

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 138 949

②① N° d'enregistrement national : **22 08396**

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 S 17/00 (2022.01)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ SURVEILLANCE DE SURTENSIONS DE CELLULES D'UNE BATTERIE CELLULAIRE D'UN SYSTÈME PENDANT UNE RECHARGE.

②② Date de dépôt : 19.08.22.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 23.02.24 Bulletin 24/08.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 12.07.24 Bulletin 24/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : **BALENGHIEN OLIVIER.**

⑦③ Titulaire(s) : **STELLANTIS AUTO SAS** Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) :

FR 3 138 949 - B1



Description

Titre de l'invention : SURVEILLANCE DE SURTENSIONS DE CELLULES D'UNE BATTERIE CELLULAIRE D'UN SYSTÈME PENDANT UNE RECHARGE

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne les systèmes comprenant au moins une batterie cellulaire connectée à un circuit électrique principal permettant sa recharge par une source d'alimentation externe, et plus précisément la surveillance au sein de tels systèmes des surtensions des cellules des batteries cellulaires pendant les phases de recharge.

Etat de la technique

[0002] Certains systèmes, comme par exemple certains véhicules (éventuellement de type automobile), comprennent au moins une batterie cellulaire qui est connectée à un circuit électrique principal, parfois dit « haute tension », et permettant sa recharge par une source d'alimentation externe temporairement couplée à un connecteur de recharge qu'ils comprennent.

[0003] Par exemple, dans un véhicule, la batterie cellulaire peut servir au moins à alimenter en énergie électrique au moins une machine motrice électrique faisant partie du groupe motopropulseur (ou GMP) et connectée au circuit électrique principal. Dans ce cas, la batterie cellulaire est généralement dite « principale » (ou de traction) du fait qu'elle fournit de l'énergie électrique utilisée pour les déplacements du véhicule.

[0004] On notera que l'on entend ici par « batterie cellulaire » une batterie comprenant au moins une cellule de stockage d'énergie électrique, rechargeable et éventuellement électrochimique (par exemple de type lithium-ion (ou Li-ion) ou Ni-Mh ou Ni-Cd).

[0005] Comme le sait l'homme de l'art, dans une batterie cellulaire l'une au moins des cellules peut parfois faire l'objet d'une surtension, aussi bien dans une phase de décharge que dans une phase de recharge. On entend ici par « cellule ayant une surtension » une cellule ayant une tension plus forte que la plupart des autres cellules identiques de sa batterie cellulaire. Une surtension au niveau d'une cellule est généralement significative d'un dysfonctionnement de cette dernière, et peut provoquer son vieillissement prématuré ainsi qu'éventuellement un échauffement pouvant être à l'origine d'un incendie, potentiellement dangereux pour le véhicule et les passagers de ce dernier.

[0006] La surtension d'une cellule étant d'autant plus préoccupante que le courant circulant dans la batterie cellulaire est important, elle est tout particulièrement préoccupante pendant une phase de recharge de la batterie cellulaire en raison de la (très) forte intensité du courant de recharge reçu par cette dernière.

[0007] Actuellement, lorsque la batterie cellulaire est subdivisée en modules comprenant chacun plusieurs cellules, on n'effectue pendant chaque recharge qu'une surveillance de la surtension aux bornes de chaque module. Cela se fait en comparant la tension totale de chaque module à un seuil choisi, et en déclenchant au moins une action dans le système lorsque la tension totale d'au moins un module dépasse ce seuil choisi. Or, cela s'avère insuffisant car une cellule peut faire l'objet d'une surtension qui passe inaperçue au sein de son module du fait que sa tension ne fait que contribuer à la tension totale de son module. En d'autres termes, le fonctionnement d'un module peut paraître normal alors qu'au moins l'une de ses cellules fait l'objet d'un dysfonctionnement potentiellement dangereux.

[0008] L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

Présentation de l'invention

[0009] Elle propose notamment à cet effet un procédé de surveillance destiné à être mis en œuvre dans un système comprenant une batterie cellulaire, d'une part, connectée à un circuit électrique principal, permettant sa recharge par une source d'alimentation externe, et, d'autre part, comportant N cellules de stockage d'énergie électrique, avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes de ces N cellules.

[0010] Ce procédé de surveillance se caractérise par le fait qu'il comprend une étape dans laquelle, lorsque dans une recharge de la batterie cellulaire l'une au moins des tensions déterminées dépasse au moins le plus petit de M seuils, avec $M \geq 2$, on interdit une circulation d'un courant de recharge dans le circuit électrique principal lorsque ce dépassement dure depuis une première durée choisie associée au plus grand seuil dépassé.

[0011] Grâce à l'invention, on peut désormais empêcher que la batterie cellulaire principale BP continue d'être alimentée en courant de recharge, ce qui permet d'éviter de faire courir un risque au système et aux personnes qui l'utilisent.

[0012] Le procédé de surveillance selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

[0013] - dans son étape, plus un seuil est grand plus la première durée associée peut être courte ;

[0014] - dans son étape, on peut interdire la circulation du courant de recharge de sorte que ce dernier devienne nul dans un intervalle de temps choisi qui est associé au plus grand seuil dépassé ;

[0015] - dans son étape, en présence de la dernière option, on peut choisir l'intervalle de temps en fonction d'un mode de la recharge ;

[0016] - dans son étape, M peut être au moins égal à trois. Par exemple, M peut être égal à

quatre ;

