



(43) Date de la publication internationale
21 juillet 2016 (21.07.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/113278 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01M 10/48 (2006.01) H01M 10/052 (2010.01)
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/050518

(22) Date de dépôt international :
13 janvier 2016 (13.01.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1550264 13 janvier 2015 (13.01.2015) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; 25 rue Leblanc Bâtiment, Le Ponant D, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : MASSON, Olivier; 36 rue de Stalingrad, 38100 Grenoble (FR). REYNIER, Yvan; 18 rue de Troussai, 38120 Saint-Egreve (FR).

(74) Mandataire : CABINET NONY; 3 rue de Penthièvre, 75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : ELECTROCHEMICAL BATTERY COMPRISING AN ELECTRONIC MODULE INSIDE THE CASING

(54) Titre : ACCUMULATEUR ELECTROCHIMIQUE AVEC MODULE ELECTRONIQUE INTERNE AU BOITIER

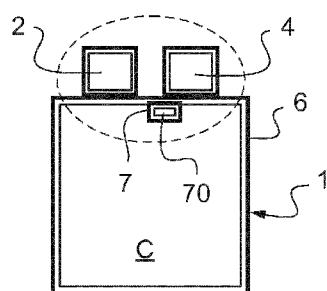


Fig.1

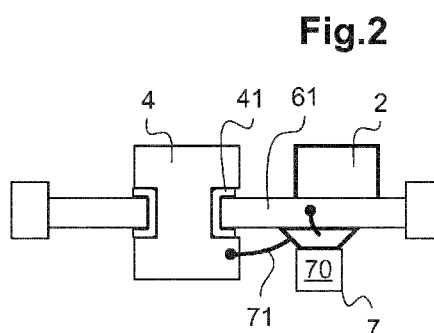


Fig.2

(57) Abstract : The invention relates to an electrochemical battery (1) comprising at least: an electrochemical cell made up of at least one anode and one cathode on either side of an electrolyte, a first casing (6) in which the electrochemical cell(s) are sealed, at least two current output terminals (2, 4), each connected to one or the other of the anode(s) and the cathode(s), a second casing (7) that is attached to the inside of the first casing, a sealed confined space (70) being defined therein, an electronic module (72) arranged in said sealed confined space (70), the electronic module (72) comprising at least: a memory, a communication module that is suitable for receiving and/or transmitting data from and/or to the outside of the first casing, a processor, a processor that is suitable for receiving and/or transmitting at least data from and/or to the communication module, the electronic module being electrically powered by the electrochemical cell(s).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

Accumulateur électrochimique (1) comportant au moins : une cellule électrochimique constituée d'au moins une anode et une cathode de part et d'autre d'un électrolyte, un premier boîtier (6) contenant la(les) cellule(s) électrochimique(s) avec étanchéité, au moins deux bornes de sortie de courant (2, 4) reliée chacune à l'une ou l'autre de l'(des) anode(s) et de la (des) cathode(s), un second boîtier (7) fixé à l'intérieur du premier boîtier en définissant en son sein un volume confiné étanche (70), un module électronique (72) agencé dans ledit volume confiné étanche (70), le module électronique (72) comportant au moins: une mémoire, un module de communication, adapté pour recevoir et/ou transmettre des données depuis et/ou vers l'extérieur du premier boîtier, un processeur, un processeur, adapté pour recevoir et/ou transmettre au moins des données depuis et/ou vers le module de communication, le module électronique étant alimenté électriquement par la(les) cellule(s) électrochimique(s).

ACCUMULATEUR ELECTROCHIMIQUE AVEC MODULE ELECTRONIQUE INTERNE AU BOITIER

Domaine technique

La présente invention concerne le domaine des accumulateurs électrochimiques.

5 L'invention se rapporte notamment à des accumulateurs électrochimiques intelligents, c'est-à-dire possédant une électronique associée individuelle, un élément permettant l'authentification de l'accumulateur et des capteurs servant à déterminer la pression, la température, le courant, et l'état de charge et de santé et pouvant communiquer ces données au moyen d'un module de communication.

10 L'invention concerne plus particulièrement les procédés de communication de ces données entre un accumulateur intelligent et un autre accumulateur, ou entre un accumulateur intelligent et l'électronique de commande d'un pack-batterie ou d'un système de contrôle de batterie d'accumulateurs (en anglais, « Battery Management System », acronyme BMS).

15 L'invention vise ainsi à améliorer les accumulateurs actuels en protégeant les utilisateurs d'accumulateurs ne remplissant pas les spécifications de sécurité et donc potentiellement dangereux. Elle vise aussi à permettre, via des capteurs et un module électronique, la mesure et le calcul de différents paramètres tels que la température, la pression interne de l'accumulateur électrochimique, le courant aux bornes de l'accumulateur, l'état de santé, l'état de charge, la charge maximale effective d'un accumulateur, et en
20 permettant une communication simplifiée des données d'un accumulateur à une entité extérieure.

Art antérieur

Les fabricants de batteries Li-ion à travers le monde commercialisent depuis une vingtaine d'année des cellules (avec historiquement un début de commercialisation initié par
25 la société SONY en 1991, pour alimenter des ordinateurs portables), dans une grande variété de tailles et de formes, les éléments étant dimensionnés en fonction de l'application visée. L'objectif des fabricants de cellules est d'augmenter l'autonomie (l'énergie) des cellules, tout en améliorant leur durée de vie (nombre de cycles) et leur légèreté. Mais pour avoir une technologie durable et déployée sur l'ensemble des marchés liés à la mobilité et au stockage
30 d'énergie, la fiabilité des batteries est un sujet de premier ordre.

Par exemple, en 2006, la société SONY a fait face à un énorme problème de fiabilité de leurs batteries. Un avion a pris feu peu avant l'atterrissage. L'enquête a privilégié

comme cause un départ de feu dans des batteries produites par SONY et servant à l'alimentation électrique d'équipements embarqués dans cet avion.

En outre, avec la généralisation de certaines technologies dans tous les systèmes embarquant de l'énergie, comme les batteries lithium-ion dans les téléphones portables par exemple, les marchés de remplacement de batterie se développent de plus en plus. Ces marchés de remplacement sont le plus souvent pilotés par le coût, au profit de fabrications à faible coût (low-cost) qui n'intègrent pas forcément toutes les subtilités des conceptions du produit d'origine garantissant une grande sécurité. Par exemple, il arrive que des téléphones ou des ordinateurs prennent feu spontanément à cause d'un remplacement de la batterie d'origine par une batterie low-cost de substitution.

Il existe déjà un certain nombre de publications ou de brevets se rapportant à l'optimisation de l'énergie embarquée des accumulateurs électrochimiques et à des systèmes à capteurs et dispositif de sécurité pour éviter les surpressions internes à un accumulateur qui peuvent être dangereuses et compromettre l'étanchéité de celui-ci.

Parmi les points clés abordés, on retrouve la connaissance de l'état de charge (en anglais « State of Charge », et dans la suite du texte désigné par l'acronyme SOC), de l'état de santé (en anglais « State of Health », et dans la suite du texte désigné par l'acronyme SOH) ou d'un état de sécurité lié à ces accumulateurs électrochimiques. Le SOC indique l'énergie encore disponible dans un accumulateur avant sa recharge éventuelle. Le SOH permet de savoir combien de temps un accumulateur sera utilisable avec des performances spécifiques. L'état de sécurité permet de prédire des situations pour lesquelles des événements inopportuns ou des accidents peuvent arriver (court-circuit ou surpression par exemple).

Le SOC et le SOH d'un accumulateur électrochimique ne peuvent pas être mesurés directement et sont calculés ou estimés selon différentes méthodes à partir d'autre grandeurs mesurables telles que le courant aux bornes de l'accumulateur, la pression interne à l'accumulateur, la température, la tension aux bornes de sortie de l'accumulateur ou encore l'âge de ce dernier.

La connaissance des grandeurs physiques au sein de l'accumulateur électrochimique à un instant t mais aussi tout au long de la vie de l'accumulateur est un facteur clé dans la maîtrise et la gestion de l'utilisation de celui-ci. Cela permet aussi de prédire et d'empêcher le cas échéant les accidents en cas d'anomalie.

Parmi les solutions techniques proposées pour connaître les états de charge, de santé ou de sécurité des accumulateurs électrochimiques, on retrouve des solutions qui consistent à connaître la pression interne de la cellule. En effet, la connaissance de la pression interne d'une cellule, soit à un instant t , soit intégrée dans un historique propre à cet
5 accumulateur, permet pour beaucoup des constituant (d'électrode ou d'électrolytes) d'estimer un ou plusieurs des états cités ci-dessus.

Pour la maîtrise de la durée de vie, la température étant un élément de premier ordre dans l'estimation de celle-ci, l'intégration d'un capteur de température à l'intérieur même de l'accumulateur montre tout son intérêt.

10 En outre, un système permettant l'identification de manière sûre de l'authenticité de l'accumulateur utilisé pourrait empêcher l'utilisation de batteries de moins bonne qualité dans des équipements.

Les demandes de brevet européen EP 2461172 A1 et EP 2224574 A1 décrivent une méthode et un système de détection de batteries conforme aux batteries d'origine qui
15 enregistre les caractéristiques notamment de courant d'une batterie branchée à un appareil mobile et les compare à des caractéristiques de courant déjà enregistrées afin de déterminer si la batterie est conforme ou non.

La demande de brevet WO 2007/001129 A1 divulgue un système d'identification d'accumulateur. Ce système d'identification comporte une antenne et un circuit imprimé.
20 L'ensemble se trouve à l'extérieur du boîtier de la cellule puisqu'intégré dans un assemblage formant une enveloppe avec capuchon de l'accumulateur.

La demande de brevet US 2011/0309995 décrit un accumulateur agencé dans un boîtier étanche. L'accumulateur est connecté à un circuit imprimé capable de stocker des données et à une antenne de type boucle. Le circuit imprimé et l'antenne boucle sont agencés
25 à l'extérieur du boîtier et peuvent fonctionner selon le protocole RFID « radio-frequency identification » (dans la suite du texte, on utilisera l'acronyme anglais RFID).

La demande de brevet FR2953044 A1 divulgue un pack-batterie à deux systèmes d'identification. Un premier système est fixé à l'extérieur du boîtier contenant une cellule électrochimique sous une couche de protection et un deuxième système est fixé sur la couche
30 de protection. Les systèmes sont par exemple des puces, qui peuvent notamment stocker des données, telles qu'un identifiant de la cellule.

La demande de brevet US 2005/0035738 décrit un système de vérification de pack-batterie comportant un capteur de température et une mémoire en lecture seule comprenant un numéro d'identification propre au pack-batterie.

5 La demande de brevet US 2003/0102842 décrit un système d'identification comprenant un capteur de température déclenchant l'arrêt de la batterie si celle-ci dépasse une valeur donnée et une puce d'identification extérieure aux boîtiers d'accumulateurs électrochimiques.

10 Le brevet US 5 883 493 se rapporte à un pack-batterie comprenant plusieurs accumulateurs et disposant d'une mémoire électronique extérieure au boîtier des accumulateurs électrochimiques. Cette mémoire électronique stocke des informations d'identification de la batterie et est capable d'enregistrer au cours du temps la capacité de charge maximale, le nombre de cycles, et d'autres caractéristiques du pack batterie telles que la température. Ces informations servent ensuite à piloter la batterie de la manière la plus efficace possible.

15 La demande de brevet JP 2013-92398 divulgue un procédé et un système de mesure du SOH d'accumulateurs électrochimiques. Les accumulateurs sont dotés de capteurs de pression et de capteurs de tension. Un circuit de contrôle extérieur au boîtier des accumulateurs compare les courbes de pressions et de tensions aux courbes originales enregistrées durant la production des accumulateurs, afin de déterminer le SOH des cellules.

20 La demande de brevet JP 2012-243660 décrit un accumulateur électrochimique équipé d'un capteur de pression interne à son boîtier et d'une valve de sécurité configurée pour s'ouvrir à une pression prédéfinie, afin de décharger si besoin est une surpression interne au boîtier de l'accumulateur électrochimique. Le capteur de pression permet de savoir si la valve a été ouverte ou non et permet une prise de décision quant à l'arrêt ou non de
25 l'accumulateur.

La demande de brevet CN 201868536 U se rapporte à un accumulateur électrochimique équipé d'un capteur de pression et d'une électrovanne contrôlée électroniquement, l'électrovanne pouvant être ouverte et fermée selon le besoin.

30 Les systèmes d'identification connus sont agencés à l'extérieur du boîtier des accumulateurs électrochimiques. Ils peuvent ainsi être copiés de manière séparée, puis fixés à un accumulateur non-conforme aux spécifications de sécurité des accumulateurs d'origine.

Il existe ainsi un besoin de rendre les systèmes d'identification plus sûrs.

En outre, les systèmes communiquant par protocole RFID ne peuvent faire transmettre des informations sur une très courte distance. Les systèmes d'identification pour lesquels la communication ne s'effectue pas par ondes nécessitent l'emploi de fils supplémentaires. Chaque fil présentant un risque de défaillance propre, et ainsi l'emploi de fils multiples pour un accumulateur résulte en un risque de défaillance accru proportionnel au nombre de fils.

Ainsi, il existe un autre besoin de perfectionner encore les systèmes électroniques d'identification associés aux batteries et leurs moyens de communication afin de les rendre plus fiables.

L'invention permet de répondre, au moins partiellement, à ce(s) besoin(s).

