

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 12.10.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.04.25 Bulletin 25/16.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

72 Inventeur(s) : SEDDA EMMANUEL, LEFEBVRE DAMIEN, MORNET MICKAEL, SCHWEITZER CHRISTIAN, SOUIDI FAYCAL, GUERIN STEPHANE et NOIRET CHRISTIAN.

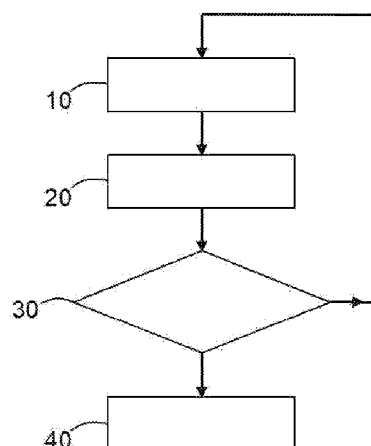
73 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.

54 **SURVEILLANCE D'UNE BATTERIE CELLULAIRE POUR LA DÉTECTION DE COURT-CIRCUIT INTERNE.**

57 Un procédé de surveillance permet de surveiller une batterie cellulaire équipant un système et comprenant au moins un module comportant au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes. Ce procédé comprend une étape (10-40) dans laquelle, lors-

qu'aucun courant ne circule dans la batterie cellulaire, on détermine pour chaque cellule une information représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension, et, lorsque des informations déterminées pour deux cellules voisines représentent des variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées, on génère une alarme propre à signaler un court-circuit dans la batterie cellulaire.

Figure 3



## **Description**

### **Titre de l'invention : SURVEILLANCE D'UNE BATTERIE CELLULAIRE POUR LA DÉTECTION DE COURT-CIRCUIT INTERNE**

#### **Domaine technique de l'invention**

[0001] L'invention concerne les batteries cellulaires comportant des modules d'au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, et plus précisément la surveillance au sein de tels véhicules du fonctionnement de la batterie cellulaire pour détecter un court-circuit interne.

#### **Etat de la technique**

[0002] Certains systèmes, comme par exemple certains véhicules (éventuellement automobiles), comprennent une batterie cellulaire, comportant au moins un module comprenant au moins deux cellules propres à stocker de l'énergie électrique, et dans laquelle peut circuler un courant électrique (de décharge ou de recharge).

[0003] On notera que dans un véhicule une telle batterie cellulaire est généralement couplée à au moins une machine motrice électrique du groupe motopropulseur (ou GMP), afin de l'alimenter en énergie électrique pour qu'elle puisse produire un couple moteur pour déplacer ce véhicule. On comprendra que lors d'une telle alimentation la batterie cellulaire se décharge. Une telle batterie cellulaire est généralement dite « principale » (ou « de traction » ou encore « de puissance »).

[0004] Comme le sait l'homme de l'art, il peut arriver qu'un module (cellulaire) fasse l'objet d'un court-circuit interne. Cela peut par exemple résulter d'un faux contact interne ou d'un contact interne imprévu (par exemple entre deux liaisons inter-cellules) ou encore de la présence de liquide conducteur dans le boîtier (ou l'enveloppe) de protection logeant les modules et faisant partie avec la batterie cellulaire de ce que l'on appelle généralement un ensemble (ou « pack ») de batterie. Cela peut notamment arriver suite à un choc important subi par le boîtier de protection et ayant provoqué une perforation de ce dernier, ou au déboîtement d'une durite du circuit de refroidissement présente dans le boîtier de protection.

[0005] Ces courts-circuits internes libèrent de l'énergie stockée sous forme d'énergie thermique ce qui provoque une élévation de la température interne pouvant conduire à un emballement thermique (ou « thermal Runaway ») pouvant alors déclencher un incendie. De plus, lorsque le court-circuit résulte de la présence d'un liquide conducteur, il provoque une réaction d'électrolyse du liquide traversé par le courant qui libère de l'hydrogène et de l'oxygène pouvant potentiellement provoquer une explosion.

- [0006] Afin de tenter de détecter des courts-circuits liés à la seule présence d'un liquide conducteur, il a été proposé d'installer un capteur de niveau de liquide dédié sur le fond du boîtier de protection ou d'utiliser l'information de perte d'isolement de la batterie cellulaire (élaborée par le calculateur associé à cette dernière) quand un dispositif d'interface associé au boîtier de protection est dans son état ouvert. La première solution (avec capteur de niveau de liquide dédié) s'avère relativement onéreuse, complexifie l'agencement dans l'ensemble de batterie et le capteur de niveau de liquide peut faire l'objet de dysfonctionnements. La seconde solution (consistant à se servir de l'information de perte d'isolement) n'est pas très fiable. En effet, la perte d'isolement peut effectivement résulter de la présence d'un liquide, mais aussi de la présence d'humidité ou de légères fuites d'électrolyte sans gravité. Par conséquent, dans la pratique on n'utilise pas cette information pour lancer une alerte en raison de la probabilité de fausse alerte trop importante, et l'on se contente de requérir un arrêt immédiat du véhicule.
- [0007] Il a également été proposé de détecter la présence d'un court-cuit interne plutôt que la présence de liquide au moyen d'un capteur de courant implanté dans le boîtier de protection. Cependant, une telle solution n'est pas très fiable car la boucle de courant générée par le court-circuit ne passe pas nécessairement par le capteur de courant. En outre, le capteur de courant peut faire l'objet de dysfonctionnements.
- [0008] Il a également été proposé de détecter la présence de dihydrogène (ou H<sub>2</sub>) dans le boîtier de protection au moyen d'un capteur dédié. Mais cela s'avère relativement onéreux, complexifie l'agencement dans l'ensemble de batterie et le capteur de dihydrogène peut faire l'objet de dysfonctionnements.
- [0009] L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

