement aux moyens moteurs électriques, pour alimenter électriquement lesdits moyens moteurs électriques,
- des moyens de stockage électrique, connectés électriquement aux moyens moteurs électriques, pour compléter l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques au cours de ladite première phase du mouvement ondulatoire,
- des moyens de commande, destinés à piloter ledit système de compensation active.

[0013] Et, selon l'invention, lesdits moyens d'alimentation électrique sont connectés électriquement également aux moyens de stockage électrique, pour alimenter électriquement lesdits moyens de stockage électrique.

[0014] Le système de compensation active comprend encore des moyens dissipateurs d'énergie électrique qui sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques de sorte à convertir, en énergie calorifique, l'énergie électrique produite par lesdits moyens moteurs électriques lors d'une seconde phase dudit mouvement ondulatoire, de préférence une phase de descente au cours de laquelle ladite charge descend depuis ladite position haute jusqu'à ladite position basse.

[0015] Les moyens de commande comportent un module de pilotage conçu pour :

- décharger lesdits moyens de stockage électrique lors de ladite première phase du mouvement ondulatoire, pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques en complément desdits moyens d'alimentation électrique, et
- recharger lesdits moyens de stockage électrique via lesdits moyens d'alimentation électrique, lors de ladite seconde phase du mouvement ondulatoire.

[0016] Dans la solution technique selon l'invention, la

charge des moyens de stockage électrique est effectuée par les moyens d'alimentation électrique.

[0017] Cette solution technique selon l'invention présente divers avantages :

- la puissance requise au niveau des moyens d'alimentation électrique est réduite lors de la première phase du mouvement ondulatoire, en limitant les pics grâce aux moyens de stockage électrique, et
- la puissance requise pour les moyens d'alimentation électrique est équilibrée : lorsque le besoin de puissance des moyens moteurs électriques n'est pas maximal (notamment lors de la seconde phase du mouvement ondulatoire), la puissance de charge pour les moyens de stockage électrique maintient la demande de puissance stable,
- l'énergie électrique restituée par les moyens moteurs électriques lors de la seconde phase dudit mouvement ondulatoire est prise en charge par les moyens dissipateurs d'énergie électrique (sans être stockée dans les moyens de stockage électrique).

[0018] D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du produit conforme à l'invention, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- ladite énergie électrique restituée par les moyens moteurs électriques lors de ladite seconde phase dudit mouvement ondulatoire est prise en charge par lesdits moyens dissipateurs d'énergie électrique, sans être stockée dans les moyens de stockage électrique ;
- les moyens de stockage électrique sont choisis parmi au moins un condensateur, un supercondensateur, une batterie ou un moteur / générateur avec volant ;
- les moyens dissipateurs d'énergie électrique consistent en des moyens de résistance de freinage (chopper / brake resistor) ;
- les moyens d'alimentation électrique consistent en des moyens d'alimentation électrique d'un engin ;
- les moyens de commande comprennent un dispositif de mesure de tension, destiné à mesurer une valeur de tension des moyens d'alimentation électrique, un module de comparaison, destiné à comparer ladite valeur de tension mesurée avec une valeur de tension seuil faible et à une valeur de tension seuil élevée, et le module de pilotage adapté à décharger lesdits moyens de stockage électrique lorsque la valeur de tension mesurée est inférieure à la valeur de tension seuil faible et à recharger lesdits moyens de stockage électrique lorsque la valeur de tension mesurée est supérieure à ladite valeur de tension seuil élevée ;
- les moyens de stockage électrique sont connectés électriquement, en parallèle, entre lesdits moyens d'alimentation électrique et lesdits moyens moteurs

électrique ;

- les moyens d'alimentation électrique sont connectés électriquement aux moyens de stockage électrique par l'intermédiaire de moyens redresseurs et de moyens convertisseurs continu / continu ;
- les moyens d'alimentation électrique sont connectés électriquement aux moyens moteurs par l'intermédiaire de moyens redresseurs bidirectionnel ou unidirectionnel et de moyens onduleurs ;
- les moyens de stockage électrique sont connectés électriquement aux moyens moteurs électrique par l'intermédiaire de moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels ;
- les moyens dissipateurs d'énergie électrique sont connectés électriquement aux moyens moteurs électrique par l'intermédiaire de moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels ;

[0019] La présente invention concerne également un engin équipé d'un système de compensation active selon l'invention.

[0020] La présente invention concerne également le procédé de compensation active au sein d'un engin selon l'invention, destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle.