Résumé de l'invention

L'invention propose, sous un premier aspect, un accumulateur électrochimique comportant au moins:

- une cellule électrochimique constituée d'au moins une anode et une cathode de part et d'autre d'un électrolyte,
 - au moins deux bornes de sortie de courant reliée chacune à l'une ou l'autre de l'(des) anode(s) et de la (des) cathode(s),
 - un premier boîtier contenant la(les) cellule(s) électrochimique(s) avec étanchéité,
 - un second boîtier fixé à l'intérieur du et/ou intégré au premier boîtier en définissant en son sein un volume confiné étanche,
 - un module électronique agencé dans ledit volume confiné étanche, le module électronique comportant au moins:
 - une mémoire,
 - un module de communication, adapté pour recevoir et/ou transmettre des données depuis et/ou vers l'extérieur du premier boîtier, un processeur,
 - un processeur, adapté pour recevoir et/ou transmettre au moins des données depuis et/ou vers le module de communication,
- le module électronique étant alimenté électriquement par la(les) cellule(s) électrochimique(s).

Le module électronique et le boîtier dans lequel il est logé constituent un module intelligent. Ce module intelligent peut être fixé à l'intérieur du boîtier d'accumulateur lors de la fabrication de ce dernier, avant de refermer et de sceller le couvercle.

Grâce à l'invention, un accumulateur électrochimique devient ainsi beaucoup plus difficile à remplacer par un accumulateur de moins bonne qualité, en particulier, non conforme aux spécifications de sécurité. En effet, le module intelligent qui constitue un système d'identification est logé complètement à l'intérieur du boîtier d'accumulateur.

La mémoire peut être interne au processeur et/ou comprise dans le module électronique.

Le module est alimenté directement par la cellule électrochimique et ne nécessite pas d'électricité venant d'une source extérieure. Cela garantit une autonomie complète du module électronique vis-à-vis de l'extérieur.

Selon un premier mode de réalisation, le premier boîtier est métallique.

Les métaux de choix pour le premier boîtier peuvent être alors l'aluminium, l'acier, le cuivre ou des alliages de ces métaux.

Le premier boîtier peut, en variante, être isolant, par exemple en matière plastique.

Le premier boîtier peut encore comporter à la fois des éléments métalliques conducteurs et des éléments plastiques isolants.

Avantageusement, le second boîtier peut être métallique et fixé au premier boîtier par brasage ou soudage par brasage ou soudage laser.

Il est tout aussi envisageable d'intégrer le second boîtier au premier boîtier, c'est-à-dire de ménager une cavité dans l'une des parois du premier boîtier, par exemple le couvercle du premier boîtier, et de fermer la cavité par un capuchon, définissant ainsi le second boîtier et un volume confiné étanche.

Selon une variante avantageuse, l'accumulateur comporte au moins une borne de sortie de courant formant une traversée étanche du premier boîtier.

Dans un mode de réalisation, le module électronique est relié électriquement à au moins une borne de sortie de la cellule électrochimique.

Selon une variante de ce mode de réalisation, le module électronique est relié à la borne de sortie de courant formant une traversée étanche par un fil traversant de manière étanche le second boîtier, le fil étant isolé électriquement du second boîtier.

Selon une première variante de réalisation, l'accumulateur comprend un capteur de pression agencé à l'intérieur du premier boîtier, le capteur de pression étant relié au processeur.

5 Le capteur de pression peut être un système déformable équipé de jauges de déformations, ou encore un système piézo-électrique.

Selon une deuxième variante de réalisation, l'accumulateur comprend au moins un capteur de température agencé à l'intérieur du premier boîtier, le capteur de température étant relié au processeur.

10 Selon une troisième variante de réalisation, le module électronique comporte un capteur de courant et/ou de tension adapté pour mesurer le courant et/ou la tension aux bornes de sortie de courant de l'accumulateur.

Relier électriquement le module électronique au premier boîtier permet d'alimenter le module électronique en énergie électrique directement grâce à la cellule électrochimique. Pour les mêmes raisons, le module électronique peut également être relié à
15 une borne formant traversée. Ces connexions électriques peuvent également avantageusement être utilisées par un capteur de courant ou de tension afin d'effectuer une mesure.

Ainsi, on utilise l'énergie de la cellule électrochimique pour alimenter tous les composants du module intelligent.

20 Les données relevées par les différents capteurs peuvent être enregistrées au fur et à mesure dans la mémoire et utilisées pour calculer différents paramètres grâce au microprocesseur ou encore être envoyées via le module de communication vers une unité centrale extérieure afin que ces données soient enregistrées et/ou traitées.

Selon une variante avantageuse, le module électronique comporte un circuit d'équilibrage adapté pour moduler le courant de sortie de l'accumulateur électrochimique.

25 Le rôle du circuit d'équilibrage est de moduler le courant de sortie afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'accumulateur électrochimique seul ou d'équilibrer un pack-batterie.

30 Selon un mode de réalisation préféré, des données sont enregistrées dans la mémoire avant mise en service de l'accumulateur, les données étant choisies parmi un identifiant de l'accumulateur et/ou sa position et/ou un historique de température et/ou de pression et/ou de courant et/ou de tension.

Par « identifiant », on entend un ensemble de données servant à identifier la nature de l'accumulateur et/ou permettant l'authentification de l'accumulateur de façon sécurisée. L'identifiant peut ainsi contenir un numéro de fabrication et/ou une donnée détaillant le type d'électrochimie de la cellule électrochimique et/ou des données d'identification telles qu'une clé de sécurité ou un programme anti-fraude.

Par « position », on entend la position spatiale de l'accumulateur dans un pack-batterie comprenant une pluralité d'accumulateurs. Cela permet qu'un opérateur puisse notamment savoir où se trouve un accumulateur défectueux ou de faible capacité effective afin de le remplacer.

Selon une variante avantageuse, le module de communication comporte une antenne adaptée pour recevoir et/ou transmettre les données du module de communication et vice-versa.

Selon un mode de réalisation avantageux, le premier boîtier comporte un couvercle, le second boîtier étant fixé au couvercle du premier boîtier.

Avantageusement, l'accumulateur électrochimique est un accumulateur au lithium.

L'invention se rapporte également, sous son premier aspect, à un procédé de communication entre au moins un accumulateur et une électronique de commande, selon lequel chaque accumulateur et l'électronique de commande échangent au moyen du module de communication décrit ci-dessus des données choisies parmi : la position de chaque accumulateur et/ou un identifiant de chaque accumulateur et/ou la température et/ou la pression au sein du premier boîtier de chaque accumulateur et/ou la tension aux bornes de sortie de courant de chaque accumulateur et/ou le courant de sortie de chaque accumulateur et/ou l'état de santé et/ou l'état de charge de chaque accumulateur et/ou l'historique d'état de santé et/ou d'état de charge et/ou de pression au sein du premier boîtier et/ou de température et/ou de courant de sortie et/ou de tension aux bornes de sortie de courant, l'historique de chaque accumulateur étant enregistré dans la mémoire.

Selon un premier mode de réalisation, l'électronique de commande utilise les données échangées afin de prévoir la capacité effective de chaque accumulateur.

Avantageusement, l'électronique de commande peut utiliser les données afin de détecter un éventuel dysfonctionnement de chaque accumulateur.

Selon une variante avantageuse, les données parvenant au module électronique sont enregistrées en un historique dans la mémoire. Ceci permet notamment d'envisager d'adapter un pack batterie à une certaine utilisation. Par exemple, dans le cas d'une voiture électrique, on peut mettre dans le pack-batterie des accumulateurs, de plus ou moins grande
5 capacité effective en fonction de la durée et de la distance du trajet à effectuer.

On peut également prévoir le remplacement d'un accumulateur donné lorsque celui-ci n'est plus en bonne santé. La connaissance de la position de l'accumulateur défectueux au sein du pack-batterie rend notamment son remplacement facile à réaliser pour un opérateur.

10 L'invention se rapporte, sous un second aspect, à un procédé de communication entre une électronique de commande et au moins un accumulateur électrochimique, l'accumulateur comportant au moins :

- une cellule électrochimique constituée d'au moins une anode et une cathode de part et d'autre d'un électrolyte,

15 • un premier boîtier contenant la(les) cellule(s) électrochimique(s) avec étanchéité,

- au moins deux bornes de sortie de courant reliée chacune à l'une ou l'autre de l'(des) anode(s) et de la (des) cathode(s),

20 • un second boîtier fixé à l'intérieur du premier boîtier en définissant en son sein un volume confiné étanche,

- un module électronique agencé dans ledit volume confiné étanche, le module électronique comportant au moins:

- une mémoire,
- un module de communication, adapté pour recevoir et/ou transmettre des
25 données depuis et/ou vers l'extérieur du premier boîtier, un processeur,

- un processeur, adapté pour recevoir et/ou transmettre au moins des données depuis et/ou vers le module de communication,

le procédé comportant une étape d'échange de données entre l'électronique de commande et chaque accumulateur au moyen de chaque module de communication par courants porteurs en
30 ligne de telle sorte que le courant en sortie de l' (des) accumulateur(s) électrochimique(s) transporte des données codées en un signal d'information.

L'invention met ainsi à profit la communication par courants porteurs en ligne (acronyme français CPL) afin de pouvoir échanger de manière à la fois simplifiée et fiable des données à un haut débit directement sur la ligne porteuse du courant. Un tel procédé est avantageux, car il permet de s'affranchir de fils supplémentaires pour la communication entre
5 un accumulateur comportant des capteurs, c'est-à-dire un accumulateur qui possède des données à transmettre (par exemple les mesures des capteurs), et une électronique de commande. En d'autres termes, l'électronique de commande est reliée à la ligne de transmission de la puissance électrique qui est également dans ce cas la ligne de transmission des données. Cela évite l'emploi d'un fil séparé pour la transmission des données. La
10 communication CPL est également plus avantageuse que la communication par des ondes par le biais d'une antenne telles que la RFID puisque sa portée est plus grande. Enfin, l'absence de fils supplémentaires simplifie l'assemblage des pack-batteries puisqu'aucun branchement supplémentaire en plus du branchement des bornes de sortie de courant n'est nécessaire entre des différents accumulateurs des pack-batteries.

15 L'électronique de commande est par exemple celle d'un système de contrôle de batterie d'accumulateurs (en anglais, « Battery Management System », acronyme BMS), ou celle d'un pack-batterie comportant une pluralité d'accumulateurs électrochimiques.

Selon un premier mode de réalisation, une pluralité d'accumulateurs sont branchés en série, l'électronique de commande étant branchée en dérivation aux bornes de
20 sortie de chaque accumulateur électrochimique. Ce mode de réalisation s'appelle mode « boucle locale ». Par « boucle locale », on entend que chaque système formé par un accumulateur et l'électronique de commande forme une boucle. On qualifie cette boucle de locale car sa taille est réduite.

Selon un second mode de réalisation, une pluralité d'accumulateurs sont branchés
25 en parallèle, l'électronique de commande étant reliée aux extrémités de la série. On qualifie ce type d'architecture de « boucle globale » puisque plusieurs accumulateurs sont reliés en série entre eux et que l'électronique de commande est reliée aux extrémités de la série d'accumulateurs. En d'autres termes, l'électronique de commande est reliée à l'entrée du premier accumulateur et à la sortie du dernier accumulateur branché en série. Cette boucle
30 contient au moins trois éléments, à savoir l'électronique de commande et au moins deux accumulateurs.

Avantageusement, chaque processeur d'accumulateur peut effectuer une opération de modulation du signal d'information en entrée, indifféremment de la modulation existante en amont. Par « indifféremment », on entend que le processeur de chaque accumulateur n'effectue pas d'opération de modulation suite à une lecture préalable du signal provenant à son entrée.

En variante, chaque processeur d'accumulateur peut effectuer sur le courant porteur une opération de modulation du signal d'information en entrée sur un intervalle de temps propre à chaque accumulateur.

En d'autres termes, chaque processeur est adapté pour effectuer un multiplexage temporel.

Selon un mode de réalisation avantageux, chaque accumulateur électrochimique branché en aval d'un autre accumulateur effectue une lecture des informations sur le courant porteur, et reportant sur le courant porteur en plus de son signal d'information les signaux d'informations en amont.

Avantageusement, le signal d'information peut transporter des données choisies parmi : la position de chaque accumulateur et/ou un identifiant de chaque accumulateur et/ou la température et/ou la pression au sein du premier boîtier de chaque accumulateur et/ou la tension aux bornes de sortie de courant de chaque accumulateur et/ou le courant de sortie de chaque accumulateur et/ou l'état de santé et/ou l'état de charge de chaque accumulateur et/ou l'historique d'état de santé et/ou d'état de charge et/ou de pression au sein du premier boîtier et/ou de température et/ou de courant de sortie et/ou de tension aux bornes de sortie de courant.

Description détaillée

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée d'exemples de mise en œuvre de l'invention faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un accumulateur selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe rapprochée du couvercle d'un accumulateur selon l'invention,
- la figure 3 une vue en perspective rapprochée du couvercle selon une variante de l'invention,

- la figure 4 est une vue en coupe et en perspective montrant l'intérieur du module intelligent selon l'invention,

- la figure 5 est un schéma de principe de l'accumulateur selon l'invention,

5 - les figures 6A et 6B montrent sous forme de la correspondance entre état de charge et état de tension pour des cellules électrochimiques de différente nature,

- la figure 6C montre sous forme de courbes la pression en fonction de l'état de charge pour des cellules ayant subi un nombre de cycles différents,

- la figure 7 est un schéma de principe de détermination du SOC selon l'invention,

10 - la figure 8 représente la distribution de pression pour une population de cellules et une méthode de sélection de cellules fiables,

- la figure 9 représente l'évolution de la capacité effective d'un accumulateur en fonction de la pression interne au premier boîtier au cours de la vie de cet accumulateur,

15 - la figure 10 représente sous forme de courbe le SOH en fonction de la pression interne au premier boîtier,

- la figure 11 représente une opération de modulation effectuée par CPL,

- les figures 12 et 13 représentent le schéma de fonctionnement d'un module interne selon l'invention par ondes ou par CPL,

20 - les figures 14A et 14B illustrent le fonctionnement d'un pack-batterie en boucle locale ou en boucle globale conformément à l'invention,

- les figures 15A et 15B illustrent la transmission du signal selon qu'il y ait ou non lecture puis report du signal par les accumulateurs successifs branchés en série.

