

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 121 643**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **21 03588**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 60 L 58/10 (2020.12), G 06 N 3/02**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.04.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.10.22 Bulletin 22/41.

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 anonyme — FR, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public — FR, UNIVERSITE ORLEANS Etablissement public — FR et UNIVERSITE PARIS-SACLAY Etablissement public — FR.

⑦2 Inventeur(s) : KUCHLY JEAN, GOUSSIAN ALAIN, MERVEILLAUT MATHIEU, BAGHDADI ISSAM, CHARLET Alain et FRANGER Sylvain.

⑦3 Titulaire(s) : PSA Automobiles SA Société anonyme, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public, UNIVERSITE ORLEANS Etablissement public, UNIVERSITE PARIS-SACLAY Etablissement public.

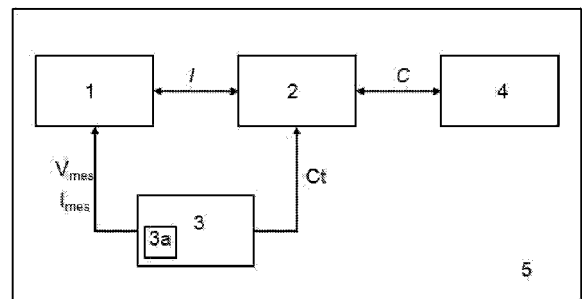
⑦4 Mandataire(s) : PSA AUTOMOBILES SA.

⑤4 **SYSTEME D'ESTIMATION DE TENSION EN CIRCUIT OUVERT DE BATTERIE DE TRACTION DE VEHICULE AUTOMOBILE, PROCEDE ET VEHICULE COMPRENANT UN TEL SYSTEME.**

⑤7 L'invention concerne un système d'estimation (3a) d'une tension en circuit ouvert d'une batterie de traction (1) de véhicule automobile (5), le système comprenant - des données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie (1), et de tensions en circuit ouvert correspondantes ; - un modèle d'estimation de la tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie (1) et des dites données expérimentales, les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé.

L'invention porte en outre sur un procédé et véhicule comprenant un tel système.

Figure 1



FR 3 121 643 - A1



Description

Titre de l'invention : SYSTEME D'ESTIMATION DE TENSION EN CIRCUIT OUVERT DE BATTERIE DE TRACTION DE VEHICULE AUTOMOBILE, PROCEDE ET VEHICULE COMPRENANT UN TEL SYSTEME

- [0001] L'invention se rapporte au domaine des systèmes et procédés d'estimation de tension en circuit ouvert de batterie, en particulier pour une batterie de traction de véhicule automobile, plus particulièrement pour un véhicule hybride ou électrique.
- [0002] Les véhicules automobiles comportant une batterie de traction ont besoin d'une gestion poussée de l'autonomie. La gestion de l'autonomie passe par une estimation au plus juste de l'état de charge qui dépend notamment de la tension en circuit ouvert (OCV). Ainsi, l'estimation de la tension en circuit ouvert est un point crucial pour l'utilisateur, notamment en termes de confort, d'utilisation d'autres dispositifs électriques du véhicule automobile, et d'estimation précise du vieillissement de la batterie.
- [0003] À l'heure actuelle, l'estimation de la tension en circuit ouvert dans la batterie ne peut se faire qu'au repos après relaxation, c'est-à-dire la fin du processus de diffusion de la concentration d'ions lithium au sein des électrodes, et est estimée via des modèles simples à circuit électrique équivalent entre chaque relaxation.
- [0004] L'estimation de la tension en circuit ouvert est notamment utilisée pour déterminer l'état de charge de la batterie qui est une donnée essentielle des systèmes de gestion de batterie (BMS - Battery Management System). Or aujourd'hui, la tension en circuit ouvert ne peut être mesurée avec précision qu'uniquement lors des phases de repos relativement longues. De fait lors des longs trajets il est handicapant de ne pouvoir se fier qu'au modèle simplifié de la batterie intégré dans le système de gestion de batterie en boucle ouverte, susceptible de diverger avec la réalité à cause des imprécisions de mesures.
- [0005] La méthode d'estimation de la tension en circuit ouvert en cours de roulage de l'art antérieur se base sur l'intégration du courant depuis le début du cycle. Cependant l'incertitude de la mesure de courant provoque une erreur non négligeable et il est donc nécessaire de proposer une méthode plus précise.
- [0006] Un premier objectif de la présente invention est de proposer une solution permettant d'avoir une estimation précise de la tension en circuit ouvert quelle que soit la situation du véhicule automobile, en particulier en cours de fonctionnement.
- [0007] Un deuxième objectif est de proposer une méthode simple d'estimation de la tension en circuit ouvert de la batterie tenant compte des processus de diffusion de la

concentration d'ions lithium au sein des électrodes via un modèle plus complet que dans l'art antérieur.