### **Présentation de l'invention**

- [0010] Elle propose notamment à cet effet un procédé de surveillance destiné à permettre une surveillance d'une batterie cellulaire propre à équiper un système et comprenant au moins un module comportant au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes.
- [0011] Ce procédé de surveillance se caractérise par le fait qu'il comprend une étape dans laquelle, lorsqu'aucun courant ne circule dans la batterie cellulaire, on détermine pour chaque cellule une information qui est représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension, et, lorsque des informations déterminées pour deux cellules voisines représentent des variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées, on génère une alarme propre à signaler un court-circuit dans la batterie cellulaire.

- [0012] Grâce à l'invention, la sécurité des usagers du système est améliorée notablement et de façon fiable, alors même qu'aucun capteur dédié à la détection de court-circuit interne n'a été utilisé.
- [0013] Le procédé de surveillance selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :
- [0014] - dans son étape, on peut déterminer pour chaque cellule une information qui est représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension sur un intervalle de temps choisi et glissant ;
- [0015] - dans son étape, on peut déterminer pour chaque cellule une tension moyenne à partir de ses mesures de tension successives, et on peut générer l'alarme lorsque les informations, déterminées pour deux cellules voisines, représentent des variations temporelles par rapport à leurs tensions moyennes déterminées respectives se comportant de façons opposées ;
- [0016] - en présence des première et deuxième options, dans son étape, on peut déterminer pour chaque cellule la tension moyenne à partir de ses mesures de tension successives dans l'intervalle de temps choisi ;
- [0017] - en présence de la deuxième option, dans son étape, on peut déterminer pour chaque cellule un écart entre une dernière mesure de tension et la tension moyenne, puis un cumul d'écarts égal à une somme d'un cumul d'écart précédent et de l'écart déterminé, puis, lorsqu'un cumul d'écart déterminé est inférieur à un seuil négatif, on peut associer à la cellule concernée une information dite négative, tandis que lorsqu'un cumul d'écart déterminé est supérieur à un seuil positif, on peut associer à la cellule concernée une information dite positive, et, lorsque deux cellules voisines sont associées respectivement à une information négative et une information positive, on peut générer l'alarme.
- [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 un procédé de surveillance du type de celui présenté ci-avant, dans un système comportant une batterie cellulaire comprenant au moins un module comportant au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, pour surveiller cette batterie cellulaire.
- [0019] L'invention propose également un dispositif de surveillance destiné à faire partie d'un système comportant une batterie cellulaire comprenant au moins un module comportant au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes.
- [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,

lorsqu'aucun courant ne circule dans la batterie cellulaire, à déterminer pour chaque cellule une information représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension, et, lorsque des informations déterminées pour deux cellules voisines représentent des variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées, à déclencher une génération d'une alarme propre à signaler un court-circuit dans la batterie cellulaire.

[0021] L'invention propose également un système comportant, d'une part, une batterie cellulaire comprenant au moins un module comportant au moins deux cellules de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, et, d'autre part, un dispositif de surveillance du type de celui présenté ci-avant.

[0022] Par exemple, ce système peut constituer un véhicule, éventuellement de type automobile. Dans ce cas, le véhicule peut aussi comprendre au moins une machine motrice électrique propre à être alimentée en énergie électrique par la batterie cellulaire.

### **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 véhicule comprenant un dispositif de surveillance selon l'invention et une chaîne de transmission à GMP à machine motrice électrique associée à un ensemble de batterie comprenant une batterie cellulaire et un boîtier de batterie à dispositif d'interface et calculateur de batterie,

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

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

[0027] [Fig.4] illustre schématiquement au sein d'un diagramme un exemple de variations temporelles ( $t$  (en secondes)), se comportant de façons sensiblement opposées, des tensions cellulaires ( $uc2$  et  $uc3$ ) respectives de deuxième et troisième cellules voisines d'un même module.

### **Description détaillée de l'invention**

[0028] L'invention a notamment pour but de proposer un procédé de surveillance, et un dispositif de surveillance DS associé, destinés à permettre la surveillance du fonctionnement d'une batterie cellulaire BC, équipant un système S et comprenant au moins un module MC comportant au moins deux cellules CEn de stockage d'énergie

électrique, pour détecter un court-circuit interne dans un tel module MC.