- [0017] - dans son étape, on peut effectuer dans le système au moins une action complémentaire choisie parmi une génération d'une alerte d'un usager du système d'un besoin de faire vérifier la batterie cellulaire, un enregistrement d'au moins un code défaut représentatif du plus grand seuil dépassé, et un isolement de la batterie cellulaire du circuit électrique principal.
- [0018] L'invention propose également un produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre le procédé de surveillance du type de celui présenté ci-avant, dans un système comprenant une batterie cellulaire connectée à un circuit électrique principal, permettant sa recharge par une source d'alimentation externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique, avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes de ces N cellules, pour surveiller ces N tensions déterminées.
- [0019] L'invention propose également un dispositif de surveillance destiné à équiper un système comprenant une batterie cellulaire, d'une part, connectée à un circuit électrique principal, permettant sa recharge par une source d'alimentation externe, et, d'autre part, comportant N cellules de stockage d'énergie électrique, avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes de ces N cellules.
- [0020] Ce dispositif de surveillance se caractérise par le fait qu'il comprend au moins un processeur et au moins une mémoire agencés pour effectuer les opérations consistant, lorsque dans une recharge de la batterie cellulaire l'une au moins des tensions déterminées dépasse au moins le plus petit de M seuils, avec $M \geq 2$, à déclencher une interdiction d'une circulation d'un courant de recharge dans le circuit électrique principal lorsque ce dépassement dure depuis une première durée choisie associée au plus grand seuil dépassé.
- [0021] L'invention propose également un système comprenant, d'une part, une batterie cellulaire, connectée à un circuit électrique principal, permettant sa recharge par une source d'alimentation externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique, avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes de ces N cellules, et, d'autre part, un dispositif de surveillance du type de celui présenté ci-avant.
- [0022] Par exemple, ce système peut être un véhicule, éventuellement de type automobile.

Brève description des figures

- [0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :
- [0024] [Fig.1] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un système constituant un véhicule comprenant un GMP, à machine motrice électrique

alimentée par une batterie cellulaire principale, et un dispositif de surveillance selon l'invention,

[0025] [Fig.2] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un calculateur de batterie comportant un dispositif de surveillance selon l'invention, et

[0026] [Fig.3] illustre schématiquement un exemple d'algorithme mettant en œuvre un procédé de surveillance selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0027] L'invention a notamment pour but de proposer un procédé de surveillance, et un dispositif de surveillance DS associé, destinés à permettre la surveillance de tensions t_c de cellules de stockage d'énergie électrique CSB d'une batterie cellulaire BP équipant un système S pendant une recharge de cette batterie cellulaire BP, pour détecter d'éventuelles surtensions cellulaires pendant une phase de recharge.

[0028] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le système S est un véhicule de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture, comme illustré sur la [Fig.1]. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de système. Elle concerne en effet tout type de système comprenant au moins une batterie cellulaire rechargeable (quel qu'en soit le mode). Ainsi, elle concerne, par exemple, les véhicules terrestres (véhicules utilitaires, camping-cars, minibus, cars, camions, motocyclettes, engins de voirie, engins de chantier, engins agricoles, engins de loisir (motoneige, kart), et engins à chenille(s), par exemple), les bateaux, les aéronefs, les installations (éventuellement de type industriel), et les bâtiments.

[0029] Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule S comprend un groupe motopropulseur (ou GMP) de type tout électrique (et donc dont la motricité est assurée exclusivement par au moins une machine motrice électrique MME associée à au moins une batterie cellulaire BP). Mais le GMP pourrait être de type hybride (thermique et électrique).

[0030] De plus, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que la batterie cellulaire BP surveillée est une batterie principale (ou de traction). Mais la batterie cellulaire surveillée pourrait être une batterie de servitude (éventuellement rechargeable via un convertisseur alimenté en énergie électrique par une batterie principale). Par conséquent, il n'est pas obligatoire que dans un système S la batterie cellulaire BP fournisse de l'énergie électrique à au moins une machine motrice électrique.

[0031] On a schématiquement représenté sur la [Fig.1] un système S constituant un véhicule automobile comprenant une chaîne de transmission à GMP électrique, une batterie cellulaire principale BP connectée à un circuit électrique principal CEP, un réseau de bord RB, une batterie de servitude BS, une batterie principale (ou de traction) BP

associée à un calculateur de batterie CB, un convertisseur CV, et un dispositif de surveillance DS selon l'invention.

- [0032] Le réseau de bord RB est un réseau d'alimentation électrique auquel sont couplés des équipements (ou organes) électriques (ou électroniques) qui consomment de l'énergie électrique.
- [0033] Le circuit électrique principal CEP permet notamment la recharge de la batterie cellulaire principale BP par une source d'alimentation SA externe et temporairement couplée à un connecteur de recharge CR du système (ici un véhicule) S, par exemple via un câble de recharge CC. Ce circuit électrique principal CEP comprend donc au moins un circuit de recharge C1 permettant de recharger la batterie cellulaire principale BP et un circuit d'alimentation C2 assurant le couplage entre au moins la batterie cellulaire principale BP et (ici) une machine motrice électrique MME et le convertisseur CV.
- [0034] La chaîne de transmission a un GMP qui est, ici, purement électrique et donc qui comprend, notamment, une machine motrice électrique MME, un arbre moteur AM, et un arbre de transmission AT. On entend ici par « machine motrice électrique » une machine électrique agencée de manière à fournir du couple pour déplacer le véhicule S et éventuellement à récupérer (ou prélever) du couple récupératif dans la chaîne de transmission pour générer un courant (électrique) récupératif transformé en énergie électrique stockée dans la batterie cellulaire principale BP, par exemple dans une phase de freinage récupératif.
- [0035] Le fonctionnement du GMP est supervisé par un calculateur de supervision CS.
- [0036] La machine motrice électrique MME est couplée à la batterie cellulaire principale (ou de traction) BP (via le circuit d'alimentation C2), afin d'être alimentée en énergie électrique pendant une phase de roulage, et éventuellement d'alimenter cette batterie cellulaire principale BP en courant (électrique) récupératif. Elle est couplée à l'arbre moteur AM, pour lui fournir du couple par entraînement en rotation. Cet arbre moteur AM est ici couplé à un réducteur RD qui est aussi couplé à l'arbre de transmission AT, lui-même couplé à un premier train T1 (ici de roues), de préférence via un différentiel DF.
- [0037] Ce premier train T1 est ici situé dans la partie avant PVV du véhicule S. Mais dans une variante ce premier train T1 pourrait être celui qui est ici référencé T2 et qui est situé dans la partie arrière PRV du véhicule S.
- [0038] La batterie de servitude BS est chargée de fournir de l'énergie électrique au réseau de bord RB, en complément, ici, de celle fournie par le convertisseur CV alimenté par la batterie cellulaire principale BP, et parfois à la place, ici, de ce convertisseur CV. Par exemple, cette batterie de servitude BS peut être agencée sous la forme d'une batterie de type très basse tension (typiquement 12 V, 24 V ou 48 V). Elle est rechargeable au

moins par le convertisseur (de courant) CV. On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que la batterie de servitude BS est de type Lithium-ion 12 V.