[0021] Le procédé comprend des cycles successifs comprenant deux étapes :

- une première étape, correspondant à une première phase du mouvement ondulatoire, de préférence une phase de levage au cours de laquelle ladite charge est levée depuis une position basse jusqu'à une position haute, au cours de laquelle lesdits moyens de stockage électrique sont déchargés pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques en complément desdits moyens d'alimentation électrique, et
- une seconde étape, correspondant à une seconde phase du mouvement ondulatoire, de préférence une phase de descente au cours de laquelle ladite charge descend depuis une position haute jusqu'à une position basse, au cours de laquelle les moyens de stockage électrique sont rechargés par lesdits moyens d'alimentation électrique et l'énergie produite par les moyens moteurs électriques est convertie en énergie calorifique par lesdits moyens dissipateurs d'énergie électrique.

[0022] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

Description détaillée de l'invention

[0023] De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :

[Fig. 1] est une vue schématique qui illustre le système de compensation active selon l'invention ;
[Fig. 2] est une vue schématique qui illustre un appareil pouvant être équipé d'un système de compensation active selon l'invention.

[0024] Il est à noter que, sur ces figures, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.

[0025] La présente invention concerne ainsi un système de compensation active 1 qui est destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge C, de préférence dans une direction verticale ou éventuellement dans au moins une autre direction (par exemple au moins une direction horizontale).

[0026] De manière générale, une telle charge C mobile est classiquement manœuvrée selon une direction verticale, entre deux positions : une position basse et une position haute.

[0027] Et, dans le cadre d'un mouvement selon une direction verticale, le mouvement ondulatoire comprend deux phases :

- une phase de levage, au cours de laquelle la charge C est levée depuis la position basse jusqu'à la position haute, et
- une phase de descente, au cours de laquelle la charge C descend depuis la position haute jusqu'à la position basse.

[0028] Le système de compensation active 1 selon l'invention est de préférence adapté à la compensation active de la houle (dit encore « active heave compensation »).

[0029] La charge C peut alors être immergée ou partiellement immergée.

[0030] Une telle compensation active de houle peut être prévue pour tout type de charge C, par exemple une charge à transporter par une grue G ou autre installation de levage (figure 2), une construction immergée sous l'eau telles que des équipements de pose de canalisations, etc.

[0031] De manière générale, le système de compensation active 1 selon l'invention permet notamment d'optimiser la demande de puissance électrique dans un appareil de levage G (figure 2). Il est ainsi applicable à tout pic de demande pour la puissance électrique d'un appareil de levage G.

[0032] Le système de compensation active 1 selon l'invention est également applicable à tout appareil présen-

tant des pics de demande pour la puissance électrique du fait d'un mouvement ondulatoire sur une charge, en particulier pour la compensation active de la houle.

[0033] Un tel système de compensation active 1 est en particulier destiné à équiper un engin qui comporte avantageusement un appareil de levage G ou un appareil de compensation de position horizontale.

[0034] Par « engin », on englobe en particulier les engins marins (non représentés), notamment les bateaux de pose de pipeline ou les bateaux de pose de monosoubassement support d'éolienne (dit encore « monopieu »).

[0035] Par « appareil de levage », on englobe en particulier un treuil, une flèche d'un appareil de levage G (par exemple en levant et en abaissant le flèche et/ou en modifiant une longueur de celui-ci).

[0036] Le système de compensation active 1 selon l'invention consiste avantageusement en un système de compensation active 1 électrique qui comporte avantageusement un circuit électrique 1a équipé des différents composants électriques décrits ci-après en relation avec la figure 1.

[0037] Selon l'invention, le système de compensation active 1 comprend :

- des moyens moteurs électriques 2, adaptés à manœuvrer la charge au cours d'une première phase A du mouvement ondulatoire, de préférence la phase de levage,
- des moyens d'alimentation électrique 3, connectés électriquement aux moyens moteurs électriques 2, pour alimenter électriquement ces moyens moteurs électriques 2,
- des moyens de stockage électrique 4, connectés électriquement aux moyens moteurs électriques 2, pour compléter l'alimentation électrique des moyens moteurs électriques 2 au cours de la première phase A du mouvement ondulatoire, et
- des moyens de commande 5, destinés à piloter le système de compensation active 1.

[0038] Et, selon l'invention, les moyens d'alimentation électrique 3 sont connectés électriquement également aux moyens de stockage électrique 4, pour alimenter électriquement ces moyens de stockage électrique 4.

[0039] De manière générale, les moyens de stockage électrique 4 sont ainsi destinés à être chargés par les moyens d'alimentation électrique 3.

[0040] Lors d'une première phase du mouvement ondulatoire, la puissance requise sur le bus continu (DC bus) est supérieure au maximum nominal ; les moyens de stockage électrique 4 distribuent la puissance électrique pour compléter l'alimentation électrique des moyens moteurs électriques 2 au cours de la première phase A du mouvement ondulatoire.

[0041] Inversement, les moyens de stockage électrique 4 sont chargés au cours de la période où la puissance requise est inférieure au maximum, réduisant ainsi da-

vantage la fluctuation de demande de puissance électrique.