La figure 1 représente un accumulateur électrochimique 1 selon un mode de réalisation de l'invention. Cet accumulateur électrochimique 1 comporte un boîtier 6 et deux
25 bornes de sortie de courant 2 et 4. A l'intérieur du boîtier 6 est agencée de manière étanche une cellule électrochimique C. Un second boîtier 7 est agencé à l'intérieur du boîtier 61. L'intérieur du boîtier 7 définit un volume confiné étanche 70.

Les figures 2, 3 et 4 illustrent plus en détail l'accumulateur 1 et particulièrement le second boîtier 7. Dans ce mode de réalisation, le boîtier 6 est métallique, par exemple en
30 alliage d'aluminium, et la cellule C est une cellule électrochimique au lithium. On peut ainsi voir en figure 2 que le premier boîtier 6 de l'accumulateur est fermé de manière étanche par

un couvercle 61. Une première borne de sortie de courant 2 est fixée au couvercle 2 au moyen d'une soudure laser 21. Le couvercle est relié à l'électrode positive de la cellule électrochimique C. Ainsi, la borne de sortie de courant 2 constitue le pôle positif de l'accumulateur électrochimique 1.

5 La deuxième borne de sortie de courant 4 est une borne traversant le couvercle 61. Un joint 41 isole électriquement la borne de sortie de courant 4 du couvercle métallique 61 qu'elle traverse. La deuxième borne de sortie de courant 4 est reliée à l'électrode négative de la cellule électrochimique C. La borne de sortie de courant 4 constitue ainsi le pôle négatif de l'accumulateur électrochimique 1.

10 Le second boîtier 7 abrite dans son volume confiné étanche 70 un module électronique 72. Dans ce mode de réalisation, le second boîtier 7 est métallique et soudé au couvercle 6. D'autres modes de fixation sont envisageables tels que le collage, le rivetage, le clipsage, le surmoulage ou toute autre technique adaptée pour fixer le second boîtier au premier. Dans ce cas, le premier et le second boîtier sont tous deux métalliques, mais ils
15 peuvent également être dans d'autres matériaux, par exemples plastiques. Le mode de fixation peut ainsi être adapté en fonction du matériau.

 La soudure du second boîtier métallique 7 au couvercle métallique 61 permet d'effectuer la liaison électrique entre l'électrode positive de la cellule électrochimique C et le second boîtier 7. Le module électronique 72 est ensuite relié par un fil non représenté au
20 second boîtier 7. Le module électronique 72 est ainsi relié électriquement à l'électrode positive de la cellule électrochimique C.

 Un fil 71 relie de même la partie inférieure de la borne de sortie de courant 4, c'est-à-dire la partie de la borne de sortie de courant 4 se trouvant à l'intérieur du boîtier 6, au module électronique 72. Le module électronique est ainsi relié électriquement à l'électrode
25 négative de la cellule électrochimique C. Il convient également de noter que le fil 71 est isolé électriquement du boîtier 70 et que le fil 71 traverse le boîtier 70 de manière étanche.

 Le module électronique 72 est alimenté directement par la cellule électrochimique C grâce à ses connexions à l'électrode positive et à l'électrode négative de la cellule électrochimique C.

30 Selon le mode de réalisation de l'invention représenté en figure 4, le boîtier 7 comporte un prolongement creux 75 débouchant sur l'intérieur du boîtier électrochimique 6

par un orifice de rentrée de gaz et/ou de liquide 76. Ce prolongement creux 75 comporte un capteur de pression (non représenté) relié au processeur du module électronique 72. En variante, il est également possible d'avoir un capteur de pression à l'extérieur du second boîtier 7 relié au processeur du module électronique 72 par un fil.

5 Dans le mode de réalisation représenté en figure 4, un capteur de température est agencé au sein du volume confiné étanche 70 et est relié au processeur du module électronique 72. En variante, le capteur de température (non représenté) peut être disposé à l'extérieur du second boîtier 7, et relié au processeur du module électronique 72 par un fil.

10 On a représenté en figure 5, le fonctionnement d'un accumulateur électrochimique selon l'invention. Le module électronique 72 est relié aux deux électrodes de la cellule électrochimique C au travers d'un régulateur de tension. Le module électronique 72 est doté d'un capteur de courant et d'un capteur de tension de la cellule C, ceux-ci étant reliés au processeur. Plus précisément, le capteur de courant est relié au processeur du module électronique 72 qui est lui-même alimenté par la cellule.

15 Le processeur du module électronique 72 reçoit des données provenant des capteurs de température, de pression, de courant et/ou de tension et éventuellement d'un ou plusieurs capteurs de déformation (jauge de contrainte) collé(s) sur la paroi du boîtier 6 d'accumulateur. Le processeur peut également enregistrer et lire des données contenues dans une mémoire. Les mesures des différents capteurs peuvent ainsi être enregistrées et
20 conservées dans le temps, créant ainsi un historique de température, de pression, de courant et de tension. D'autres valeurs peuvent aussi être enregistrées après avoir été calculées, par exemple par le processeur, tels que le SOC, le SOH ou encore l'état de sécurité.

Le processeur est également relié à un module de communication et échange des données avec ce dernier. Le module de communication peut comporter une antenne et
25 communiquer par ondes. Le module de communication peut également être relié aux bornes de sorties de courant et communiquer en CPL.

Comme représenté en figure 5, le module de communication peut communiquer avec un accumulateur voisin 1' ou avec une électronique de commande d'un pack-batterie.

30 La mémoire peut contenir un numéro d'identifiant de la cellule et le cas échéant, sa position spatiale dans un pack-batterie. Elle peut également contenir une clé de sécurité ou

un programme de sécurité anti-fraude afin de pouvoir authentifier l'accumulateur et ainsi prémunir contre l'utilisation de batteries non conformes.

Enfin, le module électronique comporte un circuit d'équilibrage qui est adapté pour avoir une action d'équilibrage sur la cellule électrochimique C. Ce circuit comporte par exemple une résistance permettant à la cellule de se décharger en faisant circuler un faible courant dans la résistance. Le processeur peut transmettre des instructions reçues de l'électronique de commande au circuit d'équilibrage. Le circuit d'équilibrage est ainsi piloté par l'électronique de commande.

Exploitation des données

Le module électronique dispose de données qui sont:

des données « fixes » enregistrées dans la mémoire (par exemple : identifiant, clé de sécurité, position, programme de sécurité, type d'électrochimie), des données « instantanées » provenant des différents capteurs (température, pression, courant, tension), des historiques de données issues de ces capteurs enregistrés dans la mémoire, des données communiquées par le module de communication, et des historiques de données communiquées par le module de module de communication enregistrées dans la mémoire.

Ces données ne sont pas nécessairement toutes présentes dans la mémoire, on peut ne se servir que de certaines données selon l'électrochimie de la cellule électrochimique ou encore selon les capteurs dont est doté l'accumulateur.

D'autres données peuvent également être calculées à partir des données instantanées, des historiques ou des données communiquées. Ces données peuvent être le SOC, le SOH, l'état de sécurité ou encore l'énergie fournie par la cellule, le nombre de cycles que la cellule a effectué ou encore l'âge de l'accumulateur électrochimique.

Certaines des données enregistrées dans la mémoire peuvent être mesurées par les capteurs durant la fabrication de l'accumulateur, par exemple durant le premier cyclage de l'accumulateur (cycle comprenant une charge et une décharge).

Parmi les données importantes, on trouve par exemple: la température instantanée, disponible grâce au capteur de température, les températures maximum et minimum de l'historique de température, la pression instantanée disponible grâce au capteur de pression situé dans le module, les pressions maximum et minimum de l'historique de pression, l'énergie fournie par la cellule sur une période définie (sur une période prédéterminée ou

depuis le début de la vie de la cellule par exemple), la tension et le courant instantanée de la cellule.

Les données mesurées peuvent par exemple parvenir à l'électronique de commande d'un système de contrôle de batterie d'accumulateurs (en anglais, « Battery Management System », acronyme BMS), qui intègre un organe de sécurité. Ce dernier a pour fonction notamment de couper le courant en cas de valeurs anormales.

La connaissance de la température de la cellule électrochimique au moyen d'un capteur de température est un élément primordial pour une utilisation de la cellule électrochimique. On peut utiliser la température pour par exemple prédire la durée de vie de l'accumulateur, limiter son utilisation en cas de situation dans des plages de température inadéquates (exemple: limitation de la charge en cas de basse température ou arrêt du système au-delà d'une certaine température) ou encore se prémunir d'éventuels dysfonctionnements détectables par un capteur de température (exemple : dégradation d'une liaison inter-cellules électrochimiques provoquant un échauffement en cas de passage de fort courant).

Une autre donnée très importante est la pression. La connaissance de la pression interne au premier boîtier 6 est source de nombreuses informations.

En connaissant la pression interne au boîtier 6, soit de manière instantanée, soit en se basant sur un historique de pression et la valeur instantanée, il est possible d'avoir accès à de précieuses informations.

La pression interne peut par exemple être utilisée comme alarme de fonctionnement. Au-delà d'une certaine valeur de pression interne, cela signifie que la cellule rentre en fin de vie. Cela peut aussi être une information indiquant un dégazage plus rapide que normal. Par exemple, dans le cas d'un début de micro court-circuit, les cellules électrochimiques peuvent produire un dégagement gazeux plus important qu'en utilisation normale.

Ainsi, en surveillant la valeur de pression ou son évolution au cours du temps, il est possible de prévenir un court-circuit amenant vers un emballement thermique par exemple. La pression peut donc indiquer le SOH mais aussi l'état de sécurité au travers de différentes approches. D'autres approches de détermination du SOH ou de l'état de sécurité sont également possibles.

Lors de la fabrication des accumulateurs électrochimiques, les étapes de formation de la cellule électrochimique et de premier cyclage génèrent un volume de gaz qui dépend de nombreux facteurs. A partir de la pression interne au boîtier, il est possible d'identifier certains accumulateurs comme étant défectueux ou moins viables. En effet, un dégagement de gaz supérieur à une valeur prédéterminée peut par exemple indiquer une composition d'électrolyte non conforme avec un contenu d'eau supérieur à une valeur prédéterminée, ou encore que trop d'électrolyte a été versé.

Dans tous les cas, l'utilisation d'un accumulateur contenant une cellule électrochimique présentant un défaut dans un pack-batterie n'est pas recommandée. Cet accumulateur électrochimique présentera sans doute des performances bien inférieures à celles attendues, avec une durée de vie courte, ou de l'autodécharge par exemple. Cette baisse de performances se répercute directement sur l'ensemble du pack-batterie.

La pression peut donc être aussi un indicateur des futures performances d'une cellule et peut servir dans un cycle de production de produits à discriminer les produits les moins performants.

La pression interne d'un accumulateur électrochimique peut aussi parfois varier en fonction du SOC. En connaissant la pression, il est possible d'estimer le SOC grâce à un profil propre à chaque électrochimie. La pression peut donc être un indicateur du SOC.

Les différents aspects du contrôle de l'état des batteries (état de charge, état de santé et de sécurité, ainsi que la fiabilité lors de la manufacture) sont détaillés ci-après.

Détermination de l'état de charge

Le SOC d'un accumulateur est une donnée de premier plan dans la gestion de son utilisation. Il indique la quantité d'énergie encore disponible et de ce fait l'autonomie par exemple pour les équipements électriques comme les véhicules, les téléphones ou encore les systèmes de secours. L'autonomie restante est une donnée que l'utilisateur souhaite connaître à tout moment. Dans le cas d'un véhicule par exemple, cela lui permet de savoir la distance qu'il peut encore parcourir, et d'ajuster éventuellement sa stratégie de déplacement et/ou de recharge. Une mauvaise connaissance du SOC a des conséquences importantes sur la stratégie d'utilisation de l'énergie disponible. Toujours dans le cas d'un véhicule, si l'autonomie annoncée est inférieure à l'autonomie réelle, le risque de manquer d'énergie pour effectuer la fin du parcours prévu est avéré.

Pour un certain nombre de couples électrochimiques d'électrodes, la courbe de tension en circuit ouvert permet aisément de connaître le pourcentage de capacité disponible car elle est bijective. A une tension spécifique de la cellule correspond donc un unique état de charge. C'est le cas des cellules électrochimiques à base de NCA/Graphite (NCA : Nickel Cobalt Aluminium) dont la courbe de charge en fonction de la tension est représentée en figure 6A.

Pour d'autres électrochimies d'électrodes, il est impossible de connaître l'état de charge en lisant uniquement la tension. C'est le cas par exemple du couple électrochimique LFP/LTO (LFP : acronyme anglais pour Lithium Fer Phosphate, et LTO : acronyme anglais pour Lithium Titanate) dont la courbe de charge en fonction de la tension est représentée en figure 6B. Il y a un important palier dans cette courbe qui empêche pour une tension donnée de connaître la SOC.

Dans ce cas, il est plus aisé d'utiliser la pression comme indicateur du SOC.