- [0029] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le système S est un véhicule de type automobile, comme par exemple une voiture (comme illustré sur la [Fig.1]). Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de système. En effet, les batteries cellulaires BC peuvent faire partie de n'importe quel système, et notamment de véhicules (terrestres, maritimes (ou fluviaux), ou aériens), d'appareils électroniques (éventuellement électroménagers), d'engins mobiles (y compris ceux qui assurent une fonction de levage), d'installations (éventuellement industrielles), et de bâtiments, par exemple.
- [0030] Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le système S (ici un véhicule) comprend une chaîne de transmission à groupe moto-propulseur (ou GMP) de type tout électrique (et donc dont la motricité est assurée exclusivement par au moins une machine motrice électrique MME). Mais le GMP pourrait être de type hybride (thermique et électrique).
- [0031] On a schématiquement représenté sur la [Fig.1] un système S (ici un véhicule) comprenant un dispositif de surveillance DS, un système d'alimentation électrique, une chaîne de transmission à GMP (ici) électrique (et donc à machine motrice électrique MME), un calculateur de supervision CS, un réseau de bord RB, une batterie de servitude BS, un convertisseur CV, et un ensemble de batterie EB comportant une batterie cellulaire BC et un boîtier de batterie BB comportant un dispositif d'interface DI et un calculateur de batterie CB.
- [0032] Le système d'alimentation électrique comprend un circuit électrique principal connecté à un chargeur CH, comprenant un calculateur de chargeur CA ainsi qu'ici un convertisseur CV, la machine motrice électrique MME, et (ici) un connecteur d'alimentation CR.
- [0033] 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.
- [0034] La batterie de servitude BS est chargée de fournir de l'énergie électrique au réseau de bord RB, en complément de celle fournie par le convertisseur CV alimenté par la batterie cellulaire BC via le circuit électrique principal, et parfois à la place 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 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.
- [0035] Le circuit électrique principal (ou « haute tension ») est plus précisément connecté, d'une part, à la batterie cellulaire BC via le boîtier de batterie BB (et plus précisément

son dispositif d'interface DI), et, d'autre part, à des équipements électroniques, comme par exemple le convertisseur CV et la machine motrice électrique MME. Il permet aussi la recharge de la batterie cellulaire BC par une source d'alimentation externe et par exemple temporairement couplée à l'éventuel connecteur d'alimentation CR. Dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1] le circuit électrique principal permet de recharger la batterie cellulaire BC non seulement en courant continu (ou mode 4), mais aussi en courant alternatif (ou mode 2 ou 3), sous le contrôle des calculateur de chargeur CA (du chargeur CH) et calculateur de batterie CB (du boîtier de batterie BB). Mais dans des variantes de réalisation non illustrées, le circuit électrique principal pourrait ne permettre que les recharges en courant continu (ou mode 4) ou bien que les recharges en courant alternatif (ou mode 2 ou 3).

- [0036] 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 lorsqu'elle est alimentée en énergie électrique, ainsi qu'éventuellement à récupérer du couple dans la chaîne de transmission.
- [0037] Le fonctionnement de la chaîne de transmission (et donc du GMP) est supervisé par un calculateur de supervision CS.
- [0038] La machine motrice électrique MME (ici un moteur électrique) est ici couplée à la batterie cellulaire BC via le circuit électrique principal et le boîtier de batterie BB (et plus précisément son dispositif d'interface DI), afin d'être alimentée en énergie électrique, ainsi qu'éventuellement d'alimenter cette batterie cellulaire BC en énergie électrique, par exemple lors d'une phase de freinage récupératif.
- [0039] Par ailleurs, cette machine motrice électrique MME 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.
- [0040] 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.
- [0041] Le convertisseur CV peut aussi être chargé, pendant les phases de roulage du véhicule S, de convertir une partie de l'énergie électrique stockée dans la batterie cellulaire BC pour alimenter en courant électrique converti le réseau de bord RB et la batterie de servitude BS (pour la recharger).
- [0042] On notera, comme illustré non limitativement sur la [Fig.1] et comme indiqué plus haut, que le convertisseur CV peut faire partie du chargeur CH qui comprend aussi le calculateur de chargeur CA chargé, au moins, de contrôler les recharges de la batterie

cellulaire BC.

- [0043] La batterie cellulaire BC alimentant ici la machine motrice électrique MME, elle constitue une batterie principale (ou de traction ou encore de puissance). Elle (BC) comprend au moins un module MC comportant au moins deux cellules CEn propres chacune à stocker de l'énergie électrique. Comme illustré sur la [Fig.1], les cellules CEn sont couplées entre voisines (CEn-1 et CEn) ou (CEn et CEn+1) via des liaisons physiques conductrices inter-cellules. En fonctionnement (décharge ou recharge), un courant (de décharge ou de recharge) circule dans la batterie cellulaire BC.
- [0044] Le dispositif d'interface DI a, par exemple, un état ouvert (ou non passant) dans lequel il interdit la circulation du courant précité, et un état fermé (ou passant) dans lequel il autorise la circulation du courant précité. Il est donc agencé de manière à isoler en cas de besoin la batterie cellulaire BC au moins de l'intégralité du circuit électrique principal. Il comprend notamment des contacteurs (ou interrupteurs ou relais), éventuellement à base de MOSFET(s), et des fusibles de protection.
- [0045] Chaque cellule CEn fait l'objet de mesures successives de la tension cellulaire à ses bornes ucn. Par exemple, ces mesures peuvent être effectuées périodiquement (la période peut être comprise entre 50 millisecondes et 100 millisecondes, par exemple).
- [0046] Par exemple, les cellules CEn peuvent être électrochimiques. Dans ce cas, elles peuvent être de type lithium-ion (ou Li-ion) ou Ni-Mh ou Ni-Cd, par exemple. Egalement par exemple, la batterie cellulaire BC peut être de type basse tension (typiquement 450 V à titre illustratif). Mais elle pourrait être de type moyenne tension ou haute tension.
- [0047] On notera que dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1] chaque module (cellulaire) MC comprend quatre cellules CEn ( $n = 1$  à 4) couplées entre voisines. Mais le nombre de cellules CEn d'un module cellulaire MC peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à deux.
- [0048] On notera également que dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1] la batterie cellulaire BC comprend six modules cellulaires MC. Mais le nombre de modules cellulaires MC peut prendre n'importe quelle valeur supérieure ou égale à un.
- [0049] Par ailleurs, la batterie cellulaire BC est (ici) logée dans un boîtier (ou enveloppe) de batterie BB, de préférence étanche, qui loge également, notamment, le dispositif d'interface DI, des dispositifs d'analyse (non représentés), et le calculateur de batterie CB. Par exemple, la batterie cellulaire BC, le boîtier de batterie BB, le dispositif d'interface DI, les dispositifs d'analyse et le calculateur de batterie CB peuvent constituer un ensemble (ou « pack ») de batterie EB.
- [0050] Les dispositifs d'analyse sont propres à déterminer des valeurs en cours de grandeurs représentatives des cellules CEn (et en particulier leurs tensions cellulaires ucn respectives), et communiquent avec le calculateur de batterie CB afin que ce dernier (CB)