- [0008] Pour atteindre ces objectifs, l'invention propose un système d'estimation d'une tension en circuit ouvert d'une batterie de traction de véhicule automobile, le système comprenant
- des données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie et de tensions en circuit ouvert correspondantes ;
 - un modèle d'estimation de la tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie et desdites données expérimentales,
- les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé.
- [0009] En particulier, l'invention propose d'appliquer un modèle pour estimer la tension en circuit ouvert dans la batterie sur la base d'une méthode de type statistique : après un apprentissage sur une quantité suffisante de données, un algorithme est capable d'estimer la tension en circuit ouvert courante du véhicule à partir de certaines informations sur le fonctionnement du véhicule.
- [0010] Avantageusement, la prise en compte de l'intégrale du courant sur un horizon passé permet d'inclure le comportement complet de la batterie dans l'estimation, et tenir compte de manière simple des changements de concentrations en ions à la surface et à l'intérieur de la batterie.
- [0011] Selon d'autres aspects pris isolément, ou combinés selon toutes les combinaisons techniquement réalisables :
- les paramètres de fonctionnement de la batterie sont en outre choisis parmi une durée du trajet au moment de l'estimation, un courant tel qu'un courant moyen pendant le trajet au moment de l'estimation, un état de charge initial, une dérivée de la tension en circuit ouvert, un paramètre ambiant tel que la température, un état de charge estimé, une dérivée d'une tension à l'instant présent, ou plusieurs de ces paramètres ; et/ou
 - l'intégrale de courant sur l'horizon passé est relative à environ 300 secondes ; et/ou
 - ledit modèle est choisi parmi des modèles basés sur une chaîne de Markov, des cartographies, des fonctions polynomiales ou une combinaison d'au moins deux de ces modèles ; et/ou
 - ledit modèle est un modèle d'apprentissage automatique par réseau de neurones ; et/ou
 - le modèle d'apprentissage automatique comprend une couche cachée à au moins cinq neurones.
- [0012] L'invention porte en outre sur un procédé d'estimation d'une tension en circuit

ouvert d'une batterie de traction de véhicule automobile, le procédé comprenant des étapes pour

- réaliser un modèle d'estimation d'une tension en circuit ouvert à partir de données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie, et de tensions en circuit ouvert correspondantes ;

- mettre en œuvre ledit modèle d'estimation pour estimer une tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie et desdites données expérimentales,

les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé.

[0013] Un autre objet de l'invention concerne un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé d'estimation selon l'invention, lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.

[0014] L'invention porte également sur un véhicule automobile comprenant un système d'estimation selon l'invention.

[0015] L'invention sera davantage détaillée par la description de modes de réalisation non limitatifs, et sur la base des figures annexées illustrant des variantes de l'invention, dans lesquelles :

- [fig.1] illustre schématiquement un système d'estimation d'une tension en circuit ouvert selon une variante préférée de l'invention dans un véhicule automobile ;

- [fig.2] illustre schématiquement les périodes de relaxation nécessaires pour atteindre un équilibre chimique correspondant à la mesure de tension en circuit ouvert, en roulage ; et

- [fig.3] illustre schématiquement un histogramme d'erreurs d'estimations obtenues en appliquant le système d'estimation selon la variante préférée avec un modèle d'apprentissage automatique à 5 neurones.

[0016] L'invention concerne un système d'estimation 3a d'une tension en circuit ouvert d'une batterie 1, en particulier une batterie de traction de véhicule automobile 5. Il s'agit par exemple d'un véhicule hybride ou électrique.

[0017] Le système 3a est basé sur un modèle d'estimation qui peut être ou comprendre un modèle statistique donné tel qu'un modèle basé sur une chaîne de Markov, une ou plusieurs cartographies ou des fonctions polynomiales.