Un ensemble de mesures de pression est nécessaire afin d'établir une courbe de référence de base utilisée dans la détermination du SOC (à une pression mesurée correspond un état de charge). Etant donné que la plupart des électrochimies génèrent du gaz de façon non réversible au fur et à mesure des cycles de charge et de décharge successifs, il n'est pas possible d'établir une unique courbe de référence fixe. De plus, certaines électrochimies peuvent avoir des courbes représentant la pression en fonction de l'état de charge qui ne sont pas bijectives (à une information de pression peuvent correspondre deux états de charge).

Dès lors, il suffit de compléter la pression instantanée par un historique de pression afin de pouvoir ajuster les courbes de référence indiquant l'état de charge en fonction de la pression comme représenté en figure 6C.

Afin de choisir la bonne courbe pression/SOC, la stratégie à employer est de mesurer la pression lorsque l'accumulateur est chargé à une valeur montrant une caractéristique spécifique permettant d'identifier clairement l'état de charge. Dans la plupart des cas, il est possible d'utiliser un moyen alternatif à la pression pour détecter un état 100% chargé ou 0% chargé. Par exemple, pour les courbes de tension en fonction de l'état de charge qui ont un profil intégrant un grand plateau (comme en figure 6B), la plupart du temps, les deux extrémités de SOC ont une tension différente du plateau (cf figure 2). On peut donc utiliser la tension comme détection du des plages proches de 100% ou de 0% de charge.

A ce point particulier de SOC, on mesure la pression. On vient alors choisir dans les historiques une courbe du SOC en fonction de la pression correspondant à notre état de cellule (indexé particulièrement sur le vieillissement, voir figure 6C).

Il est à noter qu'il est possible que ce choix soit à moduler également en fonction de la température du système. En effet, la pression des cellules peut varier en fonction de la géométrie, des matériaux employés et de l'électrochimie de l'accumulateur considéré, et ce même si l'état de charge ne change pas. Cela est dû aux dilatations thermiques différentielles des matériaux utilisés pour fabriquer une telle cellule. Une mesure de température est ainsi avantageuse car elle permet de renforcer la précision de la mesure du SOC.

Il convient de noter que pour des accumulateurs Li-ion, les matériaux des électrodes se dilatent ou se contractent selon qu'ils aient reçu ou libéré des ions lithium. En d'autres termes, les matériaux se dilatent en fonction du SOC. Le coefficient d'expansion volumique γ est défini comme le volume de la maille lithiée divisé par le volume de la maille délithiée.

Les tableaux suivants donnent les valeurs des coefficients d'expansion volumique pour différents matériaux et pour différents types de cellules.

Matériau d'électrode	Capacité (mAh/cm ³)	Volume matériau lithié /Ah (cm ³)	Volume matériau délithié /Ah (cm ³)	γ
LiFePO ₄ (LFP)	558	1.792	1.659	1.08
LiNi _{0.33} Mn _{0.33} Co _{0.33} O ₂ (NMC)	750	1.333	1.294	1.03
Graphite (G)	788	1.269	1.154	1.10
Silicium-carbone (SiC)	2300	0.434	0.217	2.0

Cellule Li-ion	V1=Volume cellule chargée /Ah (cm ³)	V2=Volume cellule déchargée /Ah (cm ³)	R=V1/V2
LFP-G	2.928	2.946	0.994
NMC-G	2.564	2.487	1.031
LFP-Si	2.094	2.010	1.042
NMC-Si	1.729	1.551	1.115

Dans le cas d'une cellule LFP-G d'une capacité de 17 Ah, une variation de 0,1 bar peut être mesurée, malgré la faible expansion volumique R. On en déduit que cette méthode est applicable pour les autres accumulateurs Li-ion.

L'organigramme du procédé d'estimation du SOC est représenté en figure 7. Par base de données, on entend un ensemble d'historiques de différentes données.

Pour la constitution de la base de données, deux méthodes sont proposées.

La première méthode demande une caractérisation suffisante de la cellule électrochimique avant de pouvoir utiliser la méthode décrite dans ce document. Il faut alors au moment du développement de la cellule réaliser des enregistrements de pression à différentes températures, différents états de santé, et différents états de charges afin de pouvoir constituer la base de données. Avec toutes ces données, on constitue alors une base intégrée dans le module électronique de l'accumulateur électrochimique et utilisée dès le début de la vie de nouvelles cellules tel que décrit précédemment.

La seconde méthode est basée sur de l'autoapprentissage. En effet, il n'est pas nécessaire de prévoir une caractérisation initiale dans différentes configurations. On utilise les enregistrements réalisés sur chaque cellule au fur et à mesure de sa vie et on complète petit à petit la base de données.

L'inconvénient de la seconde méthode est que dans les premières parties de la vie de la cellule, la précision du SOC sera moins importante qu'avec la première méthode. Par contre, au fur et à mesure de la vie de la cellule, la base se renforçant, la précision sur la SOC grandit.

Une dernière solution peut consister à combiner ces deux méthodes afin de cumuler les avantages: une base utilisable dès le début de la vie de la cellule, et complétée au fur et à mesure de la vie de l'accumulateur électrochimique. La base devient ainsi de plus en plus précise.

Ainsi, lors du choix du profil, on peut ainsi soit faire l'hypothèse que la base de données est assez complète et directement lire la pression et la température pour estimer le SOC, soit refaire un cycle de charge et de décharge dans des conditions de température données afin de préciser la base de données, soit les deux.

Détermination de l'état de santé

L'étude des mécanismes de vieillissement d'une batterie est très complexe, dans la mesure où les causes du vieillissement sont multiples. Les mécanismes de vieillissement se produisent soit pendant les phases d'usage de l'accumulateur (vieillessement en cyclage), soit pendant les phases de repos (vieillessement calendaire).

La connaissance de l'état de santé d'un accumulateur électrochimique est primordiale car elle témoigne à la fois de son aptitude à satisfaire à l'application et de sa sécurité intrinsèque. L'état de santé est ainsi intimement lié à l'état de sécurité.

Un accumulateur électrochimique en mauvaise santé ne sera pas apte à stocker ou
5 délivrer l'énergie attendue et pourra être potentiellement dangereux en cas de défaillance critique.

Les conséquences du vieillissement sont souvent analysées dans la littérature pour introduire des systèmes de mesures qui permettent à terme de donner l'état de santé d'un accumulateur électrochimique. Ces mesures sont typiquement la mesure de la résistance de la
10 cellule Li-ion par spectroscopie d'impédance ou par pulse de courant durant le cyclage, la mesure de la tension de la cellule, ou encore la mesure de la capacité de la cellule.

On peut aussi mesurer la déformation d'emballage ou de boîtiers rigides consécutifs à une expansion volumique interne.

Les données mesurées lors des vieillissements prématurés d'un accumulateur au
15 lithium (forte résistance, forte tension ou faible capacité) traduisent avec un temps de retard la passivation des électrodes en surface, la mauvaise diffusion des ions lithium dans les électrodes en raison d'une trop faible porosité des électrodes, la dégradation de l'électrolyte (présence d'eau ou tension trop élevée), une perte d'étanchéité du boîtier, des mauvaises soudures, un séparateur dégradé, ou encore une décohésion des électrodes.

20 Dans le cas d'un pack-batterie, le BMS intègre ainsi un organe de sécurité qui coupe le courant en cas de valeurs anormales enregistrées. Inévitablement, plus la détection de l'accumulateur défaillant intervient tôt, plus celui peut être rapidement écarté du circuit de fabrication.

Malheureusement, les mesures électriques énoncées ci-dessus sont
25 majoritairement réalisées lors de la vie de l'accumulateur électrochimique alors qu'il est déjà assemblé en pack-batterie et la détection tardive de valeurs anormales entraîne un arrêt immédiat du module pour éviter les emballements thermiques menant à des explosions.

Le module électronique selon l'invention permet la mesure de la pression interne au premier boîtier et propose ainsi une méthode de détermination de l'état de santé d'un
30 accumulateur, en amont de celle utilisées usuellement. Cette méthode va permettre

d'appréhender les dégradations internes en permettant par exemple une libération préliminaire des gaz ou encore d'écarter l'accumulateur électrochimique défaillant plus en amont.

Comme déjà indiqué, un capteur de pression interne peut être intégré au module électronique de l'accumulateur. Pour un état de charge donné, la pression interne augmente de manière monotone au cours du vieillissement, si bien qu'il est possible de prédire la durée de vie restante de l'accumulateur à partir de sa mesure de pression. En effet le vieillissement génère des réactions parasites au sein de l'élément qui forment du gaz et augmente sa pression. A chaque cycle les électrodes subissent également une expansion/contraction volumique générant une augmentation/diminution de pression cyclique. Cet effet mécanique n'est pas complètement réversible, si bien que le volume libre se réduit au cours du vieillissement à l'intérieur de la cellule et sa pression augmente, notamment dans le cas des accumulateurs électrochimique au lithium.

Il existe aussi une pression limite à ne pas dépasser pour maintenir l'intégrité du boîtier, qui peut définir un critère de fin de vie d'un accumulateur électrochimique.

On peut également envisager un dégazage pour relâcher la pression accumulée et prolonger la durée de vie de l'élément. Par exemple, on peut agir en cours de fabrication à l'aide d'un bouchon amovible qui sera par la suite remplacé par le rivet de fermeture définitif, ou pendant une maintenance périodique si ajout d'une vanne sur l'élément.

On a représenté en figure 9 l'augmentation monotone de pression due aux effets irréversibles et une baisse de capacité pour un accumulateur électrochimique cylindrique de couple électrochimique LiFePO_4 -graphite de 16Ah. On fait subir à l'accumulateur des cycles de charge décharges à un régime de 1C ($I=16\text{A}$). Il est alors possible de relier la capacité ou la résistance au niveau de pression interne, ce qui permet d'évaluer un état de santé.

Il est par ailleurs souhaitable pour plus de précision de se placer à un état de charge et une température connus pour améliorer la précision de la détermination de l'état de santé.

En effet, la pression interne varie faiblement avec la température (en suivant en première approximation la loi des gaz parfaits, variation de pression de $0.3\% / ^\circ\text{C}$ dans l'exemple). On peut par exemple aisément ajouter un thermocouple sur un accumulateur électrochimique ou un ensemble d'accumulateurs électrochimiques. La mesure de pression pouvant être faite en statique (hors utilisation), la température d'ambiance pour un pack

batterie complet peut suffire dans certains cas pour connaître la température de chaque accumulateur. Dans certains autres cas, si la mesure de température ambiante s'avère insuffisante pour caractériser la température locale, alors on réalise une mesure locale au niveau de chaque accumulateur.

5 D'autre part la pression varie avec l'état de charge, comme on peut l'observer en figure 6C. Se placer à un état de charge fixé permet d'augmenter la précision sur l'état de santé.

Si on définit l'état de santé S de la cellule de capacité initiale Q_{ini} et de capacité Q selon la formule suivante : $S=100(2 \times Q/Q_{ini} - 1)$, on obtient l'abaque de la figure 10.

10 Les conditions pour l'abaque de la figure 10 ont été choisies telles que la pression interne est celle à 50% du SOC et que la température est de 25°C.

Détermination de la fiabilité d'une cellule

Jusqu'à présent, pour fiabiliser la production de batteries, un certain nombre de paramètres propres à la cellule étaient contrôlés en sortie de formation pour avérer de la
15 qualité.

On peut répertorier dans un premier temps quelques critères individuels (propres à chaque cellule) tels que la capacité de la cellule (en charge et ou en décharge), la résistance interne de la cellule électrochimique (le plus souvent résistance mesurée avec un pic de courant ou résistance mesurée en haute fréquence), l'auto-décharge (perte de capacité sur une
20 période donnée), ou les dimensions et l'aspect de l'accumulateur électrochimique.

Les accumulateurs électrochimiques sont aussi évalués par prélèvement. Un certain nombre d'accumulateurs électrochimiques sont extraites des lots de fabrication et testées pour vérifier différents critères (cette évaluation étant destructive, elle ne peut pas être faite sur 100% de produits) comme par exemple la durée de vie (à une ou plusieurs
25 températures) suivant un ou plusieurs régimes de charge/décharge ou le comportement en tests abusifs (court-circuit, surcharge)

Afin d'augmenter encore la fiabilité des accumulateurs électrochimiques au lithium, on peut utiliser un comportement propre à toute cellule lithium-ion qui apparaît initialement pendant la formation électrique : le dégazage. En effet, lors de la formation
30 électrique (les premiers cycles de charge et de décharge), les électrodes réagissent avec

l'électrolyte et les régimes de courants imposés, et génèrent du gaz. Ce phénomène apparaît aussi dans des accumulateurs lithium polymère.

En suivant statistiquement cette formation de gaz, il est possible de détecter pendant la production de l'accumulateur électrochimique des comportements anarchiques qui
5 révèlent des risques quant à l'utilisation de certaines de celles-ci dans des produits.

Ce processus permet ainsi de distinguer les accumulateurs viables de ceux qui ne le sont pas.

La présente invention permet la détermination de la viabilité de cellules pendant les phases de productions situées entre le remplissage d'électrolyte et la mise à disposition
10 pour utilisation ou mise en pack-batteries

La pression interne à l'accumulateur est l'information centrale utilisée dans l'invention. Celle-ci permet de faire le tri entre les accumulateurs viables et les autres.

La méthode de détermination se base sur la connaissance de cette pression.

Pour évaluer chaque accumulateur individuellement, on utilise plus
15 spécifiquement la pression du gaz après la formation électrique, c'est-à-dire après que l'on est réalisé la cellule électrochimique. Cela peut être la pression juste après l'étape de formation, mais aussi beaucoup plus tard, après une étape de stockage prolongé par exemple (cette étape est souvent utilisée pour vérifier l'autodécharge des accumulateurs).