puisse recevoir ces valeurs en cours déterminées et contrôler le fonctionnement de la batterie cellulaire BC en fonction de ces valeurs en cours déterminées et reçues.

- [0051] 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).
- [0052] Comme évoqué plus haut, l'invention propose notamment un procédé de surveillance destiné à permettre la surveillance du fonctionnement de la batterie cellulaire BC pour détecter un court-circuit interne dans un module MC.
- [0053] Ce procédé (de surveillance) peut être mis en œuvre au moins partiellement par le dispositif de surveillance DS (illustré au moins partiellement 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.
- [0054] 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 connexions 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.
- [0055] Dans l'exemple illustré non limitativement sur les figures 1 et 2, le dispositif de surveillance DS fait partie du calculateur de batterie CB. 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 embarqué dans le système S et assurant au moins une autre fonction.
- [0056] 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 chaque fois que le système S (ici un véhicule) est en fonctionnement mais qu'aucun courant électrique ne circule dans la batterie cellulaire BC (par exemple, ici, du fait que le dispositif d'interface DI est dans son état ouvert).
- [0057] L'étape 10-40 du procédé comprend une sous-étape 20 dans laquelle, on (par

exemple le dispositif de surveillance DS) détermine pour chaque cellule  $CE_n$  une information  $iv_{t,n}$  qui est représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension  $uc_n$  successives.

- [0058] L'étape 10-40 du procédé comprend aussi une sous-étape 40 dans laquelle, lorsque des informations  $iv_{t,n}$  déterminées pour deux cellules  $CE_n$  voisines (par exemple  $CE_{n-1}$  et  $CE_n$  ou  $CE_n$  et  $CE_{n+1}$ ) représentent des variations temporelles qui se comportent de façons sensiblement opposées, on génère (par exemple le dispositif de surveillance DS déclenche la génération) (d')une alarme qui est propre à signaler un court-circuit dans la batterie cellulaire BC.
- [0059] On entend ici par « variations temporelles qui se comportent de façons sensiblement opposées » des variations temporelles qui ont des valeurs respectives de signes opposés et des amplitudes dont les valeurs absolues sont identiques ou légèrement différentes, sensiblement simultanément. En d'autres termes, et comme illustré schématiquement dans le diagramme d'évolution temporelle des tensions cellulaires  $uc_n$  de la [Fig.4], lorsque la variation temporelle de la tension cellulaire  $uc_n$  d'une première cellule  $CE_n$  d'un module MC est positive (croissance), la variation temporelle de la tension cellulaire  $uc_{n'}$  d'une seconde cellule  $CE_{n'}$  (avec  $n' = n-1$  ou  $n+1$ ) de ce même module MC (couplée à cette première cellule  $CE_n$ ) est négative (décroissance). Par exemple, les valeurs absolues des amplitudes des variations temporelles des cellules  $CE_n$  voisines concernées peuvent être identiques à  $\pm 30\%$ . Par ailleurs, l'expression « sensiblement simultanément » signifie exactement en même temps ou quasiment en même temps à  $\pm 5$  s.
- [0060] On comprendra que ces variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées au niveau de deux cellules  $CE_n$  voisines (par exemple  $CE_{n-1}$  et  $CE_n$  ou  $CE_n$  et  $CE_{n+1}$ ) d'un même module MC, on considère qu'elles sont caractéristiques d'un court-circuit interne dans ce dernier (MC). En effet, en l'absence de court-circuit entre cellules  $CE_n$  voisines, chaque cellule  $CE_n$  est électriquement isolée des autres cellules  $CE_{n'}$  (avec  $n' \neq n$ ), et donc aucun courant de court-circuit ne peut circuler entre ces cellules  $CE_n$  et  $CE_{n'}$ . En revanche, en présence d'un court-circuit entre deux cellules  $CE_n$  voisines, un courant peut se créer à chaque point de potentiel commun (par exemple du fait de la nature conductrice du liquide conducteur présent dans le boîtier de batterie BB). De ce fait, en l'absence de consommateurs électriques connectés à la batterie cellulaire BC, l'apparition d'un courant de court-circuit va provoquer des variations temporelles caractéristiques, car sensiblement opposées, des tensions  $uc_n$  et  $uc_{n'}$  des cellules  $CE_n$  et  $CE_{n'}$  voisines. C'est ce qui est illustré sur la [Fig.4].
- [0061] Plus précisément, dans le diagramme de la [Fig.4] sont illustrés deux exemples de variations temporelles ( $t$  (en secondes)), se comportant de façons sensiblement opposées, des tensions cellulaires  $uc_2$  ( $n = 2$ ) et  $uc_3$  ( $n = 3$ ) de deuxième  $CE_2$  et troisième  $CE_3$

cellules voisines d'un même module MC.