[0042] Toujours selon l'invention, le système de compensation active 1 comprend encore des moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 qui sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques 2 de sorte à convertir, en énergie calorifique, l'énergie électrique produite par les moyens moteurs électriques 2 lors d'une seconde phase B du mouvement ondulatoire, de préférence la phase de descente.

[0043] Les caractéristiques du système de compensation active 1 selon l'invention sont encore décrites plus en détails ci-dessous.

[0044] De manière générale, l'agencement relatif des composants sur le circuit électrique 1a est encore décrit par les termes « amont » / « aval » tenant compte de l'agencement relatif par rapport aux moyens d'alimentation électrique 3.

Moyens d'alimentation électrique

[0045] Les moyens d'alimentation électrique 3 consistent avantageusement en un générateur à courant alternatif ou alternateur.

[0046] Les moyens d'alimentation électrique 3 consistent de préférence en des moyens d'alimentation électrique 3 de l'engin équipé du système de compensation active 1.

[0047] Dans ce cas, les moyens d'alimentation électrique 3 sont encore appelés « Vessel Power Supply » ou VPS.

[0048] Les moyens d'alimentation électrique 3 sont avantageusement connectés électriquement aux moyens moteurs électriques 2 par l'intermédiaire de moyens redresseurs 11 (REC), de préférence bidirectionnel ou unidirectionnel.

[0049] Les moyens redresseurs 11 créent une tension continue à partir d'un courant électrique alternatif ou continu, obtenu à partir d'un tableau à commutateurs 31 de l'engin (dit encore VSW ou « vessel switch board »).

[0050] Lorsque l'engin accepte la restitution d'énergie électrique vers le réseau électrique, les moyens redresseurs 11 sont avantageusement bidirectionnelle ; sinon les moyens redresseurs 11 sont avantageusement unidirectionnelle.

[0051] En l'espèce, les moyens redresseurs 11 sont avantageusement montés sur une branche principale 1a1 (ou ligne électrique principale) du circuit électrique 1a.

[0052] Les moyens d'alimentation électrique 3, et le cas échéant les moyens redresseurs 11, forment avantageusement un module « alimentation principale », dit encore « Vessel Power Supply » (VPS).

Moyens moteurs électriques

[0053] Les moyens moteurs électriques 2 comportent avantageusement au moins deux moteurs électriques

21, connectés en parallèle au circuit électrique 1a.

[0054] Un moteur électrique 21 consiste avantageusement en un moteur - générateur électrique :

- 5 - au cours de la première phase A du mouvement ondulatoire, les moyens moteurs électriques 21 assurent une fonction moteur entraînant la charge dans un premier sens vertical, et
- 10 - au cours de la seconde phase B du mouvement ondulatoire, l'énergie est restituée et les moyens moteurs électriques 21 assurent une fonction générateur électrique.

[0055] Les moyens moteurs électriques 2 sont avantageusement connectés électriquement au circuit électrique 1a par l'intermédiaire de moyens onduleurs 22.

[0056] Les moyens moteur électriques 2 équipent avantageusement un appareil de levage, ou tout autre appareil de manœuvre, porté par l'engin.

20

Moyens de stockage électrique

[0057] Les moyens de stockage électrique 4 sont encore appelés « storage capacity » ou SCA.

25 **[0058]** Les moyens de stockage électrique 4 limitent avantageusement la puissance électrique requise par les moyens d'alimentation électrique 3 et équilibrent la charge.

30 **[0059]** Les moyens de stockage électrique 4 sont choisis avantageusement parmi au moins un condensateur, un supercondensateur, une batterie ou un moteur / générateur avec volant.

35 **[0060]** Les moyens de stockage électrique 4 peuvent comprendre plusieurs condensateurs, supercondensateurs, batteries ou moteurs / générateurs avec volant, connectés en série, connectés en parallèle, ou toute combinaison de ceux-ci.

40 **[0061]** Le dimensionnement des moyens de stockage électrique 4 est adapté aux besoins du système de compensation active 1. Les moyens de stockage électrique 4 peuvent être dimensionnés en fonction des caractéristiques du mouvements de la charge mobile (vitesse, amplitude, etc.), avantageusement selon une direction verticale.

45 **[0062]** Les moyens de stockage électrique 4 sont avantageusement connectés électriquement, en parallèle, entre les moyens d'alimentation électrique 3 et les moyens moteurs électriques 2.

[0063] En d'autres termes, les moyens de stockage électrique 4 sont montés avantageusement en parallèle ou en dérivation, sur une branche secondaire 1a2 du circuit électrique 1a.

50 **[0064]** Encore en d'autres termes, les moyens de stockage électrique 4 sont avantageusement connectés électriquement, en parallèle, aux moyens d'alimentation électrique 3 pour alimenter les moyens moteurs électriques 2.