La pression individuelle de chaque accumulateur doit être alors comprise entre un
20 maximum et un minimum spécifiés.

Ces deux limites sont établies sur la base d'une population réputée saine de cellules. On forme alors une représentation statistique de la pression à un instant t. Cette population nous donne les maximum et minimum de pression acceptable suivant une règle à établir. Un premier exemple de règle peut être le transfert des limites existantes en limites
25 pour la production. Ainsi :

- le minimum de la pression interne de la population saine est le minimum acceptable, et
- le maximum de la pression interne de la population saine est le maximum acceptable.

30 On peut également décider d'une règle sur un plan plus statistique :

- la moyenne de la pression de la population saine + 3 sigma est le maximum acceptable, et

- la moyenne de la pression de la population saine - 3 sigma est le minimum acceptable, sigma étant l'écart type de la pression de la population saine.

5 Cette méthode est représentée en figure 8.

Pour être déclarée viable, chaque accumulateur testé doit avoir sa pression comprise entre le minimum acceptable et le maximum acceptable, car une pression interne trop faible ou trop forte est un signe que l'accumulateur présente un défaut.

La cause d'une pression interne de l'accumulateur au minimum peut être :

10 - une fuite: dans ce cas, l'électrolyte de la cellule électrochimique sera petit à petit contaminé et la tenue en vieillissement de la cellule électrochimique ne sera pas bonne,

- un défaut de remplissage : la quantité d'électrolyte insérée est trop faible. Cela peut impacter la durée de vie, mais aussi le comportement en sécurité de la cellule si le volume mort est important en cas de situation abusive (le volume mort est un volume de la
15 cellule laissé volontairement sans électrolyte),

- un défaut ou manque d'un composant à l'intérieur de la cellule ou défaut sur les électrodes (porosité, épaisseur...).

Une pression supérieure au maximum peut être liée à :

- un défaut de remplissage : la quantité d'électrolyte insérée est trop importante.
20 Le volume mort de la cellule s'en trouve diminué et des conséquences néfastes peuvent apparaître en cas de situation abusive,

- une pollution de l'électrolyte ou des électrodes : des polluants (comme de l'eau par exemple) se trouvent en trop grande quantité dans la cellule, générant plus de gaz lors de la formation. Cela est un bon indice que les performances de la cellule sur le long terme ne
25 seront pas bonnes, par exemple que la durée de vie va se raccourcir, ou

- un défaut sur les électrodes (porosité, épaisseur...).

Il faut noter que cette méthode peut être utilisée avec un capteur apte à mesurer la pression interne au premier boîtier qu'il soit agencé à l'intérieur ou à l'extérieur du premier boîtier.

Communication des données par CPL

Le principe de la transmission de données par CPL est illustré en figure 11. On superpose à la tension d'une cellule, un signal de plus haute fréquence et de faible énergie. Ce signal se propage sur la ligne électrique et peut être reçu et décodé à distance.

5 Ainsi, au lieu de communiquer les données par ondes comme représenté en figure 13, un accumulateur doté d'un module électronique peut, selon le procédé de l'invention, communiquer des données directement sur le courant de sortie de l'accumulateur.

Ce procédé est mis en œuvre avantageusement dans le cadre de la communication de données d'un accumulateur vers une électronique de commande. L'électronique de
10 commande est en effet reliée aux bornes de sorties de courant d'un accumulateur, soit directement, soit indirectement. La communication CPL a pour avantage de pouvoir se faire soit directement vers une électronique de commande, soit à travers un ou plusieurs accumulateurs branchés en série. Ces deux modes de réalisations, dits respectivement « boucle locale » et « boucle globale », sont illustrés en figures 14A et 14B.

15 L'électronique de commande lit ainsi la tension U soit individuellement aux bornes de chaque accumulateur, soit collectivement aux bornes d'une série d'accumulateurs.

Si l'électronique de commande lit la tension individuellement aux bornes de sortie de courant de chaque accumulateur électrochimique (mode boucle locale) il n'est pas nécessaire d'adapter chaque module électronique de chaque accumulateur électrochimique
20 pour lire un signal CPL. La simple émission suffit.

Selon le mode en boucle globale, au-delà d'un certain nombre d'accumulateur en série, il peut devenir nécessaire de tenir compte de l'atténuation en fréquence due à la traversée par le signal d'un accumulateur. Chaque accumulateur successif agit comme un filtre ayant une caractéristique propre et cela résulte en une atténuation du signal initial (voir
25 figure 15A).

Ainsi, il peut être avantageux que chaque accumulateur électrochimique lise et réémette les données reçues de l'accumulateur précédent, en y superposant sa propre opération de modulation. Cette opération peut se faire en multiplexage temporel (émission de données sur des plages temporelles différentes pour chaque accumulateur) ou non. La
30 modulation du signal CPL peut se faire selon toute méthode de modulation CPL connue de l'homme du métier (modulation d'amplitude et de fréquence).

La communication par CPL permet avantageusement de s'affranchir de la connexion de fils supplémentaire reliant l'électronique de commande aux différents capteurs de chaque accumulateur.

D'autres variantes et améliorations de l'invention qui vient d'être décrite peuvent
5 être envisagées sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Accumulateur électrochimique (1) comportant au moins :
 - une cellule électrochimique (C) constituée d'au moins une anode et une cathode de part et d'autre d'un électrolyte,
 - un premier boîtier (6) contenant la(les) cellule(s) électrochimique(s) avec étanchéité,
 - au moins deux bornes de sortie de courant (2, 4) reliée chacune à l'une ou l'autre de l'(des) anode(s) et de la (des) cathode(s),
 - un second boîtier (7) fixé à l'intérieur du premier boîtier en définissant en son sein un volume confiné étanche (70),
 - un module électronique (72) agencé dans ledit volume confiné étanche (70), le module électronique (72) comportant au moins:
 - une mémoire,
 - un module de communication, adapté pour recevoir et/ou transmettre des données depuis et/ou vers l'extérieur du premier boîtier, un processeur,
 - un processeur, adapté pour recevoir et/ou transmettre au moins des données depuis et/ou vers le module de communication,le module électronique étant alimenté électriquement par la(les) cellule(s) électrochimique(s).
2. Accumulateur électrochimique selon la revendication 1, le premier boîtier étant métallique.
3. Accumulateur électrochimique selon la revendication 2, le second boîtier étant métallique et fixé au premier boîtier par brasage ou soudage laser.
4. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, l'accumulateur comportant au moins une borne de sortie de courant formant une traversée étanche du premier boîtier.
5. Accumulateur selon l'une des revendications précédentes, le module électronique étant relié électriquement à au moins une borne de sortie de la cellule électrochimique.
6. Accumulateur électrochimique selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 4, le module électronique (72) étant relié à la borne de sortie de courant formant une traversée étanche par un fil (71) traversant de manière étanche le second boîtier (7), le fil étant isolé électriquement du second boîtier.

7. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, comprenant un capteur de pression agencé à l'intérieur du premier boîtier (6), le capteur de pression étant relié au processeur.

8. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, le module électronique comportant un capteur de courant et/ou de tension adapté pour mesurer le courant et/ou la tension aux bornes de sortie de courant de l'accumulateur.

9. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, le module électronique comportant un circuit d'équilibrage adapté pour moduler le courant de sortie de l'accumulateur électrochimique.

10. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, des données étant enregistrées dans la mémoire avant mise en service de l'accumulateur, les données étant choisies parmi un identifiant de l'accumulateur et/ou sa position et/ou un historique de température et/ou de pression et/ou de courant et/ou de tension.

11. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, le module de communication comportant une antenne adaptée pour recevoir et/ou transmettre les données du module de communication et vice-versa.

12. Accumulateur électrochimique selon l'une des revendications précédentes, le premier boîtier comportant un couvercle (61), le second boîtier étant fixé au couvercle (61) du premier boîtier.

13. Accumulateur électrochimique au lithium selon l'une des revendications précédentes.

14. Procédé de communication entre au moins un accumulateur selon l'une des revendications précédentes et une électronique de commande, selon lequel chaque accumulateur et l'électronique de commande échangent au moyen du module de communication des données choisies parmi : la position de chaque accumulateur et/ou un identifiant chaque accumulateur et/ou la température et/ou la pression au sein du premier boîtier de chaque accumulateur et/ou la tension aux bornes de sortie de courant de chaque accumulateur et/ou le courant de sortie de chaque accumulateur et/ou l'état de santé et/ou l'état de charge de chaque accumulateur et/ou l'historique d'état de santé et/ou d'état de charge et/ou de pression au sein du premier boîtier et/ou de température et/ou de courant de sortie et/ou de tension aux bornes de sortie de courant, l'historique de chaque accumulateur étant enregistré dans la mémoire.

15. Procédé de communication selon la revendication précédente, l'électronique de commande utilisant les données échangées, afin de prévoir la capacité effective de chaque accumulateur et d'adapter en conséquence son courant de charge et son courant de décharge.

16. Procédé de communication selon la revendication 14 ou 15, l'électronique de commande utilisant les données, afin de détecter un éventuel dysfonctionnement de chaque accumulateur et d'adapter en conséquence son courant de charge et son courant de décharge.

17. Procédé de fonctionnement de l'accumulateur selon l'une des revendications 1 à 13, les données parvenant au module électronique étant enregistrées en un historique dans la mémoire.