[0062] Par conséquent, en comparant les variations temporelles des tensions cellulaires ucn et ucn' des cellules CEn et CEn' voisines de chaque module MC, on peut désormais déterminer si deux d'entre elles se comportent de façons sensiblement opposées, et dans l'affirmative en déduire, de façon fiable, que leur module MC fait l'objet d'un court-circuit interne. Une alarme, signalant un court-circuit dans la batterie cellulaire BC, est alors générée.

[0063] On notera qu'étant donné que l'on connaît le module MC dans lequel le court-circuit a été détecté, l'alarme peut éventuellement signaler l'identifiant de ce module MC.

[0064] L'invention permet donc d'améliorer notablement et de façon fiable la sécurité des usagers du système S, alors même qu'aucun capteur dédié à la détection de court-circuit interne n'a été utilisé.

[0065] On notera également que l'alarme peut être destinée à un calculateur du système S, comme par exemple le calculateur de supervision CS, et/ou à un usager du système S (par exemple le conducteur dans le cas d'un véhicule), ainsi qu'éventuellement à un service de secours.

[0066] Lorsque l'alarme est destinée au moins au conducteur, elle peut avoir pour but de lui demander de quitter rapidement le véhicule S (avec les éventuels passagers). Dans ce cas, l'alarme peut se faire en allumant un voyant du véhicule S et/ou en affichant un message textuel et/ou en diffusant un message sonore. Le voyant peut faire partie du tableau de bord du véhicule S ou être affiché sur un écran d'affichage du véhicule S (éventuellement celui du combiné central installé sur ou dans la planche de bord). Il peut s'agir d'un voyant dédié ou d'un voyant de service (non dédié). Le message textuel peut être affiché sur au moins un écran du véhicule S (par exemple du tableau de bord ou du combiné central) ou sur l'écran d'un téléphone intelligent (ou « smartphone ») du conducteur. Le message sonore peut être diffusé par au moins un haut-parleur du véhicule S ou du téléphone intelligent précité.

[0067] Lorsque l'alarme est aussi destinée à un service de secours, elle peut être transmise par voie d'ondes à ce dernier par un module de communication du véhicule S ou par le téléphone intelligent précité. Cette option est particulièrement avantageuse car elle peut permettre une intervention relativement rapide là où le véhicule S a été immobilisé par son conducteur (en vue de l'évacuer), de nature à éviter l'emballement thermique de la batterie cellulaire BC et ainsi éviter qu'un incendie survienne dans le véhicule S. Cela permet donc aussi d'améliorer la sécurité du véhicule S.

[0068] On notera également que chaque information  $iv_{t,n}$  peut être une valeur égale à une variation temporelle ou bien peut être simplement un identifiant ou un paramètre qui est représentatif de cette variation temporelle.

[0069] Par exemple, dans la sous-étape 20 de l'étape 10-40 on (par exemple le dispositif de

surveillance DS) peut déterminer pour chaque cellule CEn une information  $ivt_{jn}$  qui est représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension  $ucn$  successives sur un intervalle de temps  $it$  qui est choisi et glissant. Cela permet d'éviter de tenir compte de variations temporelles survenant brusquement et de façon non durable, par exemple à cause d'un dysfonctionnement très temporaire de capteurs de tension ou d'un réseau de communication (éventuellement multiplexé) du système S, et donc à priori non significatives de façon certaine de la présence d'un court-circuit réel et durable.

[0070] Egalement par exemple, dans l'étape 10-40 l'intervalle de temps  $it$  peut avoir une durée comprise entre 35 mn et 45 mn. A titre d'exemple illustratif, cette durée peut être égale à 40 mn. Mais d'autres valeurs de cette durée peuvent être utilisées. Par exemple, la valeur de cette durée peut être choisie pendant la phase de mise au point du système S (ou de la batterie cellulaire BC).

[0071] Egalement par exemple, et comme illustré non limitativement sur la [Fig.3], l'étape 10-40 peut aussi comprendre une sous-étape 10 dans laquelle on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut déterminer pour chaque cellule CEn une tension moyenne  $ucmn$  à partir de ses mesures de tension  $ucn$  successives. Dans ce cas, dans la sous-étape 40 on peut générer (par exemple le dispositif de surveillance DS peut déclencher la génération de) l'alarme lorsque les informations  $ivt_{jn}$  déterminées pour deux cellules CEn voisines représentent des variations temporelles par rapport à leurs tensions moyennes  $ucmn$  déterminées respectives qui se comportent de façons sensiblement opposées. Cela permet de détecter plus facilement et plus précisément une tendance de croissance ou de décroissance en cours au niveau d'une cellule CEn.