[0018] De préférence, le modèle d'estimation est ou comprend un modèle d'apprentissage automatique par réseau de neurones. En particulier, il s'agit d'un modèle d'apprentissage automatique qui comprend une couche cachée de préférence à cinq neurones.

[0019] Le modèle d'estimation peut être une combinaison d'au moins deux de ces modèles, c'est-à-dire que le résultat obtenu avec deux modèles (ou plus) est corrigé ou moyenné

pour augmenter davantage la précision. L'invention peut être utilisée conjointement à un autre système d'estimation par exemple basé sur un filtre de Kalman.

- [0020] Le modèle d'estimation est réalisé à partir de données d'entrée qui sont liées aux paramètres de fonctionnement de la batterie 1. Ces paramètres peuvent comprendre une durée du trajet au moment de l'estimation, un courant tel qu'un courant moyen pendant le trajet au moment de l'estimation, une tension de cellule, une dérivée de la tension en circuit ouvert, un paramètre ambiant tel que la température initiale ou la température moyenne pendant la décharge, un état de charge estimé, un état de charge initial, une dérivée de la tension à l'instant présent, une intégrale de courant pendant un temps passé donné (ou horizon passé).
- [0021] L'invention peut être mise en œuvre avec des paramètres supplémentaires liés au fonctionnement de la batterie 1 et/ou des paramétrées ambiants supplémentaires liés à l'environnement de la batterie 1. Les paramètres listés ci-dessus ont l'avantage de pouvoir être facilement mesurés avec précision dans le véhicule automobile 5 (ou être issus de mesures dans le véhicule 5).
- [0022] Des variations de ces paramètres permettent d'obtenir des données expérimentales portant sur les paramètres de fonctionnement de la batterie 1, ainsi que les tensions en circuit ouvert correspondantes.
- [0023] Une fois les données expérimentales obtenues, elles sont prises en compte dans la mise en œuvre du modèle d'estimation en utilisation dans un véhicule automobile 5 correspondant aux expérimentations.
- [0024] Ainsi, sur la base d'une tension mesurée, le modèle d'estimation détermine une tension en circuit ouvert actuelle, en prenant en compte les paramètres de fonctionnement actuels de batterie 1 et lesdites données expérimentales.
- [0025] Selon l'invention, les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé, de préférence de 300 secondes.
- [0026] En particulier, l'invention propose d'appliquer un modèle pour estimer la tension en circuit ouvert dans la batterie 1 sur la base d'une méthode de type statistique : après un apprentissage sur une quantité suffisante de données, un algorithme est capable d'estimer la tension en circuit ouvert courante du véhicule 5 à partir de certaines informations sur le fonctionnement du véhicule 5, en particulier la durée du trajet au moment de l'estimation, le courant moyen pendant le trajet au moment de l'estimation, l'intégrale du courant sur les 5 dernières minutes, la tension de cellule mesurée, et l'état de charge initial.
- [0027] Avantagusement, la prise en compte de l'intégrale du courant sur un horizon passé permet d'inclure le comportement complet de la batterie 1 dans l'estimation, et de tenir compte de manière simple des changements de concentrations en ions à la surface et à l'intérieur de la batterie 1.