55 **[0065]** Le circuit électrique 1a comporte avantageuse-

ment au moins deux branches :

- la branche principale 1a1, comprenant avantageusement les moyens redresseurs 11, et
- la branche secondaire 1a2, comprenant avantageusement les moyens de stockage électrique 4.

[0066] La branche secondaire 1a2 constitue avantageusement un module de stockage d'énergie ou « energy storage » (EST).

[0067] La charge et la décharge des moyens de stockage électrique 4 sont avantageusement bidirectionnelles, en fonction de la demande sur le bus (niveau de tension continue), non spécifiquement dédiée à une fonction.

[0068] Les moyens de stockage électrique 4 sont utilisés pour équilibrer le besoin en énergie, optimiser l'efficacité énergétique et réduire les pics de demande sur le réseau électrique.

[0069] Les moyens d'alimentation électrique 3 sont de préférence connectés électriquement aux moyens de stockage électrique 4 par l'intermédiaire :

- de moyens redresseurs 8, et
- de moyens convertisseurs 9 continu / continu (dits encore « DC-DC Converter » ou DCC), en amont (en entrée) des moyens de stockage électrique 4.

[0070] Les moyens redresseurs 8, classiques en soi et également appelés convertisseur alternatif/continu, sont destinés à alimenter les moyens de stockage électrique 4 avec un courant continu à partir des moyens d'alimentation électrique 3 fournissant un courant alternatif.

[0071] Les moyens convertisseurs 9, amont, sont adaptés à assurer une conversion de la tension d'alimentation vers une tension de charge appropriée des moyens de stockage électrique 4.

[0072] Les moyens de stockage électrique 4 sont ainsi avantageusement connectés avec les moyens d'alimentation électrique 3 par l'intermédiaire de moyens redresseurs 8 propres.

[0073] La distribution d'énergie électrique depuis les moyens d'alimentation électrique 3, jusqu'aux moyens de stockage électrique 4, s'appuie avantageusement sur cette combinaison de moyens redresseurs 8 et de moyens convertisseurs 9 continu / continu.

[0074] Les moyens redresseurs 8 et les moyens convertisseurs 9 continu / continu peuvent être des modules séparés ou les deux fonctions peuvent être intégrées dans un seul module.

[0075] Les moyens redresseurs 8 et les moyens convertisseurs 9 sont avantageusement implantés sur la branche secondaire 1a2 du circuit électrique 1a, en amont des moyens de stockage électrique 4.

[0076] Les moyens redresseurs 8 et les moyens convertisseurs 9 continu / continu sont avantageusement connectés en série, en amont des moyens de stockage

électrique 4 (avec successivement les moyens redresseurs 8, les moyens convertisseurs 9 continu / continu et les moyens de stockage électrique 4).

[0077] Les moyens de stockage électrique 4 sont avantageusement connectés électriquement aux moyens moteurs électriques 2 par l'intermédiaire de moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels 10 (sens de circulation du courant depuis les moyens de stockage électrique 4 vers les moyens moteurs électriques 2).

[0078] Les moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels 10 sont avantageusement implantés sur la branche secondaire 1a2 du circuit électrique 1a, en aval des moyens de stockage électrique 4.

[0079] Les moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels 10, aval, sont adaptées à assurer une conversion de la tension d'alimentation depuis les moyens de stockage électrique 4 vers une tension appropriée des moyens moteurs électriques 2.

Moyens dissipateurs d'énergie électrique

[0080] De manière générale et de préférence, les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 absorbent avantageusement les surtensions et sécurisent le bus continu (DC) commun en cas de défaillance ou de surcharge des moyens de stockage électrique 4 pendant la phase de charge.

[0081] Les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 consistent avantageusement en des moyens de résistance de freinage (dits encore « chopper / brake resistor »), dits encore « resistor » ou RES.

[0082] Les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 sont connectés électriquement au circuit électrique 1a par l'intermédiaire de moyens convertisseurs unidirectionnels 12 (de préférence continu-continu ou continu-alternatif).

[0083] Les moyens convertisseurs unidirectionnels 12 sont encore appelés « converter » ou CON.

[0084] Les moyens convertisseurs unidirectionnels 12 sont adaptés à assurer une conversion de la tension d'alimentation provenant des moyens moteurs électriques 2 vers une tension appropriée aux moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 (sens du courant depuis les moyens moteurs électriques 2 vers les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6).

[0085] Les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6 et les moyens convertisseurs unidirectionnels 12 sont avantageusement implantés, en série, sur une branche tertiaire 1a3 du circuit électrique 1a.

[0086] Les moyens dissipateurs d'énergie électrique 6, et le cas échéant les moyens convertisseurs unidirectionnels 12, forment un module de freinage électrique, dit encore « braking unit » (BUN).