[0072] On notera que dans la sous-étape 10 de l'étape 10-40 on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut déterminer pour chaque cellule CEn la tension moyenne  $ucmn$  à partir de ses mesures de tension  $ucn$  successives dans l'intervalle de temps  $it$  choisi. Ainsi, on dispose de la même échelle de temps pour les tensions moyennes  $ucmn$  et les informations  $ivt_{jn}$ .

[0073] Egalement par exemple, dans la sous-étape 20 de l'étape 10-40 on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut déterminer pour chaque cellule CEn un écart  $eun(t)$  entre sa dernière mesure de tension  $ucn(t-1)$  et la tension moyenne  $ucmn(t)$ , soit  $eun(t) = ucn(t-1) - ucmn(t)$ ,  $t$  représentant l'instant considéré. Puis, dans la sous-étape 20 on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut déterminer pour chaque cellule CEn un cumul d'écarts  $cen(t)$  égal à la somme du cumul d'écart  $cen(t-1)$  précédent et de l'écart  $eun(t)$  déterminé (soit  $cen(t) = cen(t-1) + eun(t)$ ). Puis, dans la sous-étape 20, lorsqu'un cumul d'écart  $cen(t)$  déterminé pour l'instant  $t$  est inférieur à un seuil négatif  $sn$  (soit  $cen(t) < sn$ ), on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut associer à la cellule CEn concernée une information dite négative  $ivt_{jn}$  ( $j = 1$ ). En revanche, dans la

sous-étape 20, lorsqu'un cumul d'écart  $cen(t)$  déterminé pour l'instant  $t$  est supérieur à un seuil positif  $sp$  (soit  $cen(t) > sp$ ), on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut associer à la cellule CEn concernée une information dite positive  $ivt_{2n}$  ( $j = 2$ ).

[0074] Ensuite, comme illustré non limitativement sur la [Fig.3], l'étape 10-40 peut aussi comprendre une sous-étape 30 dans laquelle on (par exemple le dispositif de surveillance DS) peut comparer deux à deux les informations  $ivt_{jn}$  de cellules voisines au sein de chaque module MC.

[0075] S'il n'y a pas au moins deux cellules CEn voisines et associées respectivement à une information négative  $ivt_{1n}$  et une information positive  $ivt_{2n}$ , on retourne effectuer la sous-étape 10. En revanche, lorsqu'au moins deux cellules CEn voisines sont associées respectivement à une information négative  $ivt_{1n}$  et une information positive  $ivt_{2n}$ , on génère (par exemple le dispositif de surveillance DS déclenche la génération de) l'alarme dans la sous-étape 40.

[0076] On notera également, comme illustré non limitativement sur la [Fig.2], que le calculateur de batterie CB (ou le calculateur du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une mémoire de masse MM1, notamment pour stocker chaque tension cellulaire mesurée  $ucn$ , ainsi que d'éventuelles données intermédiaires intervenant dans tous ses calculs et traitements. Par ailleurs, ce calculateur de batterie CB (ou le calculateur du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une interface d'entrée IE pour la réception d'au moins les tensions cellulaires mesurées  $ucn$ , 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 du dispositif de surveillance DS) peut aussi comprendre une interface de sortie IS, notamment pour générer et délivrer chaque message d'alarme.

[0077] 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 dans le système S le fonctionnement de la batterie cellulaire BC afin de détecter un court-circuit interne par comparaison de variations temporelles de tensions cellulaires  $ucn$ .