- [0028] L'invention est basée sur une estimation statistique prenant en compte à la fois le courant à travers une intégrale sur le passé proche et une moyenne sur tout le trajet, mais également la valeur courante de tension, permettant une estimation plus précise de la tension en circuit ouvert.
- [0029] Ainsi, la connaissance plus précise et temps-réel de la tension en circuit ouvert de la batterie 1, permet non seulement davantage de confort pour l'utilisateur, mais également une amélioration de certains aspects du fonctionnement du véhicule 5 par le biais d'un meilleur fonctionnement des algorithmes embarqués, notamment l'estimation de l'autonomie restante, les profils de charge ou encore une amélioration de l'estimation du taux de vieillissement.
- [0030] La [fig.1] illustre un schéma de fonctionnement d'une chaîne de traction électrique. La batterie 1 est le système de stockage d'énergie. La ou les machines électriques 2 prélèvent du courant dans la batterie 1 pour transmettre du couple C aux roues 4, ou la rechargent lors de phases de freinage récupératif.
- [0031] Le système de contrôle 3 comprenant un ou plusieurs calculateurs a pour fonction de contrôler (C_t) la machine électrique 2 sur la base de la demande en couple du conducteur (et sur la base de la consigne fournie par la gestion d'énergie dans le cadre d'un véhicule hybride). Il a également pour fonction de gérer la batterie 1 et notamment d'estimer la charge restante. Il inclut donc le système d'estimation 3a de l'invention.
- [0032] Il est possible d'intégrer un courant I à chaque instant pour en déduire la quantité d'énergie prélevée au fur et à mesure par la batterie 1. Cependant, l'imprécision sur la mesure du courant peut se traduire par une erreur sur l'estimation de l'état de charge pouvant être de l'ordre du pourcent. Pour améliorer ce résultat, il est possible de prendre en compte l'information fournie par la mesure de tension.
- [0033] La concentration en ions des électrodes va varier dans le temps lors de la charge ou la décharge de la batterie 1. La concentration n'est pas homogène spatialement : en fonctionnement, la concentration va d'abord varier en surface des particules constituant les électrodes, avant de diffuser vers l'intérieur de ces particules et réciproquement.
- [0034] La tension mesurable aux bornes de la cellule (U_{cell}) est l'image de la concentration en surface des particules constituant les électrodes, auxquelles viennent s'ajouter des chutes ohmiques liées à la résistance interne de la cellule et une chute de tension liée à la cinétique électrochimique (DR : Dynamique de réaction). En revanche, la tension en circuit ouvert (OCV_{RL}), à courant nul, est représentative de l'état de charge et est fonction des concentrations moyennes.
- [0035] Ces dernières ne sont appréciables qu'à l'équilibre électrochimique soit après une longue période de relaxation tel que le montre la partie gauche de la [fig.2] après un pulse de courant. La partie droite de la [fig.2] montre qu'il est impossible d'estimer

une tension en circuit ouvert (OCVCalc) pendant le roulage (Dr : dynamique de relaxation) dans le modèle simplifié de l'art antérieur. La référence Dd concerne une dynamique de décharge.

- [0036] S'il est donc impossible en fonctionnement d'estimer la tension en circuit ouvert de la batterie directement à partir de la mesure de la tension, cette mesure porte toutefois une information pertinente et peut donc être intégrée dans une estimation statistique au moyen du système tel que décrit précédemment.
- [0037] Le modèle d'estimation peut être réutilisé pour d'autres situations, notamment pour réaliser un apprentissage sur des données de charge ou de charge rapide pour estimer les tensions en circuit ouvert et les états de charge.
- [0038] L'invention concerne également un procédé d'estimation correspondant.
- [0039] Le procédé comprend une étape pour réaliser un modèle d'estimation de tension en circuit ouvert à partir de données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie 1, et de tensions en circuit ouvert correspondantes.
- [0040] Le modèle peut être un modèle du type mathématique et statistique pour estimer la tension en circuit ouvert à partir d'au moins les entrées suivantes correspondant aux paramètres de fonctionnement et d'environnement ambiant de la batterie :
- la durée du trajet au moment de l'estimation,
 - le courant moyen pendant le trajet, au moment de l'estimation,
 - l'intégrale du courant sur les 5 dernières minutes,
 - la tension de cellule mesurée,
 - l'état de charge initial.
- [0041] Pour réaliser l'apprentissage du modèle on a besoin de données. Pour les obtenir on peut utiliser un modèle haute-fidélité qui est très précis :
- On génère N profils de courants, par exemple en piochant de manière aléatoire des séquences issues de roulages réels ;
 - Une fois ces profils générés, on les simule à l'aide du modèle haute-fidélité ;
 - À l'issue des N simulations, on a donc N combinaisons d'entrées telles que décrites précédemment, associées à N tensions en circuit ouvert correspondantes, en sortie.
- [0042] Une fois ces données obtenues, il est possible d'utiliser une méthode d'apprentissage donnée pour réaliser un estimateur de la tension en circuit ouvert.
- [0043] Ainsi, le procédé comprend une étape pour mettre en œuvre ledit modèle d'estimation pour estimer une tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie 1 et desdites données expérimentales. Les paramètres de fonctionnement comprennent une intégrale de courant sur un horizon passé comme expliqué plus haut.
- [0044] Une étude a été réalisée avec comme modèle un réseau de neurones avec une couche cachée à 5 neurones, en simulant 500 nouveaux profils de charge, qui n'ont donc pas

servis à l'apprentissage.