Moyens de commande

[0087] De manière générale, les moyens de commande

de 5 comportent avantageusement un module de pilotage 51 conçu pour :

- décharger les moyens de stockage électrique 4 lors de la première phase A du mouvement ondulatoire, pour participer à l'alimentation électrique des moyens moteurs électriques 2 en complément des moyens d'alimentation électrique 3, et
- recharger les moyens de stockage électrique 4 via les moyens d'alimentation électrique 3 lors de la seconde phase B du mouvement ondulatoire.

[0088] Pour cela, les moyens de commande 5 comprennent avantageusement :

- un dispositif de mesure de tension 52, destiné à mesurer une valeur de tension des moyens d'alimentation électrique 3,
- un module de comparaison 53, destiné à comparer la valeur de tension mesurée avec une valeur de tension seuil faible et à une valeur de tension seuil élevée, et
- ledit module de pilotage 51, conçu pour décharger les moyens de stockage électrique 4 lorsque la valeur de tension mesurée est inférieure à la valeur de tension seuil faible et pour recharger les moyens de stockage électrique 4 lorsque la valeur de tension mesurée est supérieure à la valeur de tension seuil élevée.

[0089] De manière générale, les moyens de commande 5 comportent encore avantageusement un module de compensation active 55 qui est conçu pour piloter les moyens moteurs électriques 2 tenant compte de données provenant d'un module d'acquisition des mouvements (dit encore « MRU » pour « Motion Reference Unit »), de sorte à stabiliser la charge dans une position verticale.

[0090] Le cas échéant, le module de compensation active 55 est ainsi structuré pour piloter les moyens moteurs électriques 2 de manière à compenser les mouvements de l'engin occasionnés par les vagues.

[0091] Un tel module de compensation active 55 offre ainsi un positionnement précis de la charge, permettant de maintenir cette charge en position verticale constante.

[0092] Selon un mode de réalisation préféré, le module de compensation active 55 comprend :

- des moyens de collecte des données provenant du module d'acquisition des mouvements,
- des moyens de traitement, pour déterminer des instructions de commande pour les moyens moteurs électriques 2 qui sont adaptées à stabiliser la charge, et
- des moyens de pilotage, pour piloter lesdits moyens moteurs électriques 2 tenant compte desdites instructions de commande.

[0093] En pratique et de manière générale, les moyens de commande 5 comportent un ordinateur. Et le module de pilotage 51 et le module de compensation active 55 comprennent au moins un programme d'ordinateur qui comprend des instructions qui, lorsque ledit programme d'ordinateur est exécuté par ledit ordinateur, forment les modules desdits moyens de commande 5.

[0094] Le module de pilotage 51 constitue ainsi avantageusement un système contrôlé par ordinateur qui permet de piloter :

- le déchargement des moyens de stockage électrique 4 lors de la première phase A du mouvement ondulatoire et
- le rechargement des moyens de stockage électrique 4 via les moyens d'alimentation électrique 3 lors de la seconde phase B du mouvement ondulatoire.

[0095] Le module de compensation active 55 constitue ainsi avantageusement un système contrôlé par ordinateur qui permet de maintenir la position de la charge (compensant les mouvements occasionnés par les vagues), en utilisant les moyens moteurs électriques 2.

Procédé de compensation active

[0096] La présente invention concerne encore un procédé de compensation active au sein d'un engin selon l'invention.

[0097] Ce procédé est destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale et/ou éventuellement selon au moins une autre direction, de préférence pour la compensation active de la houle.

[0098] Le procédé selon l'invention comprend des cycles successifs comprenant deux étapes :

- une première étape, correspondant à une première phase A du mouvement ondulatoire, de préférence une phase de levage au cours de laquelle ladite charge est levée depuis une position basse jusqu'à une position haute, au cours de laquelle lesdits moyens de stockage électrique 4 sont déchargés pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques 2 en complément des moyens d'alimentation électrique 3, et
- une seconde étape, correspondant à une seconde phase B du mouvement ondulatoire, de préférence une phase de descente au cours de laquelle ladite charge descend depuis une position haute jusqu'à une position basse, au cours de laquelle les moyens de stockage électrique 4 sont rechargés par lesdits moyens d'alimentation électrique 3 et l'énergie produite par les moyens moteurs électriques 2 est convertie en énergie calorifique par lesdits moyens dissipateurs d'énergie électrique 6.

[0099] Bien entendu, diverses autres modifications

peuvent être apportées à l'invention dans le cadre des revendications annexées.