- [0039] La batterie cellulaire principale BP comprend N cellules de stockage d'énergie électrique CSB, avec $N \geq 1$. Ici N est égal à 30, mais il peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à un. On notera que les cellules (de stockage d'énergie électrique) CSB peuvent éventuellement être regroupées dans des modules MC identiques ou différents les uns des autres, comme illustré non limitativement sur la [Fig.1].
- [0040] Par exemple, les cellules (de stockage d'énergie électrique) CSB peuvent être électrochimiques. Ainsi, elles peuvent, par exemple, être de type lithium-ion (ou Li-ion) ou Ni-Mh ou Ni-Cd.
- [0041] Egalement par exemple, la batterie cellulaire principale BP peut être de type basse tension (typiquement 450 V à titre illustratif). Mais elle pourrait être de type moyenne tension ou haute tension.
- [0042] Les N cellules CSB sont associées respectivement à N capteurs (non illustrés) chargés de déterminer respectivement N tensions t_c à leurs bornes.
- [0043] Par ailleurs, la batterie cellulaire principale BP est (ici) associée à un boîtier de batterie BB qui comprend notamment un dispositif d'isolement DI, des moyens de mesure de tension/courant (non illustrés), et un calculateur de batterie CB.
- [0044] Le dispositif d'isolement DI est agencé de manière à isoler en cas de besoin la batterie cellulaire principale BP de l'intégralité du circuit électrique principal CEP, ainsi qu'éventuellement individuellement (ici) de la machine motrice électrique MME et/ou du convertisseur CV. Il comprend par exemple des contacteurs (ou interrupteurs), éventuellement à base de MOSFET(s), qui peuvent être placés chacun dans un état ouvert (ou non passant) ou un état fermé (ou passant).
- [0045] Le calculateur de batterie CB centralise les mesures de courant et les mesures de tension (notamment celles (t_c) qui sont déterminées par les N capteurs (associés respectivement aux N cellules CSB) et surveillées), et détermine des paramètres de la batterie cellulaire principale BP en fonction de ces mesures, et notamment sa résistance interne, sa tension minimale et son état de charge en cours (ou SOC (« State Of Charge »)). Par ailleurs, le calculateur de batterie CB échange aussi des informations avec le calculateur de supervision CS du GMP et le calculateur de recharge CA.
- [0046] On notera, comme illustré non limitativement sur la [Fig.1], que le convertisseur CV peut faire partie d'un chargeur CH connecté électriquement au connecteur de recharge CR et comprenant le calculateur de recharge CA chargé au sein de son véhicule S d'au moins contrôler la recharge de la batterie cellulaire principale BP, quel qu'en soit le mode.
- [0047] On notera également que dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1] le

véhicule S comprend aussi un boîtier de distribution BD auquel sont couplés la batterie de servitude BS, le convertisseur CV et le réseau de bord RB. Ce boîtier de distribution BD est chargé de distribuer dans le réseau de bord RB l'énergie électrique stockée dans la batterie de servitude BS ou produite par le convertisseur CV, pour l'alimentation des organes (ou équipements) électriques couplés au réseau de bord RB en fonction de demandes d'alimentation reçues (notamment du calculateur de supervision CS du GMP).

- [0048] Comme évoqué plus haut, l'invention propose notamment un procédé de surveillance destiné à permettre la surveillance de chacune des tensions t_c des cellules CSB (ici de la batterie cellulaire principale BP) pour détecter d'éventuelles surtensions cellulaires pendant une phase de recharge.
- [0049] Ce procédé (de surveillance) peut être mis en œuvre au moins partiellement par le dispositif de surveillance DS (illustré sur les figures 1 et 2) qui comprend à cet effet au moins un processeur PR1, par exemple de signal numérique (ou DSP (« Digital Signal Processor »)), et au moins une mémoire MD. Ce dispositif de surveillance DS peut donc être réalisé sous la forme d'une combinaison de circuits ou composants électriques ou électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels (ou « software »). A titre d'exemple, il peut s'agir d'un microcontrôleur.
- [0050] La mémoire MD est vive afin de stocker des instructions pour la mise en œuvre par le processeur PR1 d'une partie au moins du procédé de surveillance. Le processeur PR1 peut comprendre des circuits intégrés (ou imprimés), ou bien plusieurs circuits intégrés (ou imprimés) reliés par des connections filaires ou non filaires. On entend par circuit intégré (ou imprimé) tout type de dispositif apte à effectuer au moins une opération électrique ou électronique.
- [0051] Dans l'exemple illustré non limitativement sur les figures 1 et 2, le dispositif de surveillance DS fait partie du calculateur de batterie CB (et donc du boîtier de batterie BB). Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le dispositif de surveillance DS pourrait comprendre son propre calculateur dédié, lequel est alors couplé au calculateur de batterie CB, ou bien pourrait faire partie d'un autre calculateur du système S (comme par exemple le calculateur de supervision CS).
- [0052] Comme illustré non limitativement sur la [Fig.3], le procédé (de surveillance), selon l'invention, comprend une étape 10-40 qui est mise en œuvre dans le système (ici un véhicule) S lorsque ce dernier (S) est dans une phase de recharge de sa batterie cellulaire principale BP.
- [0053] Dans une sous-étape 10 de l'étape 10-40, les N capteurs déterminent respectivement les N tensions t_c aux bornes des N cellules CSB, et les communiquent au calculateur de batterie CB, qui les transmet au dispositif de surveillance DS.
- [0054] Puis, dans une sous-étape 20 de l'étape 10-40, on (le dispositif de surveillance DS)

détermine parmi les N tensions t_c reçues si l'une d'entre elles dépasse au moins le plus petit (s_1) de M seuils (de tension) s_m ($m = 1$ à M , avec $M \geq 2$). Dans ce qui suit, on considère que le plus petit des M seuils est le premier seuil s_1 ($m = 1$), et donc plus m est grand, plus la valeur de la tension d'un seuil s_m est grande (on a alors $s_1 < s_2 < s_3$, et ainsi de suite).