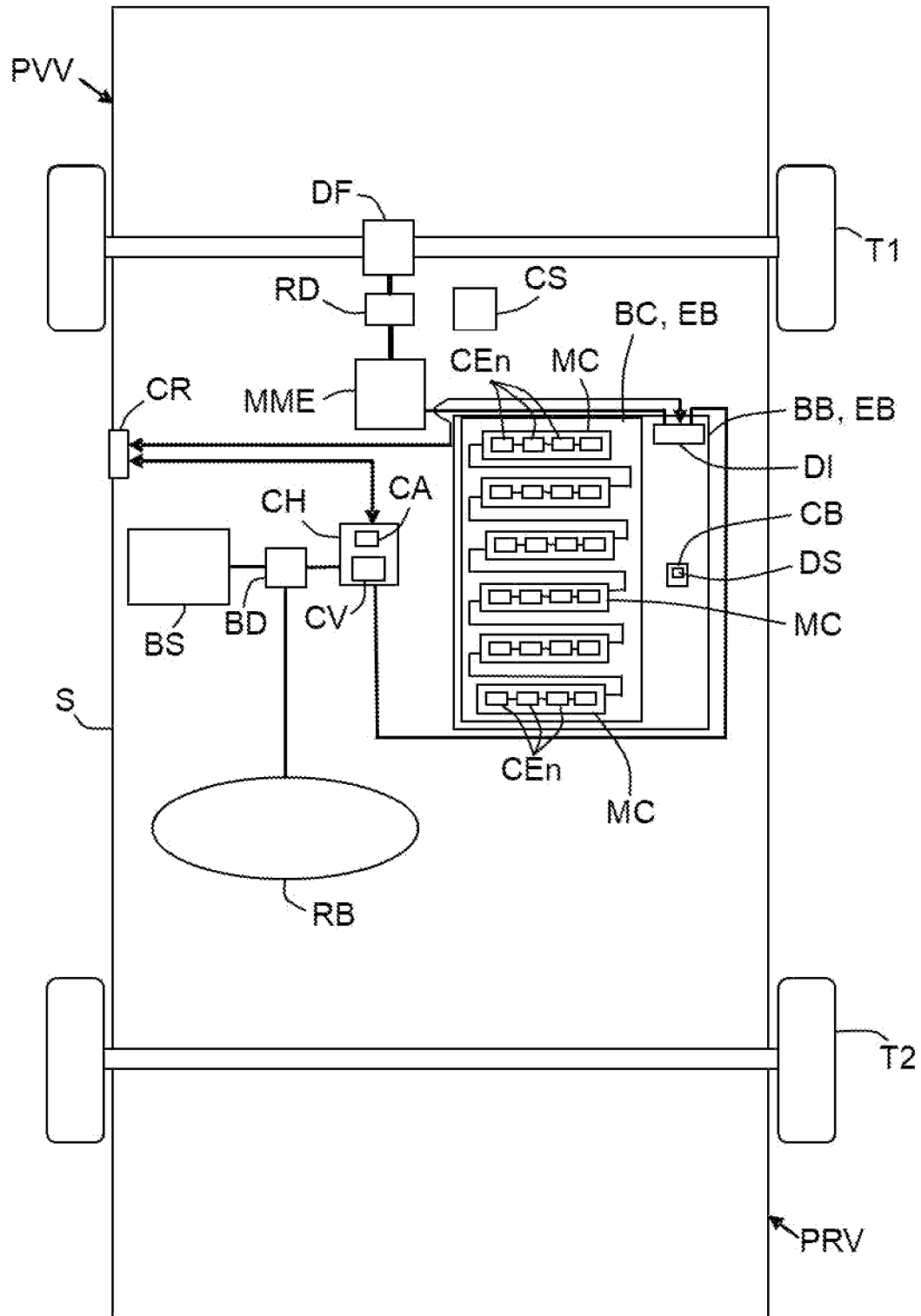
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de surveillance d'une batterie cellulaire (BC) propre à équiper un système (S) et comprenant au moins un module (MC) comportant au moins deux cellules (CEn) de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape (10-40) dans laquelle, lorsqu'aucun courant ne circule dans ladite batterie cellulaire (BC), on détermine pour chaque cellule (CEn) une information représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension, et, lorsque des informations déterminées pour deux cellules (CEn) voisines représentent des variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées, on génère une alarme propre à signaler un court-circuit dans ladite batterie cellulaire (BC).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on détermine pour chaque cellule (CEn) une information représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension sur un intervalle de temps choisi et glissant.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on détermine pour chaque cellule (CEn) une tension moyenne à partir de ses mesures de tension successives, et on génère ladite alarme lorsque lesdites informations déterminées pour deux cellules (CEn) voisines représentent des variations temporelles par rapport à leurs tensions moyennes déterminées respectives se comportant de façons sensiblement opposées.
- [Revendication 4] Procédé selon la combinaison des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on détermine pour chaque cellule (CEn) ladite tension moyenne à partir de ses mesures de tension successives dans ledit intervalle de temps choisi.
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-40) on détermine pour chaque cellule (CEn) un écart entre une dernière mesure de tension et ladite tension moyenne, puis un cumul d'écarts égal à une somme d'un cumul d'écart précédent et dudit écart déterminé, puis, lorsqu'un cumul d'écart déterminé est inférieur à un seuil négatif, on associe à la cellule (CEn) concernée une information dite négative, tandis que lorsqu'un cumul d'écart déterminé est supérieur à un seuil positif, on associe à la cellule (CEn) concernée une information dite positive, et, lorsque deux cellules (CEn) voisines sont

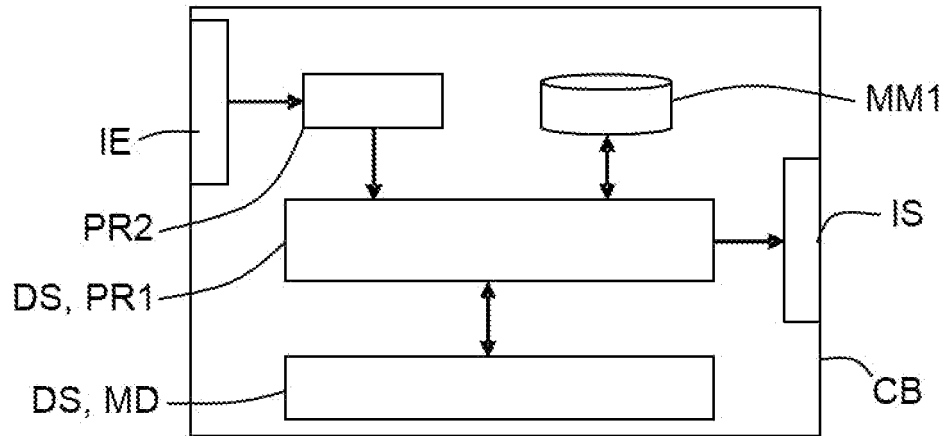
associées respectivement à une information négative et une information positive, on génère ladite alarme.