Revendications

1. Système de compensation active, destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle, lequel système de compensation active (1) comprend :

- des moyens moteurs électriques (2), adaptés à manœuvrer ladite charge au cours d'une première phase (A) dudit mouvement ondulatoire, de préférence une phase de levage au cours de laquelle ladite charge est levée depuis une position basse jusqu'à une position haute,
- des moyens d'alimentation électrique (3), connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2), pour alimenter électriquement lesdits moyens moteurs électriques (2),
- des moyens de stockage électrique (4), connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2), pour compléter l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques (2) au cours de ladite première phase (A) du mouvement ondulatoire,
- des moyens de commande (5), destinés à piloter ledit système de compensation active (1), **caractérisé en ce que** lesdits moyens d'alimentation électrique (3) sont connectés électriquement également aux moyens de stockage électrique (4), pour alimenter électriquement lesdits moyens de stockage électrique (4), lequel système de compensation active (1) comprend encore des moyens dissipateurs d'énergie électrique (6) qui sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2) de sorte à convertir, en énergie calorifique, l'énergie électrique produite par lesdits moyens moteurs électriques (2) lors d'une seconde phase (B) dudit mouvement ondulatoire, de préférence une phase de descente au cours de laquelle ladite charge descend depuis ladite position haute jusqu'à ladite position basse,
- et lesquels moyens de commande (5) comportent un module de pilotage (51) conçu pour :

- décharger lesdits moyens de stockage électrique (4) lors de ladite première phase (A) du mouvement ondulatoire, pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques (2) en complément desdits moyens d'alimentation électrique (3), et
- recharger lesdits moyens de stockage

électrique (4) via lesdits moyens d'alimentation électrique (3), lors de ladite seconde phase (B) du mouvement ondulatoire.

2. Système de compensation active, selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite énergie électrique restituée par les moyens moteurs électriques (2) lors de ladite seconde phase (B) dudit mouvement ondulatoire est prise en charge par lesdits moyens dissipateurs d'énergie électrique (6), sans être stockée dans les moyens de stockage électrique (4).
3. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les moyens de stockage électrique (4) sont choisis parmi au moins un condensateur, un supercondensateur, une batterie ou un moteur / générateur avec volant.
4. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les moyens dissipateurs d'énergie électrique (6) consistent en des moyens de résistance de freinage.
5. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens d'alimentation électrique (3) consistent en des moyens d'alimentation électrique (3) d'un engin.
6. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moyens de commande (5) comprennent :
 - un dispositif de mesure de tension (52), destiné à mesurer une valeur de tension des moyens d'alimentation électrique (3),
 - un module de comparaison (53), destiné à comparer ladite valeur de tension mesurée avec une valeur de tension seuil faible et à une valeur de tension seuil élevée, et
 - ledit module de pilotage (51), adapté à décharger lesdits moyens de stockage électrique (4) lorsque la valeur de tension mesurée est inférieure à la valeur de tension seuil faible et à recharger lesdits moyens de stockage électrique (4) lorsque la valeur de tension mesurée est supérieure à ladite valeur de tension seuil élevée.
7. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de stockage électrique (4) sont connectés électriquement, en parallèle, entre lesdits moyens d'alimentation électrique (3) et lesdits moyens moteurs électriques (2).
8. Système de compensation active, selon l'une quel-

conque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les moyens d'alimentation électrique (3) sont connectés électriquement aux moyens de stockage électrique (4) par l'intermédiaire :

- de moyens redresseurs (8), et
- de moyens convertisseurs continu / continu (9).

5

9. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les moyens d'alimentation électrique (3) sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2) par l'intermédiaire :

10

- de moyens redresseurs (11), bidirectionnel ou unidirectionnel, et
- de moyens onduleurs (22).

15

10. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les moyens de stockage électrique (4) sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2) par l'intermédiaire de moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels (10).

20

25

11. Système de compensation active, selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les moyens dissipateurs d'énergie électrique (6) sont connectés électriquement aux moyens moteurs électriques (2) par l'intermédiaire de moyens convertisseurs continu / continu unidirectionnels (12).

30

12. Engin équipé d'un système de compensation active (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

35

13. Procédé de compensation active au sein d'un engin selon la revendication 12, destiné à compenser au moins partiellement l'effet d'un mouvement ondulatoire sur une charge, avantageusement dans une direction verticale, de préférence pour la compensation active de la houle, lequel procédé comprend des cycles successifs comprenant deux étapes :

45

- une première étape, correspondant à une première phase (A) du mouvement ondulatoire, de préférence une phase de levage au cours de laquelle ladite charge est levée depuis une position basse jusqu'à une position haute, au cours de laquelle lesdits moyens de stockage électrique (4) sont déchargés pour participer à l'alimentation électrique desdits moyens moteurs électriques (2) en complément desdits moyens d'alimentation électrique (3), et
- une seconde étape, correspondant à une seconde phase (B) du mouvement ondulatoire, de

50

55

préférence une phase de descente au cours de laquelle ladite charge descend depuis une position haute jusqu'à une position basse, au cours de laquelle les moyens de stockage électrique (4) sont rechargés par lesdits moyens d'alimentation électrique (3) et l'énergie produite par les moyens moteurs électriques (2) est convertie en énergie calorifique par lesdits moyens dissipateurs d'énergie électrique (6).