- [0055] Dans la négative (et donc lorsque toutes les N tensions t_c sont inférieures ou égales au premier (ou plus petit) seuil s_1 , on effectue de nouveau la sous-étape 10.
- [0056] En revanche, dans l'affirmative, et donc lorsqu'au moins une tension t_c dépasse au moins le plus petit des M seuils s_m (ici le premier seuil s_1), dans une sous-étape 30 de l'étape 10-40 on interdit (le dispositif de surveillance DS déclenche l'interdiction de) la circulation d'un courant de recharge dans le circuit électrique principal CEP du système S lorsque ce dépassement dure depuis une première durée choisie d_{1_m} qui est associée au plus grand seuil s_m dépassé. On comprendra qu'un ou plusieurs des M seuils s_m peu(ven)t être dépassé(s) par au moins une tension t_c , et donc la première durée choisie d_{1_m} qui est utilisée en cas de dépassement(s) de seuil détecté(s), est celle qui est associée au plus grand seuil s_m dépassé par au moins une tension t_c .
- [0057] Par exemple, dès que le plus grand des seuils s_m dépassés est détecté, on démarre une temporisation d'une durée égale à la première durée choisie d_{1_m} qui est associée à ce plus grand seuil s_m dépassé. Si le dépassement se termine avant l'expiration de cette première durée choisie d_{1_m} , deux cas peuvent se présenter. Dans un premier cas, le plus grand des seuils s_m dépassés est le premier s_1 , et donc on retourne effectuer la sous-étape 10. Dans un second cas, le plus grand des seuils s_m dépassés est au moins le deuxième seuil s_2 ($m = 2$) qui est supérieur au premier seuil s_1 , et dans ce cas on peut déclencher une nouvelle temporisation d'une durée qui est égale à la première durée choisie d_{1_m} qui est associée au nouveau plus grand des seuils s_m dépassés (avec $m' \geq 1$). En revanche, si le dépassement est toujours présent à l'expiration de la première durée choisie d_{1_m} , on effectue la sous-étape 30.
- [0058] Ainsi, on empêche que la batterie cellulaire principale BP continue d'être alimentée en courant de recharge, car cela pourrait aggraver la situation de la (chaque) cellule CSB faisant l'objet d'une surtension détectée. Cela permet donc d'éviter de faire courir un risque au système S et aux personnes qui l'utilisent.
- [0059] De préférence, dans la sous-étape 20 de l'étape 10-40, plus un seuil s_m est grand, plus la première durée d_{1_m} associée est courte. On comprendra en effet que plus le m du plus grand seuil s_m dépassé est grand, plus la première durée d_{1_m} qui lui est associée est courte de manière à déclencher l'interdiction plus vite (car la situation est plus préoccupante).
- [0060] Par exemple, dans la sous-étape 30 de l'étape 10-40, on interdit (le dispositif de surveillance DS déclenche l'interdiction de) la circulation du courant de recharge de sorte

que ce dernier devienne nul dans un intervalle de temps choisi itm qui est associé au plus grand seuil sm dépassé. En d'autres termes, en présence de cette option à chaque seuil sm est associé un intervalle de temps choisi itm pendant lequel le courant de recharge va passer de sa valeur initiale à une valeur nulle. On notera que la durée des intervalles de temps choisis itm peut être la même (et donc unique) ou bien peut varier d'un seuil sm à un autre seuil sm' ($m' \neq m$). On peut notamment envisager que plus le m du plus grand seuil sm dépassé est grand, plus la durée de l'intervalle de temps choisi itm qui lui est associée est courte de manière à rendre nul le courant de recharge plus vite (car la situation est plus préoccupante).

- [0061] Egalement par exemple, dans la sous-étape 30 de l'étape 10-40, on (le dispositif de surveillance DS) peut choisir l'intervalle de temps itm en fonction du mode de la recharge en cours.
- [0062] Dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1] la batterie cellulaire principale BP est adaptée non seulement aux recharges en mode 2 ou 3, mais aussi aux recharges en mode 4, sous le contrôle du calculateur de recharge CA qui est associé au convertisseur CV.
- [0063] Il est rappelé que dans une recharge en mode 2 ou 3, la batterie cellulaire principale BP est rechargeable en courant continu par le convertisseur CV, après une conversion AC/DC (par exemple de 220 V AC (courant alternatif) vers 450 V DC (courant continu)), lorsque ce convertisseur CV a été temporairement couplé à une source d'alimentation SA externe, via un câble de recharge CC préalablement connecté au connecteur de recharge CR du système S.
- [0064] Il est également rappelé que dans une recharge en mode 4, la batterie cellulaire principale BP est rechargeable en courant continu élevé (typiquement 125 A ou 250 A) qui est issu directement d'une source d'alimentation (en courant continu) SA externe, temporairement connectée via un câble de recharge CC au connecteur de recharge CR du système S, sans conversion par le convertisseur CV.
- [0065] Le circuit de recharge C1 comprend donc ici une première partie assurant un couplage entre le connecteur de recharge CR et le convertisseur CV pour les recharges en mode 2 ou 3, et une seconde partie assurant un couplage entre le connecteur de recharge CR et la batterie cellulaire principale BP pour les recharges en mode 4. Dans ce cas, on peut utiliser des intervalles de temps itm différents selon que la recharge est en mode 2 ou 3 ou bien en mode 4. Mais on peut aussi utiliser des intervalles de temps itm identiques quel que soit le mode de la recharge.
- [0066] Dans le cas d'une recharge en mode 2 ou 3, l'ordre d'interdiction de fourniture du courant de recharge est généré par le dispositif de surveillance DS et transmis par le calculateur de batterie CB au chargeur CH (et plus précisément à son calculateur de recharge CR qui se charge d'exécuter cette interdiction).