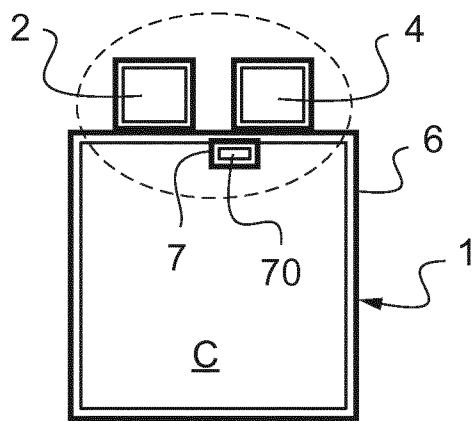


Fig.1

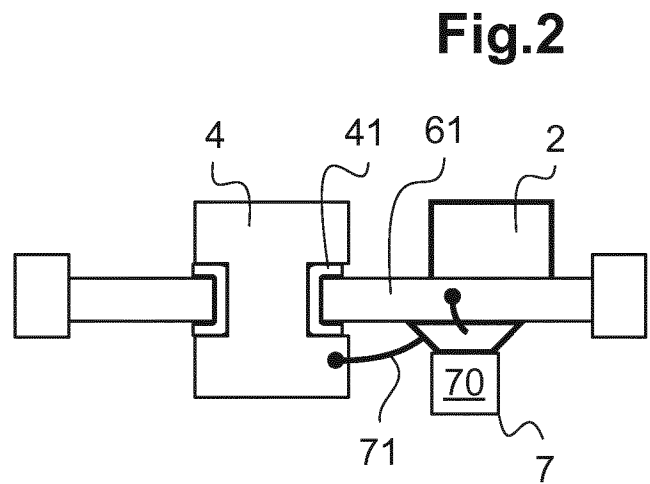


Fig.2

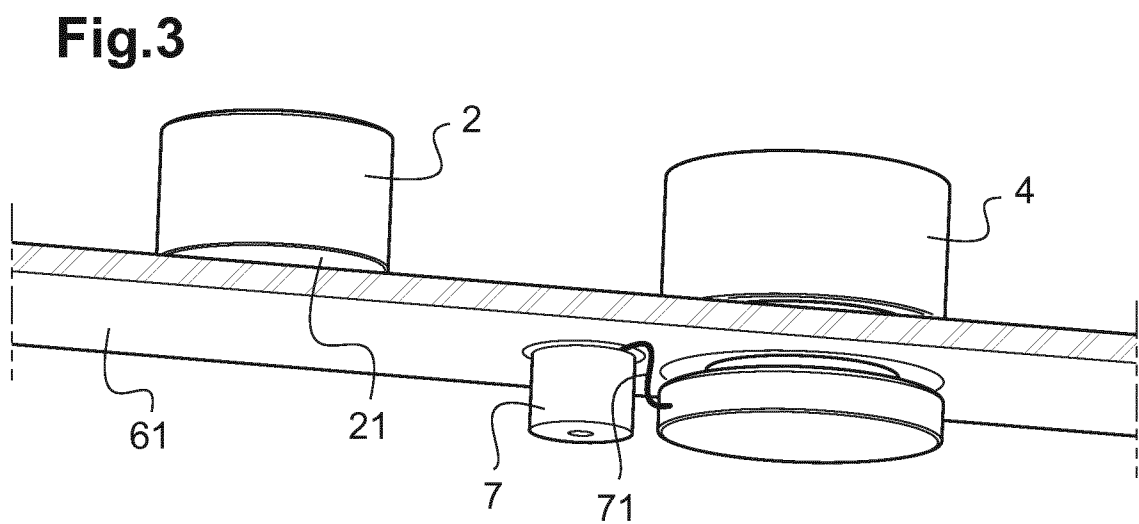


Fig.3

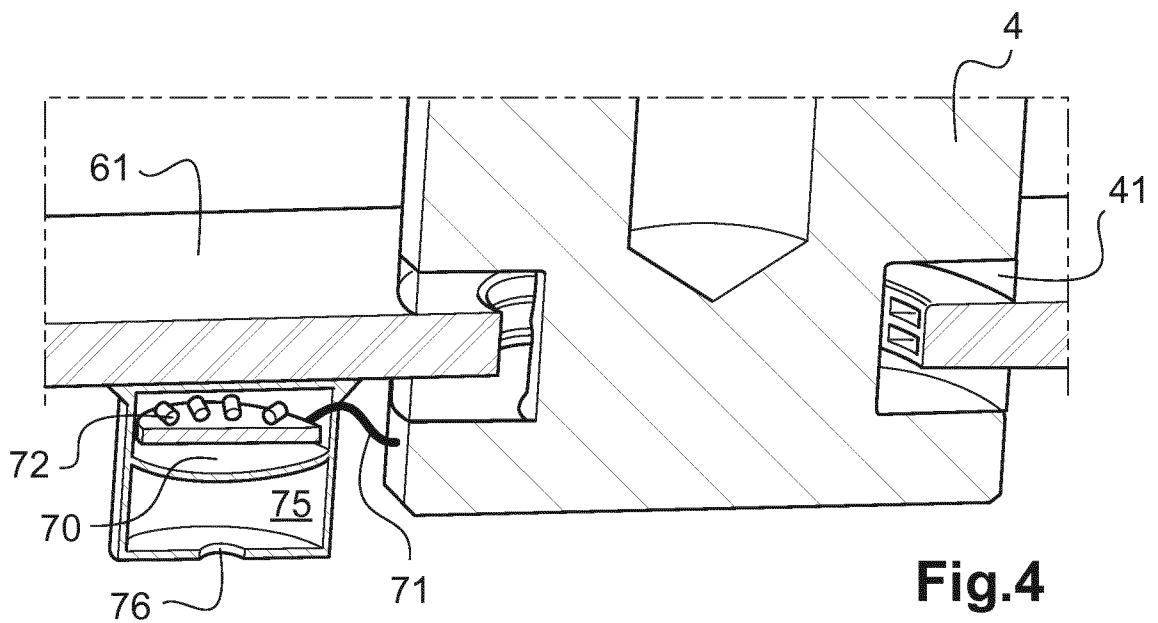
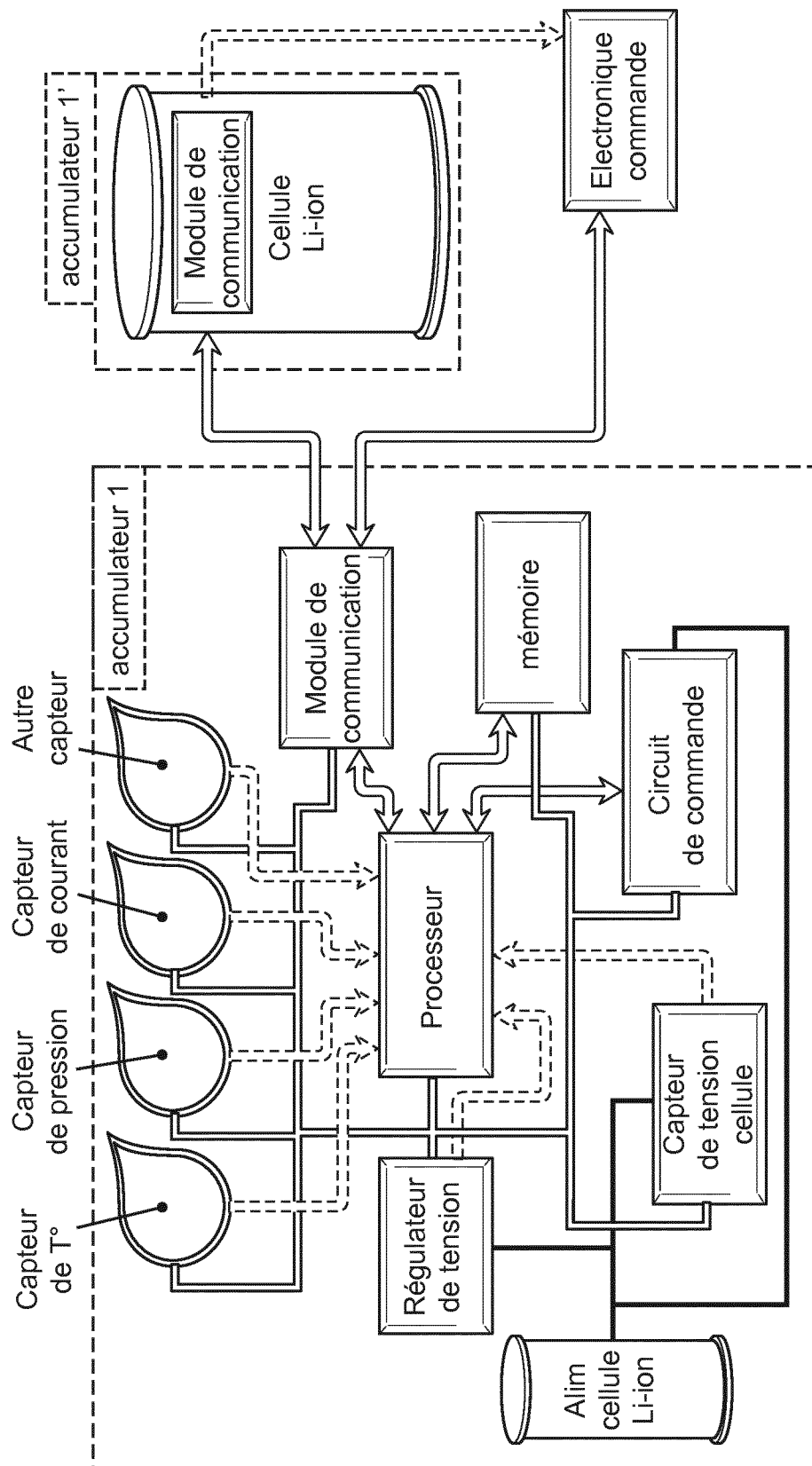


Fig.4



Légende :