Fig.1

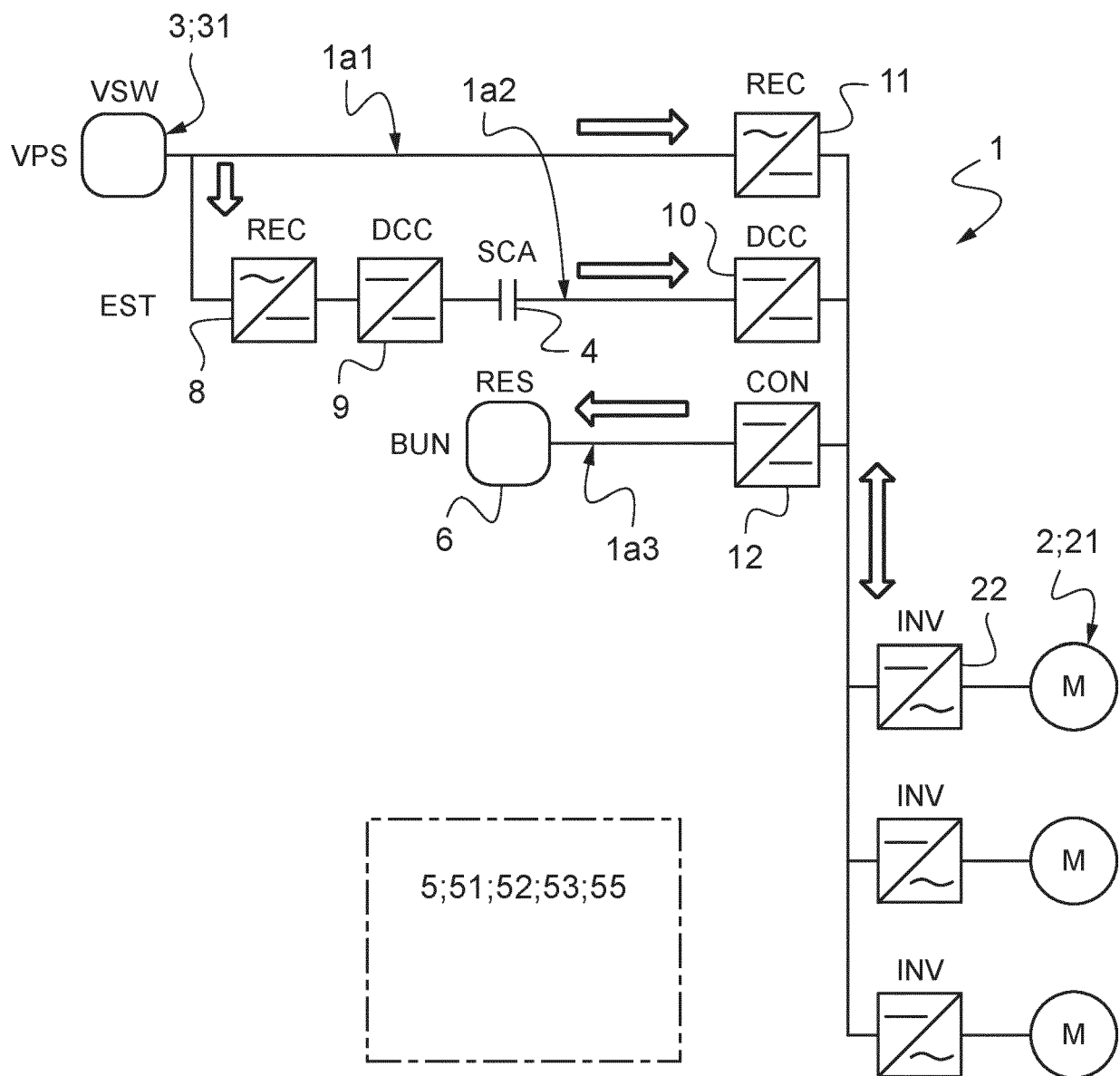
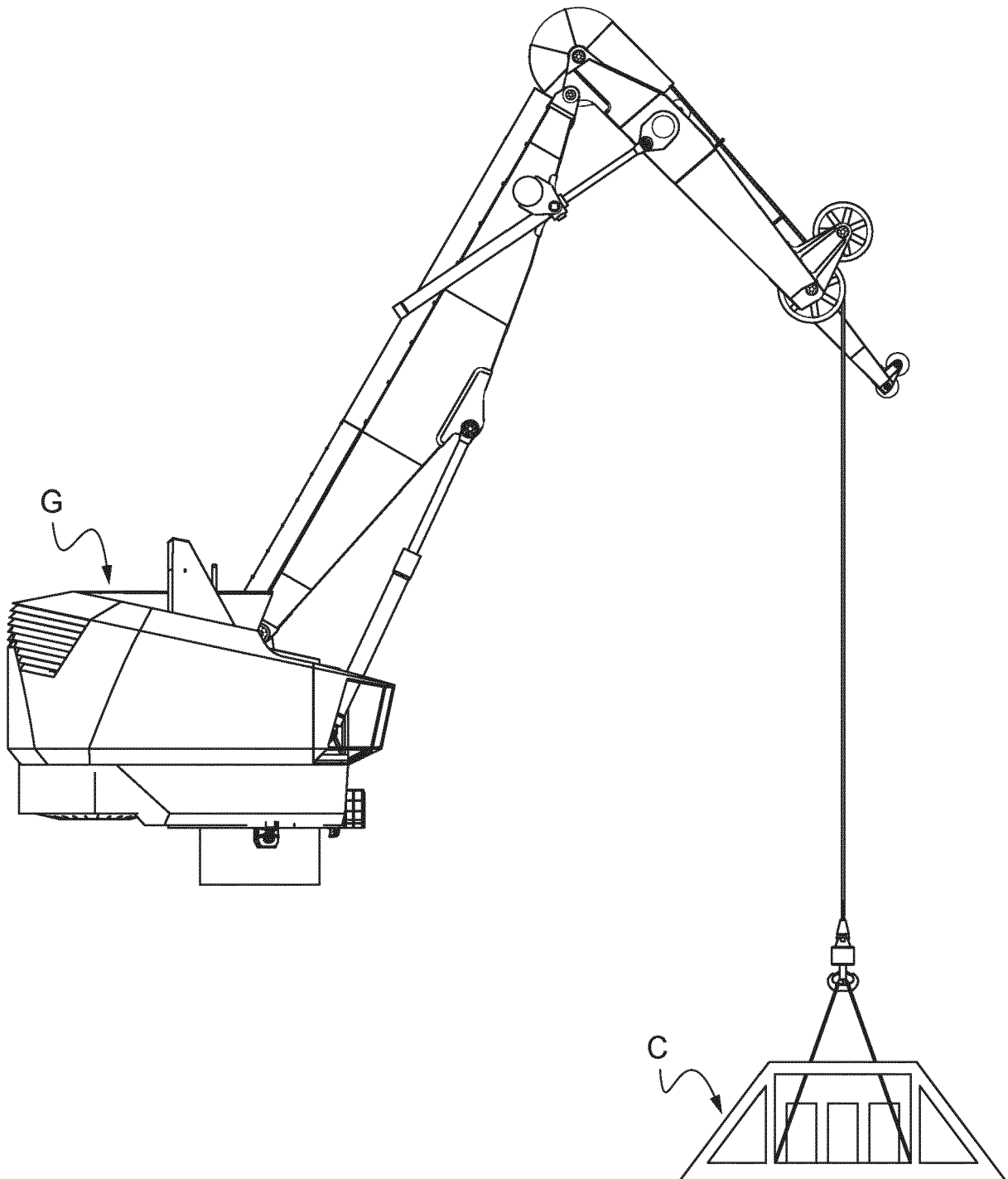