- [0067] Dans le cas d'une recharge en mode 4, l'ordre d'interdiction de fourniture du courant de recharge est généré par le dispositif de surveillance DS et transmis par le calculateur de batterie CB à la source d'alimentation SA externe, via le connecteur de recharge CR.
- [0068] Egalement par exemple, dans la sous-étape 20 de l'étape 10-40, on (le dispositif de surveillance DS) peut utiliser un nombre M de seuils s_m qui est au moins égal à trois. A titre d'exemple illustratif, M peut être égal à quatre (soit $m = 1$ à 4 et $M = 4$). Dans ce cas, on peut avoir $s_1 < s_2 < s_3 < s_4$. Mais le nombre M de seuils s_m peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à deux.
- [0069] Par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le premier seuil s_1 peut être compris entre 4,17 V et 4,19 V. A titre d'exemple illustratif ce premier seuil s_1 peut être égal à 4,18 V. Mais d'autres valeurs de premier seuil s_1 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du premier seuil s_1 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0070] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le deuxième seuil s_2 peut être compris entre 4,18 V et 4,20 V. A titre d'exemple illustratif ce deuxième seuil s_2 peut être égal à 4,19 V. Mais d'autres valeurs de deuxième seuil s_2 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du deuxième seuil s_2 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0071] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le troisième seuil s_3 peut être compris entre 4,23 V et 4,27 V. A titre d'exemple illustratif ce troisième seuil s_3 peut être égal à 4,25 V. Mais d'autres valeurs de troisième seuil s_3 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du troisième seuil s_3 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0072] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le quatrième seuil s_4 peut être compris entre 4,3 V et 4,4 V. A titre d'exemple illustratif ce quatrième seuil s_4 peut être égal à 4,35 V. Mais d'autres valeurs de quatrième seuil s_4 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du quatrième seuil s_4 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0073] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le premier seuil s_1 peut être associé à une première durée d_{1_1} qui est comprise entre 3 s et 5 s. A titre d'exemple illustratif cette première durée d_{1_1} peut être égale à 4 s. Mais d'autres valeurs de première durée d_{1_1} peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la première durée d_{1_1} peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0074] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type

lithium-ion, le deuxième seuil s_2 peut être associé à une deuxième première durée d_{1_2} qui est comprise entre 2 s et 4 s. A titre d'exemple illustratif cette deuxième première durée d_{1_2} peut être égale à 3 s. Mais d'autres valeurs de deuxième première durée d_{1_2} peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la deuxième première durée d_{1_2} peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.

[0075] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le troisième seuil s_3 peut être associé à une troisième première durée d_{1_3} qui est comprise entre 1 s et 3 s. A titre d'exemple illustratif cette troisième première durée d_{1_3} peut être égale à 2,5 s. Mais d'autres valeurs de troisième première durée d_{1_3} peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la troisième première durée d_{1_3} peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.

[0076] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le quatrième seuil s_4 peut être associé à une quatrième première durée d_{1_4} qui est comprise entre 100 ms et 1 s. A titre d'exemple illustratif cette quatrième première durée d_{1_4} peut être égale à 500 ms. Mais d'autres valeurs de quatrième première durée d_{1_4} peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la quatrième première durée d_{1_4} peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.

[0077] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, la durée de chaque intervalle de temps choisi itm , associé à un seuil sm , peut être comprise entre 100 ms et 500 ms. A titre d'exemple illustratif cette durée peut être égale à 200 ms. Mais d'autres valeurs de durée de chaque intervalle de temps choisi itm (éventuellement différentes d'un seuil sm à l'autre sm') peuvent être utilisées. Par exemple, cette durée peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.

[0078] On notera également que dans la sous-étape 30 de l'étape 10-40, lorsque l'interdiction de fourniture du courant de recharge a été décidée, on peut aussi effectuer (le dispositif de surveillance DS peut déclencher la réalisation), dans le système (ici un véhicule) S, au (d'au) moins une action complémentaire qui est choisie parmi :

[0079] - la génération d'une alerte d'un usager (ou passager) du système (ici un véhicule) S requérant un besoin de faire vérifier la batterie cellulaire principale BP (par exemple par un service après-vente),

[0080] - l'enregistrement d'au moins un code défaut représentatif du plus grand seuil sm ayant été dépassé, et

[0081] - l'isolement électrique de la batterie cellulaire principale BP du circuit électrique principal CEP.

[0082] Lorsque le système S est un véhicule, l'alerte de l'usager du véhicule S peut se faire, par exemple, au moyen d'un voyant allumé (par exemple du tableau de bord) et/ou

d'un message affiché sur au moins un écran du véhicule S (par exemple du tableau de bord ou d'un combiné central) ou sur l'écran d'un téléphone intelligent (ou « smartphone ») de l'utilisateur, et/ou diffusé par au moins un haut-parleur du véhicule S ou de ce téléphone intelligent. Cette alerte est destinée à signaler (ici) au conducteur un défaut de fonctionnement sur la batterie cellulaire principale BP, afin qu'il fasse vérifier cette dernière (BP) rapidement dans un service après-vente.