tension brute cellule

tension régulée

flux d'info unidirectionnel

flux d'info bidirectionnel

Fig. 5

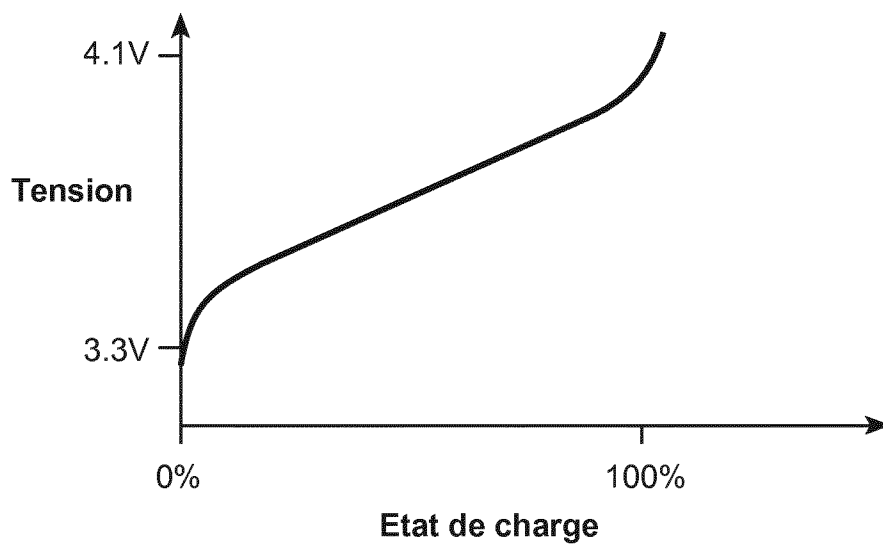


Fig. 6A

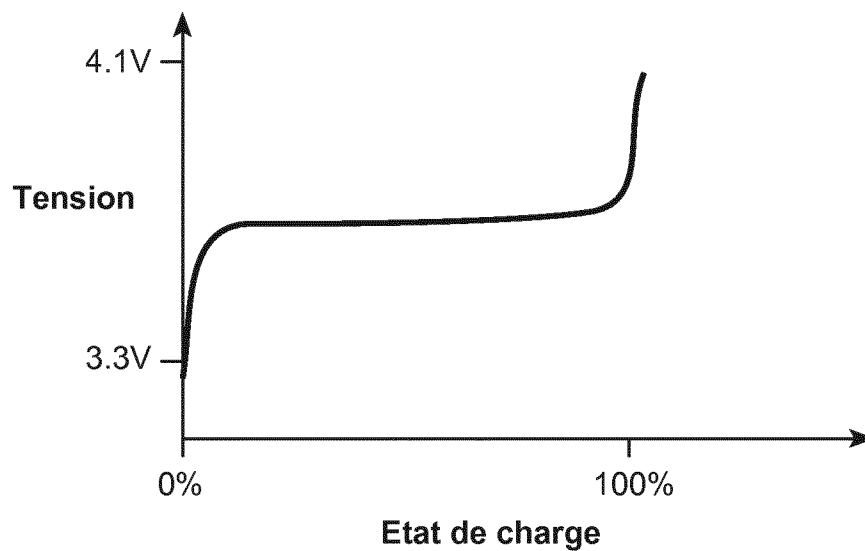


Fig. 6B

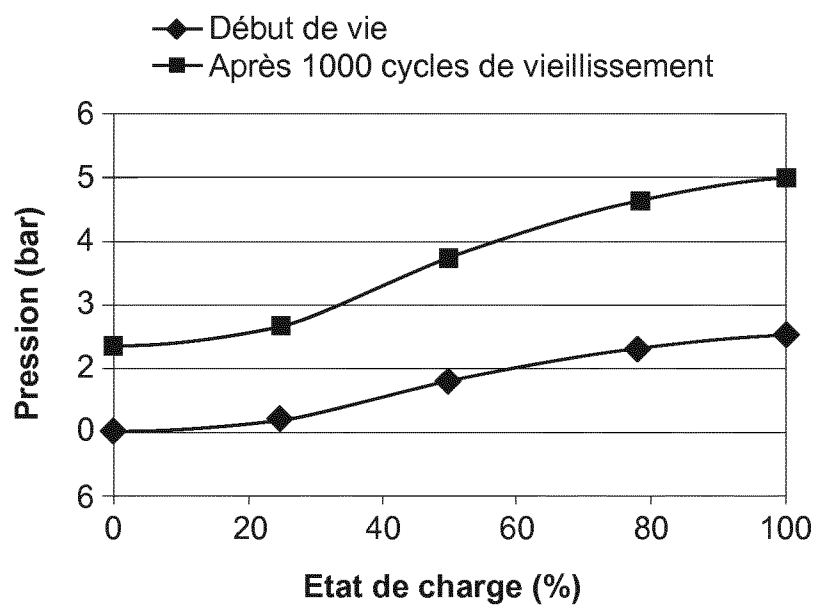


Fig. 6C

Fig.7

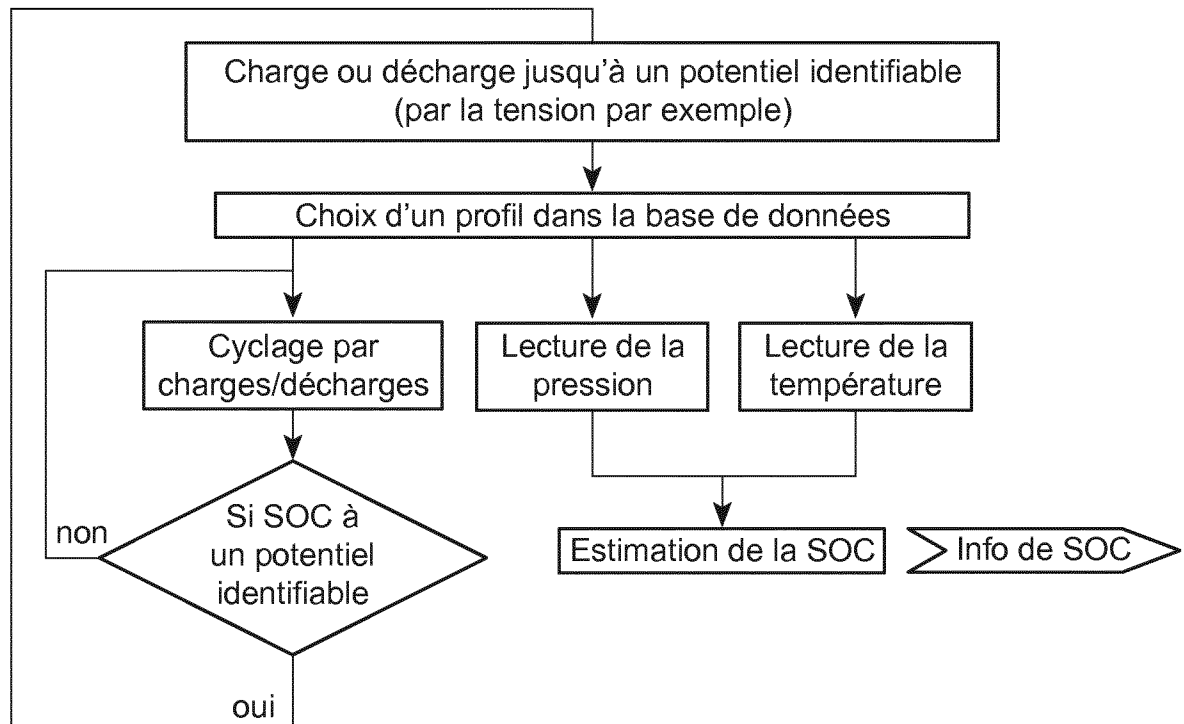


Fig.8

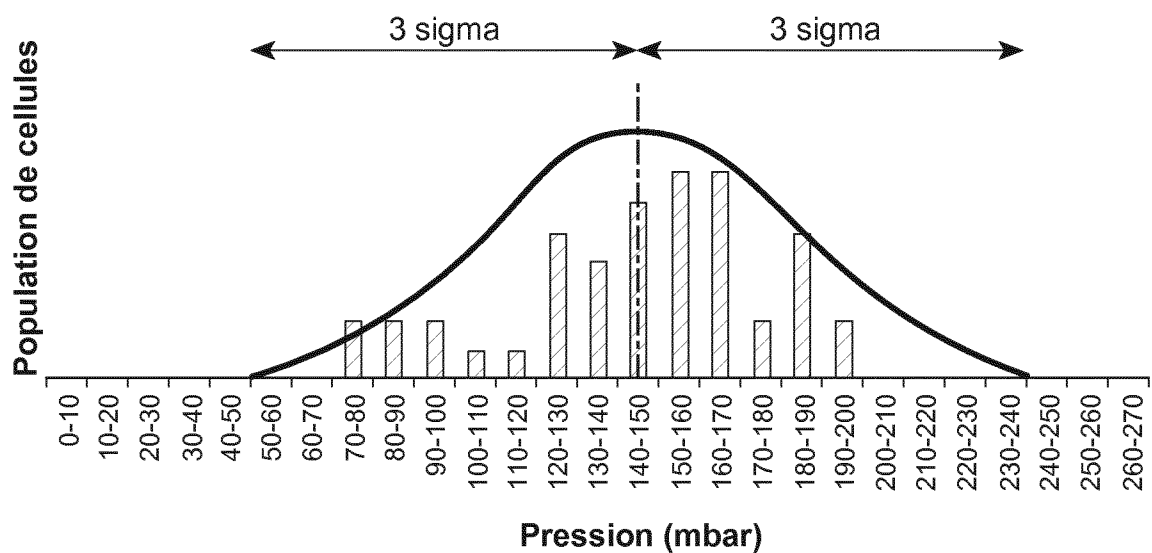
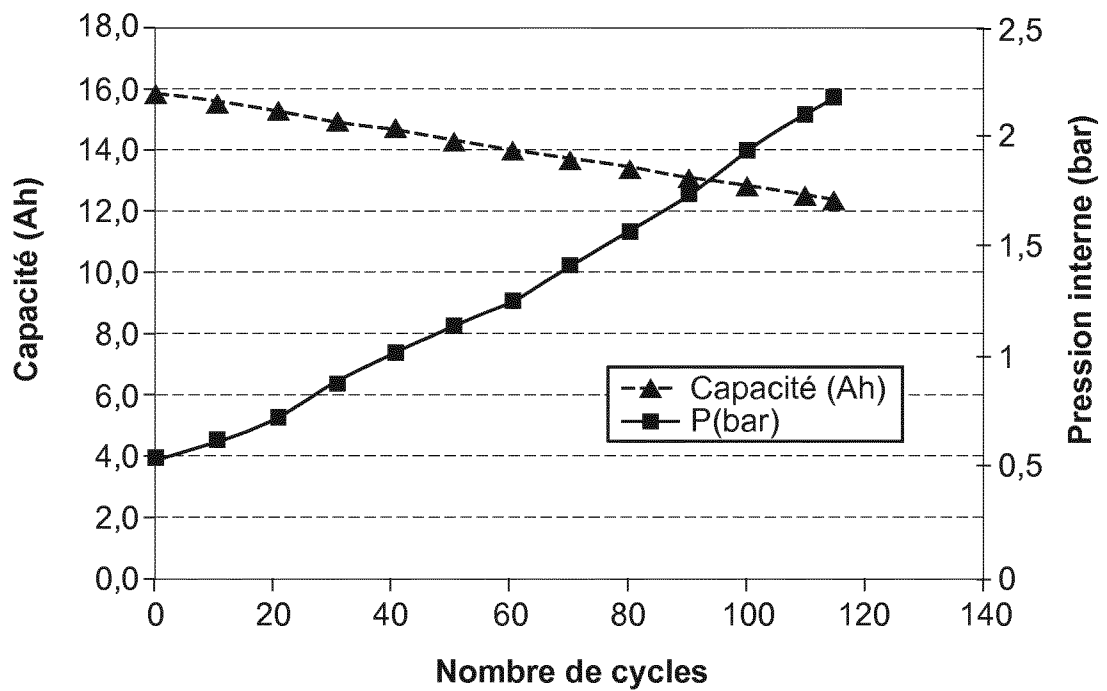
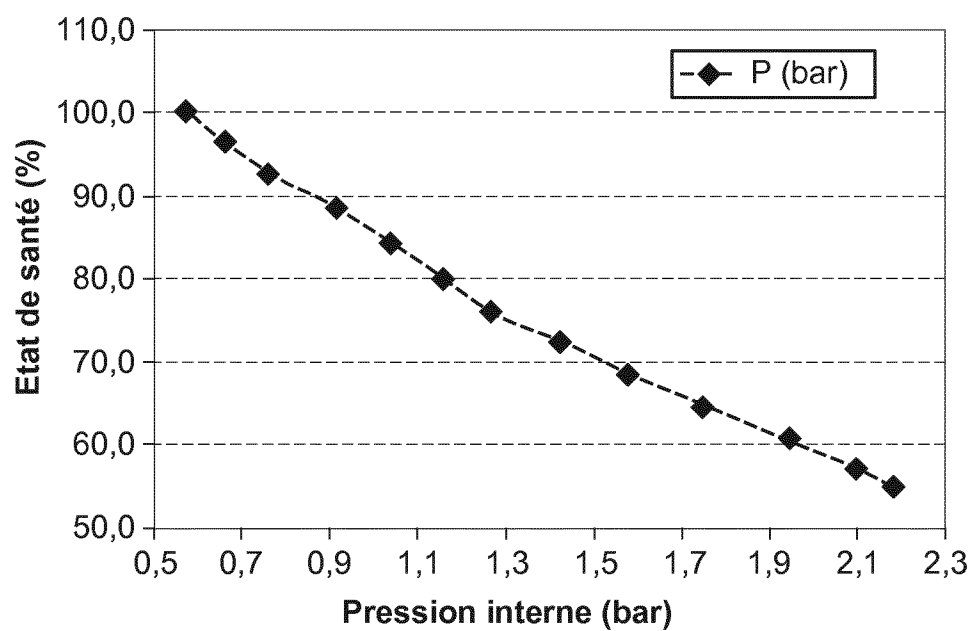


Fig.9**Fig.10**

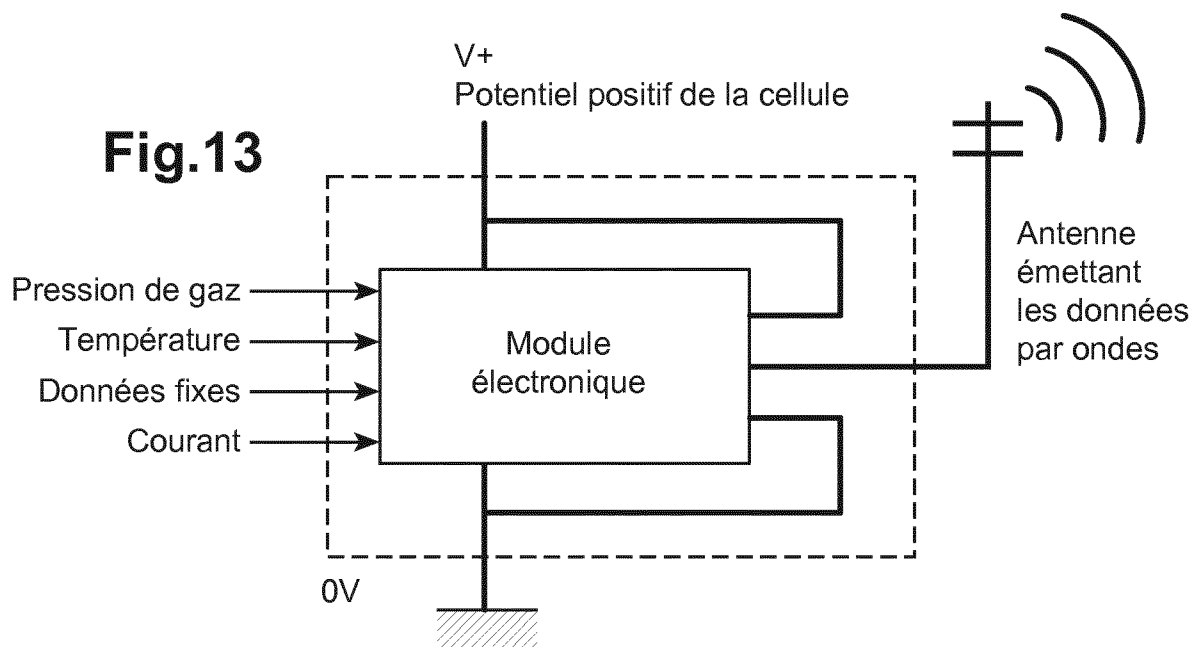
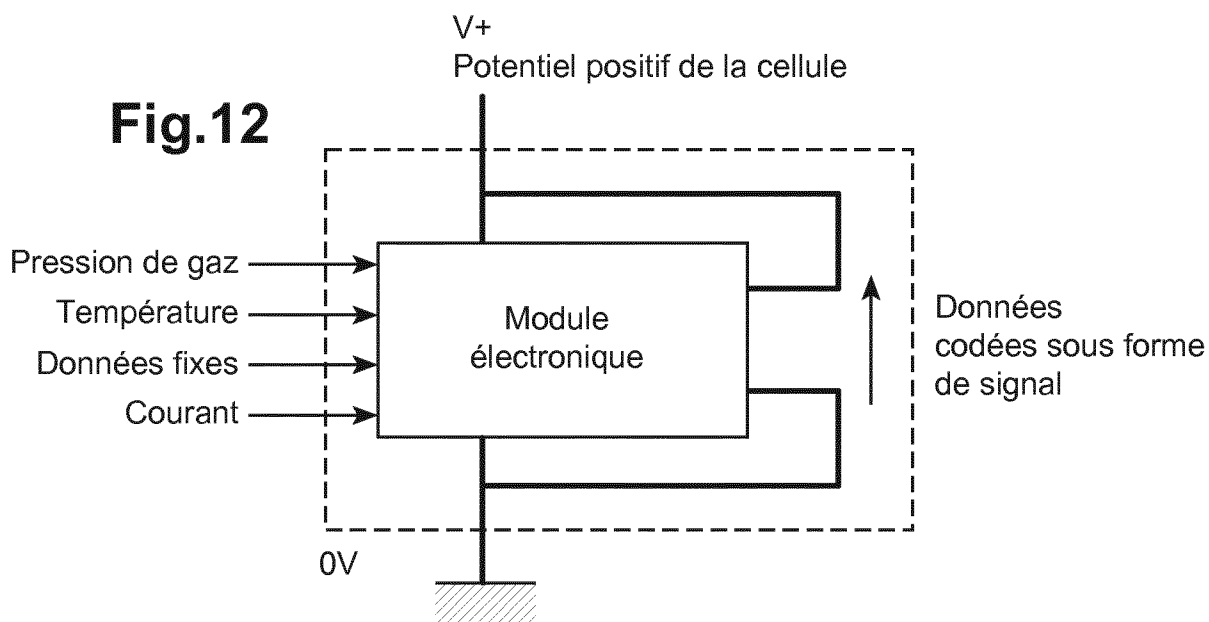
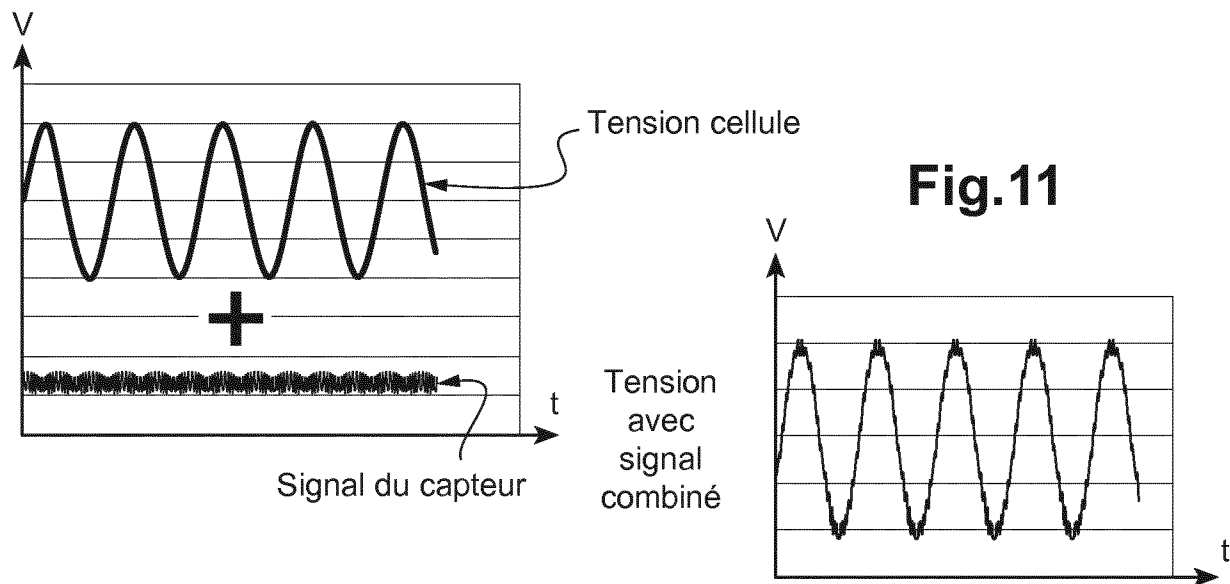