Fig.2





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 19 0501

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X A	WO 2009/120062 A2 (ITREC BV [NL]; ROODENBURG JOOP [NL]; EKELAAR CORNELIS JOHANNES [NL]) 1 octobre 2009 (2009-10-01) * figures 1-8 *	1, 3, 5, 7-10, 12, 13 4	INV. B66C13/04 B66C13/02 B66F7/28
X	WO 2008/059884 A1 (TSUJI HEAVY IND CO LTD [JP]; TSUJI TSUNEMITSU [JP] ET AL.) 22 mai 2008 (2008-05-22) * alinéa [0020] - alinéa [0023]; figures 1-3 * * alinéas [0044], [0048] *	1, 3, 5-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B66C B66F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 13 janvier 2023	Examineur Severens, Gert
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 19 0501

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-01-2023

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	WO 2009120062 A2	01-10-2009	BR PI0909200 A2	18-08-2015
			CN 102007033 A	06-04-2011
			DK 2268537 T3	17-06-2013
			EP 2268537 A2	05-01-2011
			US 2011100279 A1	05-05-2011
			WO 2009120062 A2	01-10-2009
			WO 2009120066 A2	01-10-2009
20	WO 2008059884 A1	22-05-2008	CN 101595028 A	02-12-2009
			JP 4402678 B2	20-01-2010
			JP 2008126776 A	05-06-2008
			WO 2008059884 A1	22-05-2008
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82