- [0083] L'enregistrement d'au moins un code défaut représentatif du plus grand seuil sm dépassé est destiné à faciliter la recherche de l'origine d'une interdiction de fourniture du courant de recharge par un technicien d'un service après-vente, et à permettre à ce technicien de solutionner le problème et d'informer l'utilisateur du système S de l'origine d'une telle interdiction. On notera qu'un code défaut peut être éventuellement enregistré en correspondance de la (chaque) cellule CSB faisant l'objet d'une surtension détectée.
- [0084] L'isolement électrique de la batterie cellulaire principale BP est préférentiellement réalisé au moyen du dispositif d'isolement DI (par action sur au moins un contacteur (ou interrupteur)), à la demande du calculateur de batterie CB, et de préférence après qu'il ait demandé une autorisation au calculateur de supervision CS, et une fois que la batterie cellulaire principale BP ne reçoit plus de courant de recharge. Cet isolement électrique est destiné à éviter une détérioration du circuit électrique principal CEP et/ou d'un équipement électronique connecté à ce dernier (CEP), comme par exemple le convertisseur CV.
- [0085] On notera qu'en cas d'absence de réception d'une autorisation d'isolement électrique, le dispositif de surveillance DS peut éventuellement attendre pendant une deuxième durée $d2$ choisie avant d'ordonner au dispositif d'isolement DI d'isoler électriquement la batterie cellulaire principale BP.
- [0086] Cette deuxième durée $d2$ peut éventuellement varier en fonction du seuil sm . En effet, à chaque seuil sm peut être associée une deuxième durée $d2$ spécifique. Dans ce cas, il est préférable que plus le m du plus grand seuil sm dépassé est grand, plus la deuxième durée $d2$ qui lui est associée est courte de manière à isoler la batterie cellulaire principale BP du reste du système S le plus vite possible (car la situation est plus préoccupante).
- [0087] Mais en variante tous les seuils sm peuvent être associés à une même deuxième durée $d2$.
- [0088] Par exemple, la (chaque) deuxième durée $d2$ peut être comprise entre 500 ms et 5 s. Mais d'autres valeurs de deuxième durée $d2$ peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la (chaque) deuxième durée $d2$ peut être choisie pendant la phase de mise au point du système S.
- [0089] On notera également que l'étape 10-40 peut aussi comprendre une sous-étape 40

dans laquelle on (le dispositif de surveillance DS) ré-autorise la recharge de la batterie cellulaire principale BP sans limitation (et donc après avoir recouplé la batterie cellulaire principale BP au circuit électrique principal CEP grâce au dispositif d'isolement DI). Cette ré-autorisation peut résulter du fait que les tensions t_c ne dépassent plus un premier seuil de ré-autorisation sr_1 , inférieur ou égal au premier seuil s_1 , pendant au moins une première troisième durée d_{3_1} choisie (éventuellement variable en fonction de la température interne de la batterie cellulaire principale BP). De préférence, dans cette situation on cesse également de générer une (le dispositif de surveillance DS cesse de déclencher la génération d'une) alerte pour l'utilisateur (lorsque cette action complémentaire est prévue).

- [0090] Également de préférence, lorsque le plus grand seuil sm dépassé n'était pas initialement le plus grand (par exemple s_4) des M seuils sm tout en étant supérieur à s_1 , on peut quitter la stratégie utilisée jusqu'à présent pour ce plus grand seuil sm dépassé afin d'instaurer la stratégie d'interdiction de fourniture du courant de recharge du seuil $sm-1$ immédiatement inférieur, à condition que les tensions t_c ne dépassent plus un seuil de ré-autorisation sr_m (avec $m \neq 1$), inférieur ou égal à ce plus grand seuil sm dépassé, pendant au moins une troisième durée d_{3_m} choisie (éventuellement variable en fonction de la température interne de la batterie cellulaire principale BP).
- [0091] Lorsque le plus grand seuil sm dépassé était initialement le plus grand (par exemple s_4) des M seuils sm , il est préférable de ne pas quitter la stratégie utilisée jusqu'à présent pour ce plus grand des M seuils (ici s_4). On considère en effet que la situation détectée nécessite absolument une vérification de la batterie cellulaire principale BP par un service après-vente, avant toute nouvelle recharge, et l'utilisateur du système S en est informé par au moins un message dédié. Dans ce cas, c'est le service après-vente qui reconfigurera le système S afin qu'il puisse de nouveau faire l'objet de recharges, éventuellement après avoir remplacé la (chaque) cellule CSB défectueuse.
- [0092] Chaque troisième durée d_{3_m} peut éventuellement varier en fonction du seuil sm . En effet, à chaque seuil sm peut être associée une troisième durée d_{3_m} spécifique. Mais en variante tous les seuils sm peuvent être associés à une même troisième durée d_{3_m} .
- [0093] Par exemple, la (chaque) troisième durée d_{3_m} peut être comprise entre 3 s et 5 s. Mais d'autres valeurs de troisième durée d_{3_m} peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de la (chaque) troisième durée d_{3_m} peut être choisie pendant la phase de mise au point du système S .
- [0094] Également par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le premier seuil de ré-autorisation sr_1 peut être compris entre 4 V et 4,1 V. A titre d'exemple illustratif ce premier seuil de ré-autorisation sr_1 peut être égal à 4,05 V. Mais d'autres valeurs de premier seuil de ré-autorisation sr_1 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du premier seuil de ré-autorisation sr_1 peut être choisie pendant

la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.