- [0045] La [fig.3] illustre un histogramme d'erreurs d'estimations de tension en circuit ouvert (ErOCV) obtenues avec ces 500 nouveaux profils p.
- [0046] Cette estimation peut avoir lieu à tout instant (même en roulage), et fournit donc la tension en circuit ouvert, soit la valeur de tension vers laquelle le système converge si le véhicule s'arrêtait à l'instant présent. Une estimation précise de la tension en circuit ouvert est précieuse dans le cadre de l'estimation de l'état de charge. Ici on constate que la quasi-totalité des estimations présentent moins de 5mV d'erreur, ce qui est un très bon résultat.
- [0047] L'invention porte également sur un véhicule automobile 5 comprenant un système d'estimation 3a tel que décrit précédemment. Il s'agit par exemple d'un véhicule électrique ou d'un véhicule hybride.
- [0048] Par ailleurs, le système et le procédé permettent d'estimer une tension en circuit ouvert d'une batterie auxiliaire de véhicule équipé d'une pile à combustible.

Revendications

- [Revendication 1] Système d'estimation (3a) d'une tension en circuit ouvert d'une batterie de traction (1) de véhicule automobile (5), le système comprenant
- des données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie (1), et de tensions en circuit ouvert correspondantes ;
 - un modèle d'estimation de la tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie (1) et desdites données expérimentales,
- les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé.
- [Revendication 2] Système d'estimation (3a) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les paramètres de fonctionnement de la batterie (1) sont en outre choisis parmi une durée du trajet au moment de l'estimation, un courant tel qu'un courant moyen pendant le trajet au moment de l'estimation, un état de charge initial, une dérivée de la tension en circuit ouvert, un paramètre ambiant tel que la température, un état de charge estimé, une dérivée d'une tension à l'instant présent, ou plusieurs de ces paramètres.
- [Revendication 3] Système d'estimation (3a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que l'intégrale de courant sur l'horizon passé est relative à environ 300 secondes.
- [Revendication 4] Système d'estimation (3a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit modèle est choisi parmi des modèles basés sur une chaîne de Markov, des cartographies, des fonctions polynomiales ou une combinaison d'au moins deux de ces modèles.
- [Revendication 5] Système d'estimation (3a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit modèle est un modèle d'apprentissage automatique par réseau de neurones.
- [Revendication 6] Système d'estimation (3a) selon la revendication 5, caractérisé en ce que le modèle d'apprentissage automatique comprend une couche cachée à au moins cinq neurones.
- [Revendication 7] Procédé d'estimation d'une tension en circuit ouvert d'une batterie de traction (1) de véhicule automobile (5), le procédé comprenant des étapes pour
- réaliser un modèle d'estimation d'une tension en circuit ouvert à partir de données expérimentales de paramètres de fonctionnement de la batterie (1), et de tensions en circuit ouvert correspondantes ;
 - mettre en œuvre ledit modèle d'estimation pour estimer une d'une

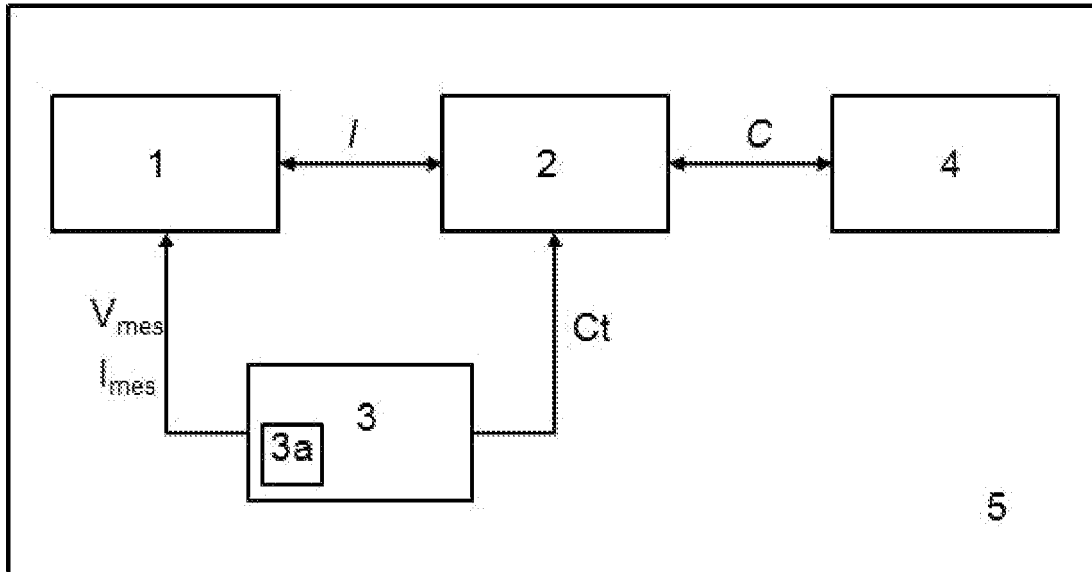
tension en circuit ouvert actuelle à partir d'une tension mesurée, de paramètres de fonctionnement actuels de batterie (1) et desdites données expérimentales,