Fig.14A

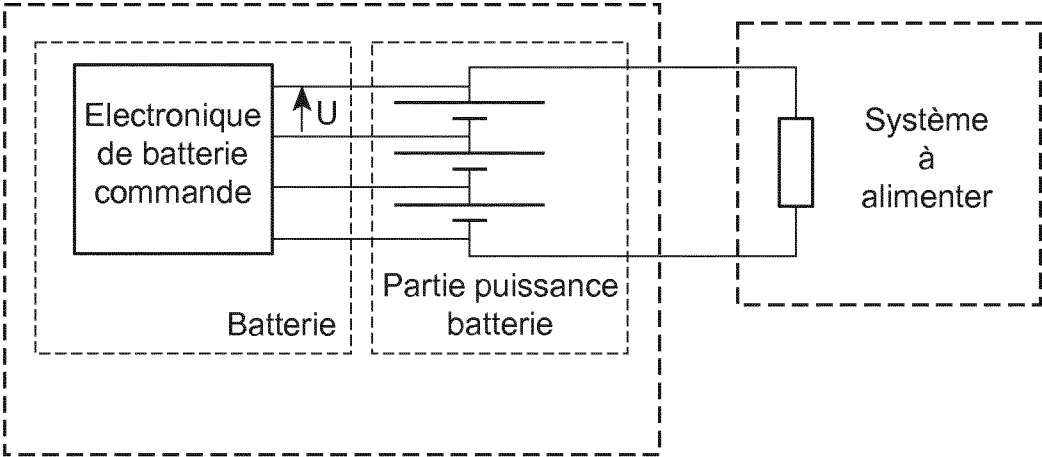


Fig.14B

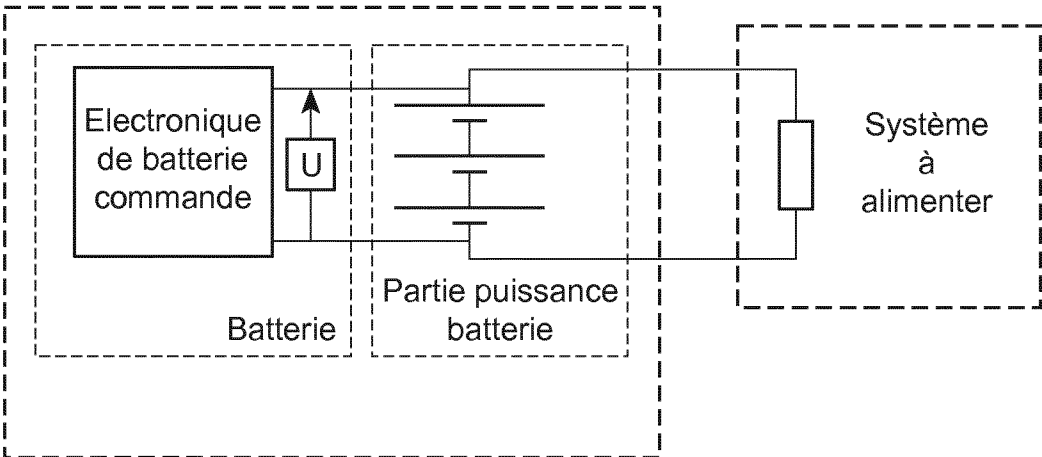


Fig.15A

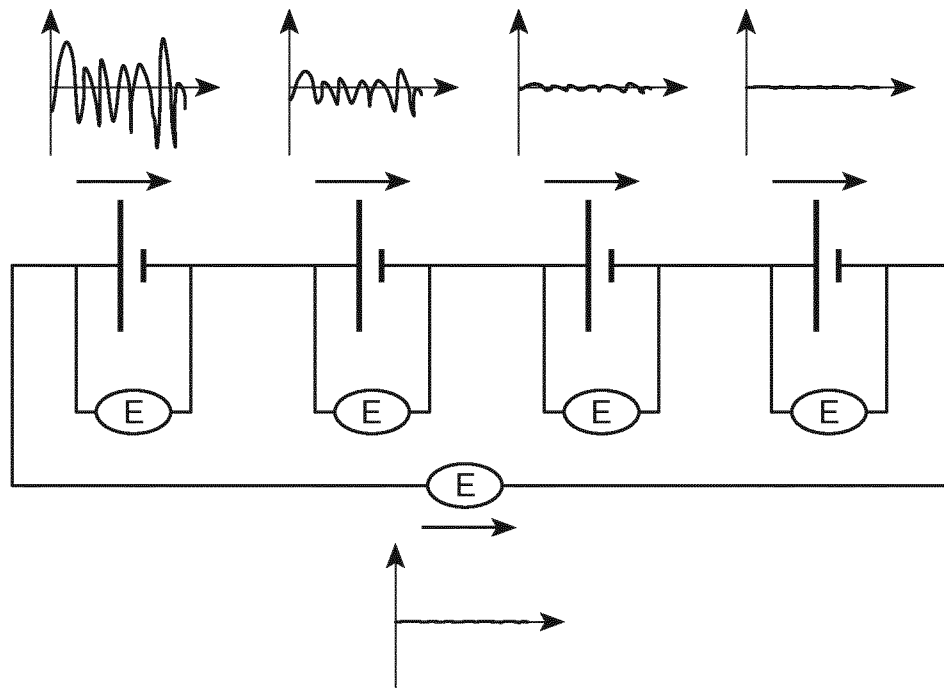
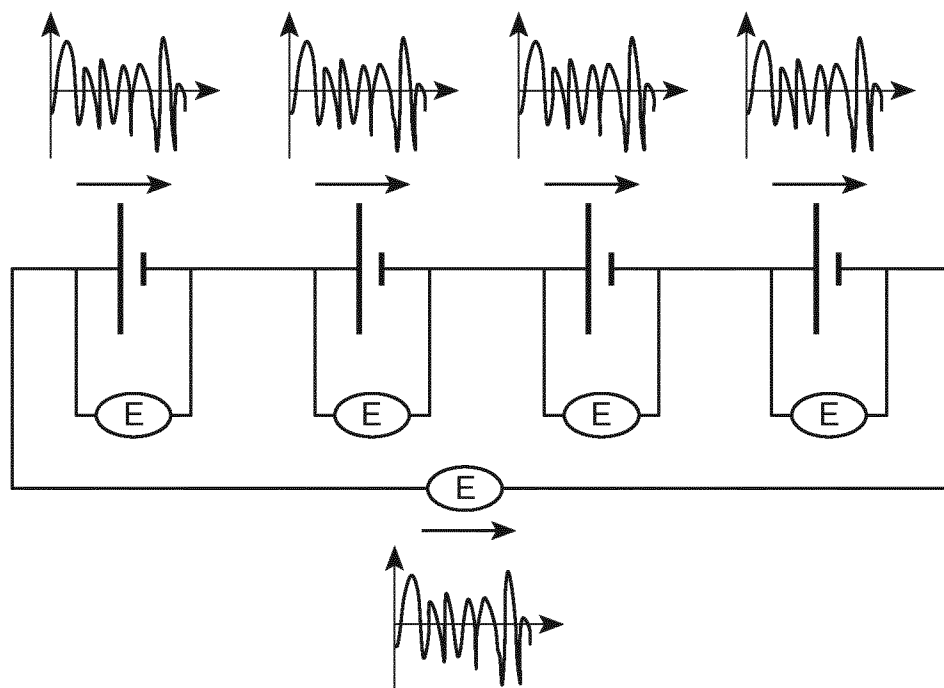


Fig.15B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/050518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M10/48 G01R31/36
 ADD. H01M10/052

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M G01R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/034045 A1 (JOHNSON CONTROLS TECH CO [US]; SIMS MICHAEL J [US]; MUIS PASCAL [FR];) 15 March 2012 (2012-03-15) paragraphs [0002], [0003], [0011], [0012], [0018], [0021] - [0027], [0034]; claims 1-10; figures 2, 3, 4 -----	1,3-8, 10,11, 13-17
X	EP 2 600 443 A2 (NXP BV [NL]) 5 June 2013 (2013-06-05) paragraphs [0001], [0003], [0013], [0014], [0015], [0021], [0022]; claims 1, 2, 3, 5, 6; figures 1, 2, 3, 4 -----	1,4-10, 12,14-16
X	DE 10 2010 007076 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 11 August 2011 (2011-08-11) paragraphs [0001], [0006], [0029]; claims 1, 3, 4, 5, 6; figures 1, 2, 3 ----- -/-	1,4,8, 10,13-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 February 2016

Date of mailing of the international search report

09/02/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fauché, Yann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/050518

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"BatteryMan Technology", 6 April 2013 (2013-04-06), XP055184995, Retrieved from the Internet: URL: http://web.archive.org/web/20130406041654/http://www.w218sc82g.homepage.t-online.de/News-Media;focus=DUMMY_de_dtag_hosting_hpcreator_widget_Download_16294299&path=download.action&frame=DUMMY_de_dtag_hosting_hpcreator_widget_Download_16294299&view=rw?id=79821 [retrieved on 2015-04-22] pages 12, 16, 17, 27-29 -----	1,4-6,8, 10,13-17
X	US 2008/274400 A1 (DIXON JEFF [US] ET AL) 6 November 2008 (2008-11-06) paragraphs [0002], [0004], [0008] - [0011], [0025] - [0033]; claims 1-4; figures 1-7 -----	1,2,5,8, 11,13-16
X	US 2007/188133 A1 (NAKANO ITSUKI [JP] ET AL) 16 August 2007 (2007-08-16) paragraphs [0002], [0005], [0019] - [0022], [0032] - [0040], [0045], [0055], [0056]; figures 1-4 -----	1,5,8, 13,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/050518

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012034045 A1	15-03-2012	CN 103210317 A EP 2614382 A1 US 2015301113 A1 WO 2012034045 A1	17-07-2013 17-07-2013 22-10-2015 15-03-2012
EP 2600443 A2	05-06-2013	CN 103117418 A EP 2600443 A2 US 2013122332 A1	22-05-2013 05-06-2013 16-05-2013
DE 102010007076 A1	11-08-2011	DE 102010007076 A1 DK 2532041 T3 EP 2532041 A2 ES 2450122 T3 WO 2011095355 A2	11-08-2011 10-03-2014 12-12-2012 24-03-2014 11-08-2011
US 2008274400 A1	06-11-2008	NONE	
US 2007188133 A1	16-08-2007	CN 101022180 A JP 4748073 B2 JP 2007240523 A US 2007188133 A1	22-08-2007 17-08-2011 20-09-2007 16-08-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/050518

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01M10/48 G01R31/36
ADD. H01M10/052

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01M G01R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2012/034045 A1 (JOHNSON CONTROLS TECH CO [US]; SIMS MICHAEL J [US]; MUIS PASCAL [FR];) 15 mars 2012 (2012-03-15) alinéas [0002], [0003], [0011], [0012], [0018], [0021] - [0027], [0034]; revendications 1-10; figures 2, 3, 4 -----	1,3-8, 10,11, 13-17
X	EP 2 600 443 A2 (NXP BV [NL]) 5 juin 2013 (2013-06-05) alinéas [0001], [0003], [0013], [0014], [0015], [0021], [0022]; revendications 1, 2, 3, 5, 6; figures 1, 2, 3, 4 -----	1,4-10, 12,14-16
X	DE 10 2010 007076 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 11 août 2011 (2011-08-11) alinéas [0001], [0006], [0029]; revendications 1, 3, 4, 5, 6; figures 1, 2, 3 ----- -/-	1,4,8, 10,13-16



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 février 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/02/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Fauché, Yann

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	"BatteryMan Technology", 6 avril 2013 (2013-04-06), XP055184995, Extrait de l'Internet: URL:http://web.archive.org/web/20130406041654/http://www.w2l8sc82g.homepage.t-online.de/News-Media;focus=DUMMY_de_dtag_hosting_hpcreator_widget_Download_16294299&path=download.action&frame=DUMMY_de_dtag_hosting_hpcreator_widget_Download_16294299&view=rw?id=79821 [extrait le 2015-04-22] pages 12, 16, 17, 27-29 -----	1,4-6,8, 10,13-17
X	US 2008/274400 A1 (DIXON JEFF [US] ET AL) 6 novembre 2008 (2008-11-06) alinéas [0002], [0004], [0008] - [0011], [0025] - [0033]; revendications 1-4; figures 1-7 -----	1,2,5,8, 11,13-16
X	US 2007/188133 A1 (NAKANO ITSUKI [JP] ET AL) 16 août 2007 (2007-08-16) alinéas [0002], [0005], [0019] - [0022], [0032] - [0040], [0045], [0055], [0056]; figures 1-4 -----	1,5,8, 13,14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/050518

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012034045 A1	15-03-2012	CN 103210317 A EP 2614382 A1 US 2015301113 A1 WO 2012034045 A1	17-07-2013 17-07-2013 22-10-2015 15-03-2012
EP 2600443 A2	05-06-2013	CN 103117418 A EP 2600443 A2 US 2013122332 A1	22-05-2013 05-06-2013 16-05-2013
DE 102010007076 A1	11-08-2011	DE 102010007076 A1 DK 2532041 T3 EP 2532041 A2 ES 2450122 T3 WO 2011095355 A2	11-08-2011 10-03-2014 12-12-2012 24-03-2014 11-08-2011
US 2008274400 A1	06-11-2008	AUCUN	
US 2007188133 A1	16-08-2007	CN 101022180 A JP 4748073 B2 JP 2007240523 A US 2007188133 A1	22-08-2007 17-08-2011 20-09-2007 16-08-2007