- [Revendication 6] 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 5, dans un système (S) comportant une batterie cellulaire (BC) comprenant au moins un module (MC) comportant au moins deux cellules (CEn) de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, pour surveiller ladite batterie cellulaire (BC).
- [Revendication 7] Dispositif de surveillance (DS) pour un système (S) comportant une batterie cellulaire (BC) comprenant au moins un module (MC) comportant au moins deux cellules (CEn) de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un processeur (PR1) et au moins une mémoire (MD) agencés pour effectuer les opérations consistant, lorsqu'aucun courant ne circule dans ladite batterie cellulaire (BC), à déterminer pour chaque cellule (CEn) une information représentative d'une variation temporelle de ses mesures de tension, et, lorsque des informations déterminées pour deux cellules (CEn) voisines représentent des variations temporelles se comportant de façons sensiblement opposées, à déclencher une génération d'une alarme propre à signaler un court-circuit dans ladite batterie cellulaire (BC).
- [Revendication 8] Système (S) comportant une batterie cellulaire (BC) comprenant au moins un module (MC) comportant au moins deux cellules (CEn) de stockage d'énergie électrique, couplées entre voisines et faisant chacune l'objet de mesures successives de tension à leurs bornes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de contrôle (DC) selon la revendication 7.
- [Revendication 9] Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il constitue un véhicule.
- [Revendication 10] Système selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une machine motrice électrique (MME) propre à être alimentée en énergie électrique par ladite batterie cellulaire (BC).

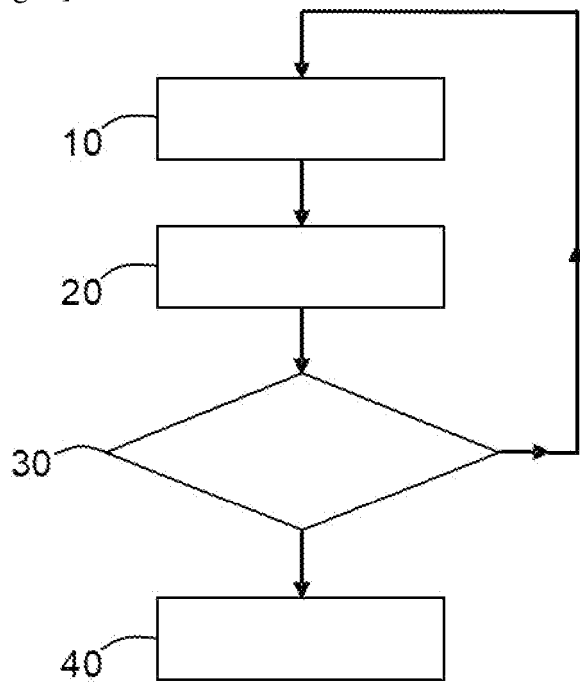
[Fig. 1]



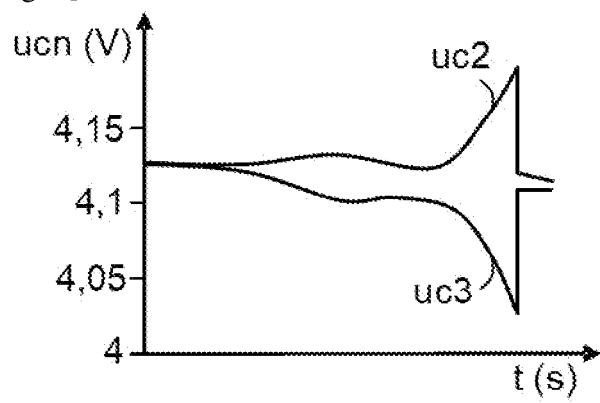
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement  
national**FA 923688**  
**FR 2310945**

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                         | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                               | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                   |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>EP 4 113 141 A1 (NIO CO LTD [CN])</b><br><b>4 janvier 2023 (2023-01-04)</b><br><b>* alinéa [0077] - alinéa [0122]; figures</b><br><b>1-6 *</b><br><b>* alinéas [0002], [0008], [0060] *</b><br>----- | <b>1-10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>G01R 31/385</b><br><b>G01R 31/396</b><br><b>H01M 10/65</b>                     |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>FR 3 128 790 A1 (PSA AUTOMOBILES SA [FR])</b><br><b>5 mai 2023 (2023-05-05)</b><br><b>* alinéa [0026] - alinéa [0090] *</b><br><b>* figures 1-3 *</b><br>-----                                       | <b>1-10</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (IPC)</b><br><br><b>G01R</b><br><b>B60L</b> |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                         | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                   |
| <b>8 avril 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                         | <b>Sedlmaier, Stefan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                         | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                   |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.   FR 2310945   FA 923688**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-04-2024**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication |    | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|----|-----------------------------------------|------------------------|
| EP 4113141                                      | A1 | 04-01-2023             | CN | 111257764 A                             | 09-06-2020             |
|                                                 |    |                        | EP | 4113141 A1                              | 04-01-2023             |
|                                                 |    |                        | TW | 202132801 A                             | 01-09-2021             |
|                                                 |    |                        | US | 2023086915 A1                           | 23-03-2023             |
|                                                 |    |                        | WO | 2021169488 A1                           | 02-09-2021             |
| -----                                           |    |                        |    |                                         |                        |
| FR 3128790                                      | A1 | 05-05-2023             | FR | 3128790 A1                              | 05-05-2023             |
|                                                 |    |                        | WO | 2023079220 A1                           | 11-05-2023             |
| -----                                           |    |                        |    |                                         |                        |