- [0095] Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le deuxième seuil de ré-autorisation sr_2 peut être compris entre 4,05 V et 4,15 V. A titre d'exemple illustratif ce deuxième seuil de ré-autorisation sr_2 peut être égal à 4,1 V. Mais d'autres valeurs de deuxième seuil de ré-autorisation sr_2 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du deuxième seuil de ré-autorisation sr_2 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S. Egalement par exemple, lorsque $M = 4$ et que chaque cellule CSB est de type lithium-ion, le troisième seuil de ré-autorisation sr_3 peut être compris entre 4,1 V et 4,2 V. A titre d'exemple illustratif ce troisième seuil de ré-autorisation sr_3 peut être égal à 4,15 V. Mais d'autres valeurs de troisième seuil sr_3 peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur du troisième seuil de ré-autorisation sr_3 peut être choisie pendant la phase de mise au point du système (ici un véhicule) S.
- [0096] On notera également, comme illustré non limitativement sur la [Fig.2], que le calculateur de batterie CB (ou le calculateur dédié du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une mémoire de masse MM1, notamment pour le stockage temporaire des tensions t_c et d'éventuelles données intermédiaires intervenant dans tous ses calculs et traitements. Par ailleurs, ce calculateur de batterie CB (ou le calculateur dédié du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une interface d'entrée IE pour la réception d'au moins les tensions t_c pour les utiliser dans des calculs ou traitements, éventuellement après les avoir mises en forme et/ou démodulées et/ou amplifiées, de façon connue en soi, au moyen d'un processeur de signal numérique PR2. De plus, ce calculateur de batterie CB (ou le calculateur dédié du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une interface de sortie IS, notamment pour délivrer des messages d'interdiction de fourniture du courant de recharge, d'éventuelles demandes d'autorisation d'isolement électrique de la batterie cellulaire principale BP, d'éventuels ordres d'isolement électrique de la batterie cellulaire principale BP, d'éventuels ordres de génération d'alerte (ou des messages d'alerte), ou d'éventuels messages contenant des codes défaut.
- [0097] On notera également que l'invention propose aussi un produit programme d'ordinateur (ou programme informatique) comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement de type circuits électroniques (ou hardware), comme par exemple le processeur PR1, est propre à mettre en œuvre le procédé de surveillance décrit ci-avant pour surveiller les tensions t_c des cellules CSB de la batterie cellulaire principale BP du système S pour détecter des surtensions cellulaires et agir en conséquence.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de surveillance pour un système (S) comprenant une batterie cellulaire (BP) connectée à un circuit électrique principal (CEP), permettant sa recharge par une source d'alimentation (SA) externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique (CSB), avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes desdites N cellules (CSB), caractérisé en ce qu'il comprend une étape (10-40) dans laquelle, lorsque dans une recharge de ladite batterie cellulaire (BP) l'une au moins desdites tensions déterminées dépasse au moins le plus petit de M seuils, avec $M \geq 2$, on interdit une circulation d'un courant de recharge dans ledit circuit électrique principal (CEP) lorsque ce dépassement dure depuis une première durée choisie associée au plus grand seuil dépassé.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) plus un seuil est grand plus ladite première durée associée est courte.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on interdit ladite circulation du courant de recharge de sorte que ce dernier devienne nul dans un intervalle de temps choisi associé audit plus grand seuil dépassé.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on choisit ledit intervalle de temps en fonction d'un mode de ladite recharge.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) M est au moins égal à trois.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) M est égal à quatre.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on effectue dans ledit système (S) au moins une action complémentaire choisie parmi une génération d'une alerte d'un usager dudit système (S) d'un besoin de faire vérifier ladite batterie cellulaire (BP), un enregistrement d'au moins un code défaut représentatif dudit plus grand seuil dépassé, et un isolement de ladite batterie cellulaire (BP) dudit circuit électrique principal (CEP).
- [Revendication 8] Produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre le procédé de surveillance selon l'une des revendications 1 à

7, dans un système (S) comprenant une batterie cellulaire (BP) connectée à un circuit électrique principal (CEP), permettant sa recharge par une source d'alimentation (SA) externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique (CSB), avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes desdites N cellules (CSB), pour surveiller lesdites N tensions déterminées.

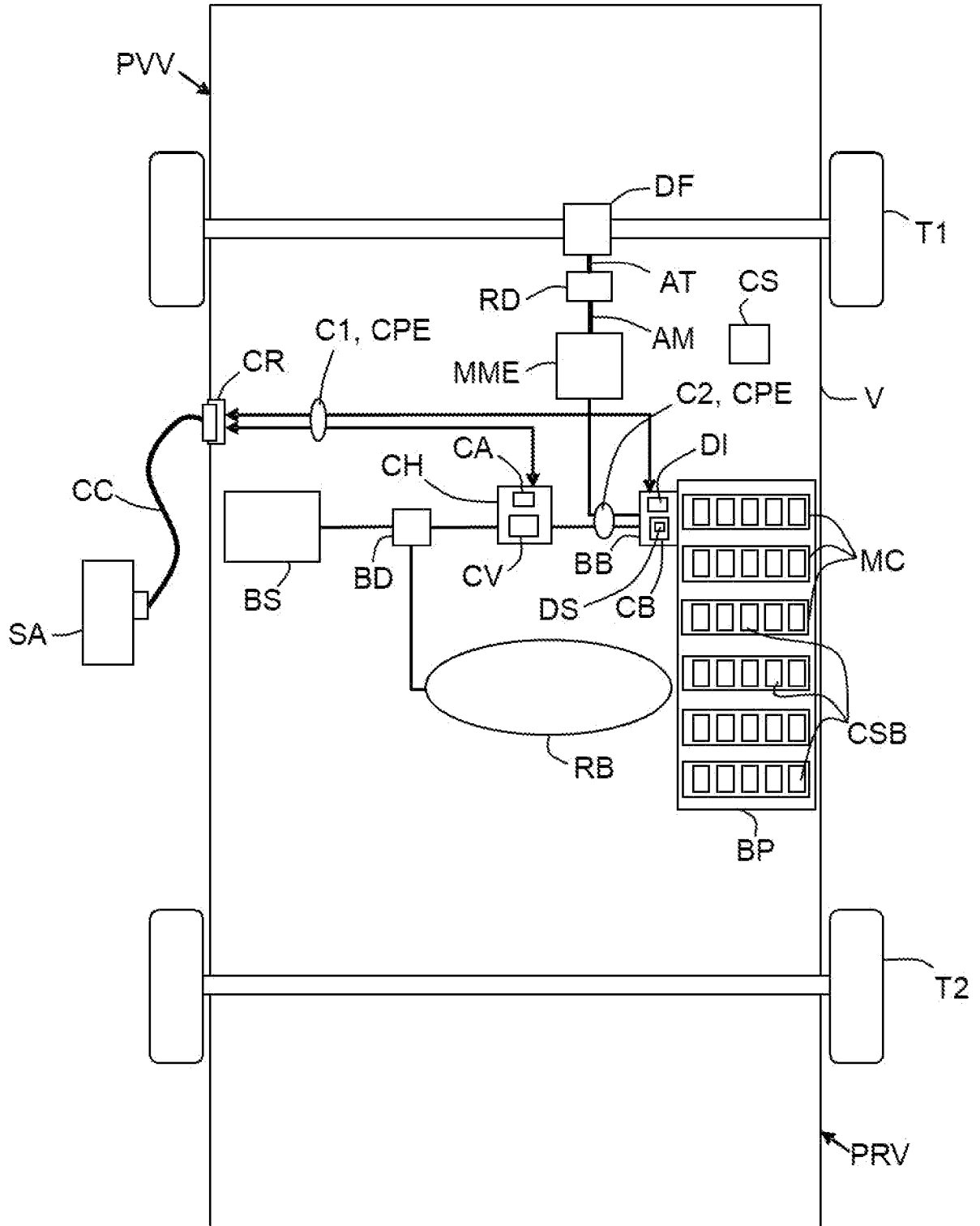
[Revendication 9]