les paramètres de fonctionnement comprenant une intégrale de courant sur un horizon passé.

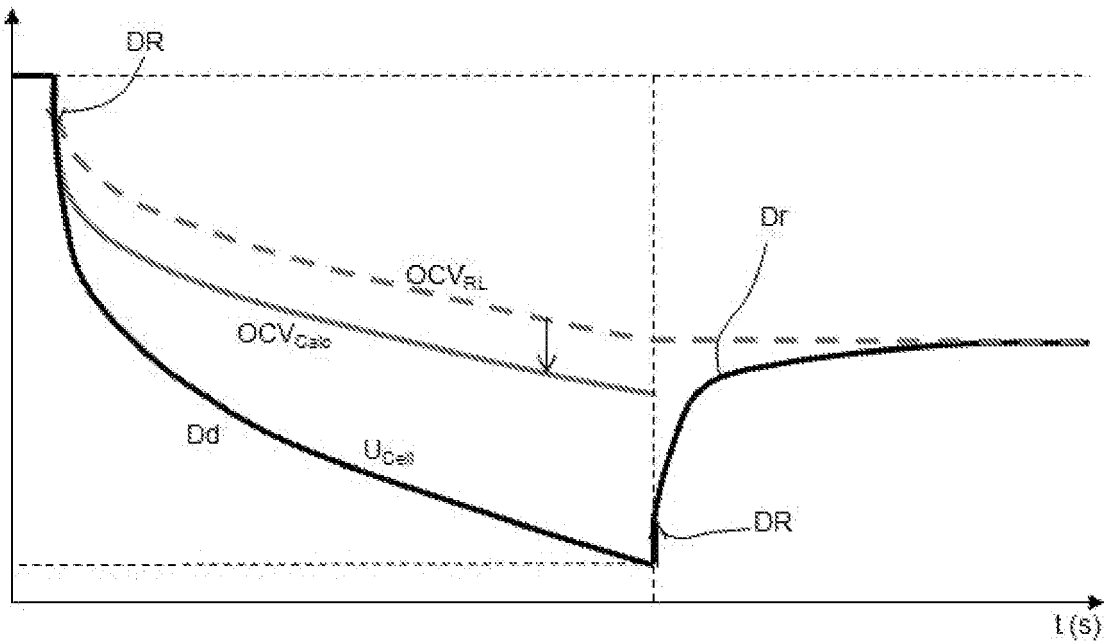
[Revendication 8] Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé d'estimation selon la revendication 7, lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.

[Revendication 9] Véhicule automobile (5) comprenant un système d'estimation (3a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

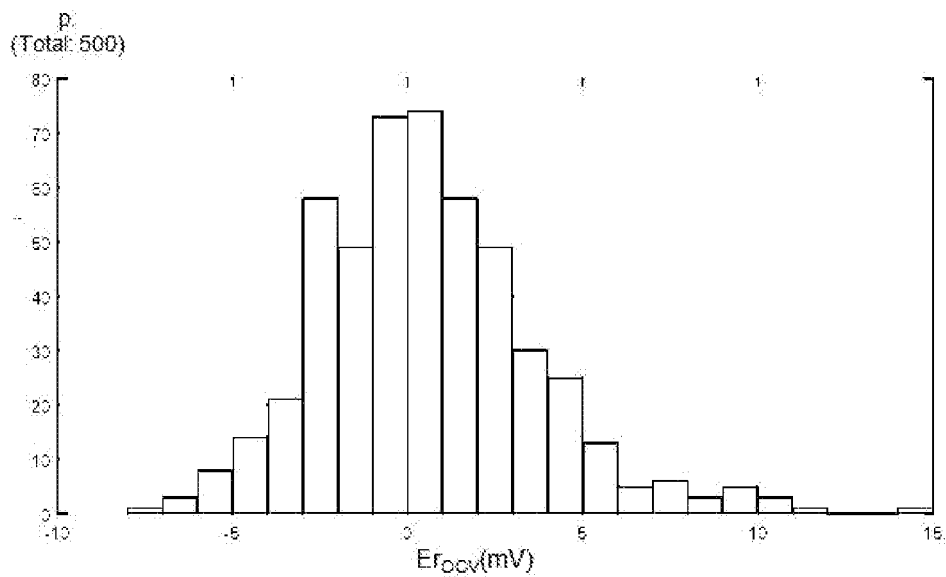
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 893417
FR 2103588

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	KR 2019 0075623 A (LG CHEMICAL LTD [KR]) 1 juillet 2019 (2019-07-01)	1, 2, 7-9	B60L58/10 G06N3/02
Y	* alinéas [0032] - [0110]; figures 1-4 * -----	3-6	
X	JP 2012 149947 A (CALSONIC KANSEI CORP; KEIO GIJUKU) 9 août 2012 (2012-08-09) * alinéas [0019] - [0045]; figures 1-4 * -----	1, 2, 7-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60L H02J H01M G01R
X	HANNAN M A ET AL: "A review of lithium-ion battery state of charge estimation and management system in electric vehicle applications: Challenges and recommendations", RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, ELSEVIERS SCIENCE, NEW YORK, NY, US, vol. 78, 10 mai 2017 (2017-05-10), pages 834-854, XP085131309, ISSN: 1364-0321, DOI: 10.1016/J.RSER.2017.05.001	1, 2, 7-9	
Y	* le document en entier * -----	5, 6	
X	EP 3 044 601 B1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 11 décembre 2019 (2019-12-11) * figures 1, 2, 5, 7 * * alinéas [0021] - [0066] * -----	1, 2, 7-9	
X	US 2021/018924 A1 (SZUBBOCSEV ZOLTAN [DE]) 21 janvier 2021 (2021-01-21) * figures 7-10 * -----	1, 2, 7-9	
X	EP 2 963 434 A1 (FOUNDATION SOONGSIL UNIV INDUSTRY COOPERATION [KR]) 6 janvier 2016 (2016-01-06)	1, 2, 7-9	
Y	* alinéas [0008] - [0069]; figures 1-3 * -----	3, 4	
Date d'achèvement de la recherche 23 décembre 2021		Examineur Spicq, Alexandre	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2103588 FA 893417**

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 **23-12-2021**
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 au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 20190075623 A	01-07-2019	CN 110622018 A	27-12-2019
		EP 3627173 A1	25-03-2020
		JP 6930688 B2	01-09-2021
		JP 2020520623 A	09-07-2020
		KR 20190075623 A	01-07-2019
		US 2020341071 A1	29-10-2020
		WO 2019124877 A1	27-06-2019
JP 2012149947 A	09-08-2012	CN 103328997 A	25-09-2013
		EP 2667211 A1	27-11-2013
		JP 5318128 B2	16-10-2013
		JP 2012149947 A	09-08-2012
		US 2013297243 A1	07-11-2013
		WO 2012098770 A1	26-07-2012
EP 3044601 B1	11-12-2019	EP 3044601 A1	20-07-2016
		FR 3010532 A1	13-03-2015
		JP 6449303 B2	09-01-2019
		JP 2016536605 A	24-11-2016
		US 2016202324 A1	14-07-2016
		WO 2015036453 A1	19-03-2015
US 2021018924 A1	21-01-2021	CN 112020687 A	01-12-2020
		EP 3769175 A1	27-01-2021
		US 2019294173 A1	26-09-2019
		US 2021018924 A1	21-01-2021
		WO 2019183222 A1	26-09-2019
EP 2963434 A1	06-01-2016	CN 105223506 A	06-01-2016
		EP 2963434 A1	06-01-2016
		US 2015377974 A1	31-12-2015