Dispositif de surveillance (DS) pour un système (S) comprenant une batterie cellulaire (BP) connectée à un circuit électrique principal (CEP), permettant sa recharge par une source d'alimentation (SA) externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique (CSB), avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes desdites N cellules (CSB), caractérisé en ce qu'il comprend au moins un processeur (PR1) et au moins une mémoire (MD) agencés pour effectuer les opérations consistant, lorsque dans une recharge de ladite batterie cellulaire (BP) l'une au moins desdites tensions déterminées dépasse au moins le plus petit de M seuils, avec $M \geq 2$, à déclencher une interdiction d'une circulation d'un courant de recharge dans ledit circuit électrique principal (CEP) lorsque ce dépassement dure depuis une première durée choisie associée au plus grand seuil dépassé.

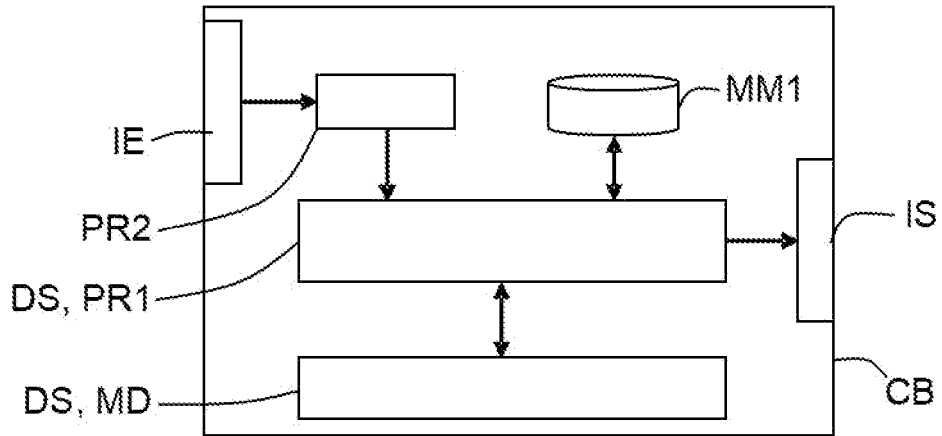
[Revendication 10]

Système (S) comprenant une batterie cellulaire (BP) connectée à un circuit électrique principal (CEP), permettant sa recharge par une source d'alimentation (SA) externe, et comportant N cellules de stockage d'énergie électrique (CSB), avec $N \geq 1$, et N capteurs déterminant respectivement N tensions aux bornes desdites N cellules (CSB), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de surveillance (DS) selon la revendication 9.

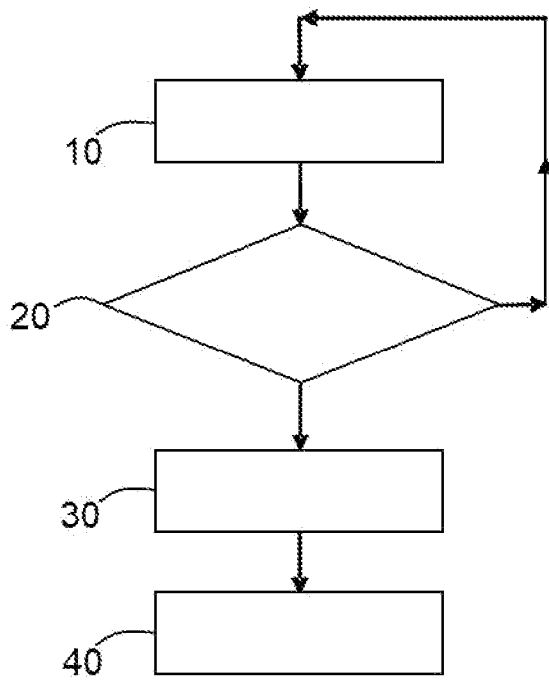
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2020/059107 A1 (FUKUSHIMA ATSUSHI [JP])
20 février 2020 (2020-02-20)

JP 2016 048998 A (FURUKAWA BATTERY CO
LTD:THE) 7 avril 2016 (2016-04-07)

EP 2 403 105 A2 (O2MICRO INC [US])
4 janvier 2012 (2012-01-04)

US 2012/229091 A1 (KANZAKI DAISUKE [JP])
13 septembre 2012 (2012-09-13)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT