(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 095 993**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **19 05098**

(51) Int Cl[8] : ***B 60 L 58/26*** *(2019.01), H 01 M 10/625, H 02 J 7/04, B 60 L 58/12, 53/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.05.19.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 20.11.20 Bulletin 20/47.

(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.

(72) **Inventeur(s) :** SIMONETTI MARCO, SIMON ANTOINE et DE FLAUGERGUES VINCENT.

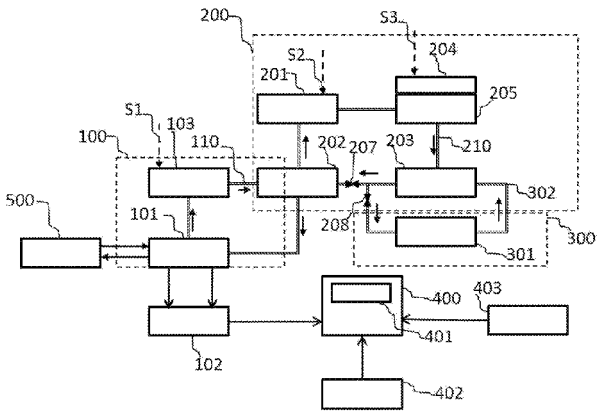
(73) **Titulaire(s) :** PSA Automobiles SA Société anonyme.

(74) **Mandataire(s) :**

(54) PROCEDE DE GESTION THERMIQUE D'UNE BATTERIE DE TRACTION POUR UNE CHARGE RAPIDE.

(57) La présente invention a pour objet un procédé de gestion thermique d'une batterie de traction (101) d'un véhicule lors d'une charge électrique sur une borne extérieure, dans lequel un paramètre de limitation de fonctionnement d'un système de régulation thermique (100, 200, 300) contrôle la puissance thermique maximale transférable à la batterie (101) en chauffage et/ou en refroidissement et régule le niveau de nuisance vibratoire et/ou sonore de fonctionnement dudit système de régulation thermique (100, 200, 300), un premier mode de régulation thermique étant configuré de sorte qu'une première valeur prédéterminée dudit paramètre de limitation limite ladite puissance thermique transférable à la batterie (101) à une première puissance thermique. Selon l'invention, un deuxième mode de régulation thermique est configuré de sorte qu'une deuxième valeur prédéterminée dudit paramètre de limitation limite ladite puissance thermique transférable à la batterie (101) à une deuxième puissance thermique supérieure à la première puissance thermique.

Figure 1



FR 3 095 993 - A1

Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE GESTION THERMIQUE D'UNE BATTERIE DE TRACTION POUR UNE CHARGE RAPIDE

[0001] Le domaine de l'invention concerne un procédé de gestion thermique d'une batterie de véhicule, en particulier de véhicule automobile lors des charges électriques rapides pouvant atteindre 350kW.

[0002] A ce jour, l'autonomie de roulage qui reste inférieure aux véhicules à motorisation thermique, la disponibilité des bornes de recharges et la durée de charge électrique des batteries sont des causes encore rédhibitoires pour l'achat de véhicule électriques ou hybrides. Néanmoins, les dernières avancées technologiques ont permis aux constructeurs de proposer des véhicules munis de batteries de grande capacité (jusqu'à 120kW) offrant ainsi une autonomie allant jusqu'à 500km. Pour rendre ces véhicules utilisables sur autoroute, il a été nécessaire de déployer des bornes de recharge de haute puissance HPC, pour « High Power Charge » selon l'acronyme anglais. La réglementation des infrastructures électriques des bornes de recharges prévoit à ce jour des puissances pouvant atteindre 350kW de manière à opérer une recharge complète d'une batterie de grande capacité en vingt ou trente minutes environ.

[0003] Cependant, dans ces conditions de recharge, la gestion thermique des batteries est confrontée à d'importantes puissances thermiques à dissiper en un laps de temps réduit pour maintenir les cellules électriques dans des plages de fonctionnement garantissant la sécurité du véhicule et évitant un vieillissement accéléré des cellules.

[0004] Pour une charge HPC, une stratégie de régulation thermique consiste à maintenir la température de la batterie en dessous d'un seuil maximal fixé à 50°C environ. Cependant, très rapidement au cours d'une telle recharge, la température atteint ce seuil maximal, et ce, malgré l'action de refroidissement du système de régulation thermique amené très rapidement à ses capacités frigorifiques maximales. Pour empêcher une montée en température, il est donc souvent nécessaire d'imposer une limitation du courant de charge ce qui allonge la durée de la charge. De plus, une fois la charge électrique terminée, il est alors nécessaire d'opérer une phase de pré-conditionnement thermique de la batterie avant le roulage pour abaisser sa température à un niveau d'environ 30°C permettant une puissance nominale de décharge maximum dans un mode électrique pur. Or, cette phase de pré-conditionnement retarde également le départ en roulage.

[0005] Pour éviter ce retard lié au pré-conditionnement thermique de la batterie, on connait le document WO2012059551A1 proposant une stratégie de gestion thermique visant à

atteindre une température cible en fin de recharge pour permettre un début de roulage immédiatement après la fin de la charge. Cependant, la stratégie de pré-conditionnement est également dépendante des performances thermiques du système de refroidissement qui est bien souvent un facteur de limitation du courant de charge.

[0006] D'autres stratégies visent à réguler la température de la batterie à la température cible tout au long de la recharge, au détriment de la puissance de charge adressée à la batterie du fait de la consommation électrique de la boucle de refroidissement du véhicule. Quand bien même l'interface de recharge du véhicule serait en capacité d'accepter de très haut courant de charge, le dimensionnement et la configuration de fonctionnement du système de régulation thermique ne sont pas adaptés pour assurer la dissipation totale des calories lors d'une charge HPC à son potentiel maximum. En effet, les constructeurs privilégient généralement le confort habitacle et les critères de configuration prévoient notamment d'assurer en tout premier lieu les demandes énergétiques pour les besoins thermiques de l'habitacle et pour la charge électrique de la batterie au détriment des besoins de la boucle de refroidissement de la batterie.

[0007] Par ailleurs, des critères NVH, pour « Noise-Vibration-Harshness » selon l'acronyme anglais, limitent le régime de rotation des actionneurs du véhicule susceptibles de transmettre des nuisances mécaniques vers l'habitacle. C'est le cas par exemple des pompes électriques du véhicule et du compresseur de la boucle de régulation thermique dont le régime de rotation est limité à une valeur maximale imposée par la fonction NVH. Les critères NVH affectent par conséquent le potentiel de dissipation thermique pour la batterie ce qui entraine une limitation du courant de charge.

[0008] Il existe donc un besoin de palier les problèmes précités et de proposer une solution de charge électrique améliorée permettant de réduire le temps de charge sur une borne HPC. Un autre objectif de l'invention est de proposer une stratégie de contrôle de la recharge permettant un roulage immédiat à la suite de la charge électrique pour des trajets de type autoroute.

[0009] Plus précisément, l'invention concerne un procédé de gestion thermique d'une batterie de traction d'un véhicule, dans lequel un paramètre de limitation de fonctionnement d'un système de régulation thermique contrôle la puissance thermique maximale transférable à la batterie en chauffage et/ou en refroidissement et régule le niveau de nuisance vibratoire et/ou sonore de fonctionnement dudit système de régulation thermique, le procédé comportant un premier et un deuxième mode de régulation thermique de la batterie pilotés lors d'une charge électrique de ladite batterie, le premier mode de régulation thermique étant configuré de sorte qu'une première valeur prédéterminée dudit paramètre de limitation limite ladite puissance thermique transférable à la batterie à une première puissance thermique. Selon l'invention, le deuxième mode de régulation thermique est configuré de sorte qu'une deuxième valeur

prédéterminée dudit paramètre de limitation limite ladite puissance thermique transférable à la batterie à une deuxième puissance thermique supérieure à la première puissance thermique.

[0010] Selon une variante, le deuxième mode de régulation thermique est activé lorsque l'état de charge instantané de la batterie atteint un seuil de déclenchement d'état de charge lors de la charge électrique.

[0011] Selon une variante, avant l'atteinte du seuil de déclenchement, le système de régulation thermique est piloté de sorte à maintenir la batterie à une température inférieure ou égale à une première température maximale prédéterminée et après l'atteinte du seuil de déclenchement, le système de régulation thermique est piloté de sorte à réguler la température de la batterie à une deuxième température cible de consigne.

[0012] Selon une variante, le seuil de déclenchement est calculé dynamiquement en fonction au moins de la deuxième température cible, de la deuxième puissance thermique transférable à la batterie et d'un état de charge cible planifié en fin de charge de sorte que la batterie atteigne la deuxième température cible en fin de la charge électrique.

[0013] Selon une variante, le deuxième mode de régulation thermique est actif tant que la température instantanée de la batterie est supérieure à la deuxième température cible.

[0014] Selon une variante, le premier mode de régulation est actif lorsque la température instantanée de la batterie est inférieure à la deuxième température cible.

[0015] Selon une variante, la deuxième température cible est une valeur de température de la batterie prédéterminée garantissant une puissance nominale de décharge prédéterminée de la batterie pour un mode de roulage planifié immédiatement à la fin de ladite charge électrique.

[0016] Selon une variante, le procédé comporte en outre la configuration dudit paramètre de limitation à une troisième valeur prédéterminée lors de l'activation dudit mode de roulage planifié de sorte à garantir une troisième puissance thermique transférable à la batterie lors dudit mode de roulage, et la deuxième puissance thermique transférable est supérieure à ladite troisième puissance thermique.

[0017] Selon une variante, le paramètre de limitation détermine le régime de rotation maximum autorisé d'au moins un actionneur rotatif dudit système de régulation thermique, tel un compresseur, une pompe ou un ventilateur, et la deuxième valeur prédéterminée en régime dudit paramètre de limitation est supérieure à la première valeur prédéterminée en régime.

[0018] Selon une variante, la deuxième valeur prédéterminée en régime dudit paramètre de limitation est la valeur maximale du potentiel de commande en régime de l'actionneur rotatif.

[0019] L'invention prévoit un véhicule automobile comportant une unité de commande

configurée pour mettre l'un quelconque des modes de réalisation du procédé de gestion thermique selon l'invention.

[0020] L'invention prévoit en outre un produit programme-ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par une unité de commande du système de régulation thermique, conduisent celui-ci à mettre en œuvre l'un quelconque des modes de réalisation du procédé de gestion thermique selon l'invention.

[0021] En autorisant un contournement temporaire des limitations NVH, l'invention réduit le temps de charge d'une charge HPC pour que le véhicule soit en condition d'opérer un roulage purement électrique à une puissance nominale de décharge optimale immédiatement après la fin de la charge.

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaitront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit comprenant des modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, dans lesquels :

[0023] [fig.1] représente une architecture fonctionnelle d'un véhicule automobile équipé d'une batterie rechargeable permettant la mise en œuvre du procédé de gestion thermique selon l'invention.

[0024] [fig.2] représente des graphiques illustrant le pilotage des signaux de commande du système de régulation thermique lors de l'exécution du procédé de gestion thermique selon l'invention.

[0025] [fig.3] représente un synoptique d'un mode de réalisation du procédé de gestion thermique selon l'invention.

[0026] L'invention concerne le domaine de la charge électrique d'une batterie de traction d'un véhicule à partir d'une source d'énergie extérieure au véhicule (réseau domestique ou infrastructure électrique dédiée à la charge électrique de véhicule) et trouve une application particulièrement avantageuse pour les recharges électriques dites rapides fournissant une puissance de recharge supérieure à 50 kW et pouvant atteindre 350kW. L'invention s'applique aux systèmes de batterie de véhicule automobile à traction purement électrique et aux véhicules hybrides électriques rechargeables disposant d'une interface de recharge.

[0027] La figure 1 représente une architecture fonctionnelle d'un véhicule comportant au moins un module de traction électrique comprenant un train de roues, une machine électrique de traction alimenté en énergie par une batterie de traction 101, un système de régulation thermique comprenant une boucle de régulation thermique principale 200, une boucle secondaire de régulation thermique de la batterie 100, une boucle secondaire de régulation thermique de l'habitacle 300, et une unité de commande du véhicule 400, couramment appelé également superviseur, ECU ou VCU pour « Electric Control Unit » et « Vehicule Control Unit » en anglais.

[0028] Conventionnellement, la batterie de traction 101 est formée de plusieurs cellules électriques pour le stockage d'énergie électrique et est pilotée par un module de contrôle spécifique BMS 102 (« Battery Management System » en anglais) dont la fonction est de piloter les cycles de recharge et de décharge lors des différentes situations de vie rencontrées par le véhicule, que ce soit en roulage, à l'arrêt, ou bien encore lorsque le véhicule est connecté à une borne de recharge 500. Le véhicule comprend notamment une interface de recharge destinée à coopérer avec une borne extérieure de recharge 500.

[0029] Le module de contrôle BMS 102 a notamment pour fonction le pilotage du courant de charge. Le courant de charge peut être déterminé en fonction de la température instantanée de la batterie, du courant de charge délivrable par la borne de recharge 500, de l'état de charge SOC (« State of Charge » en anglais), de critère de vieillissement de la batterie ou bien encore de stratégies de charge planifiée en fonction du trajet prévu du véhicule.

[0030] Dans le cadre d'une charge HPC, les stratégies de pilotage du courant de charge visent le plus souvent à obtenir un temps de charge minimum et à bénéficier du courant de charge maximum accepté par la batterie à chaque instant de la charge électrique. La détermination de la valeur du courant de charge optimal n'est pas ici l'objet de l'invention et peut être dépendante de diverses stratégies de charge propres à chaque constructeur.

[0031] L'invention décrite dans la présente description concerne plus précisément la gestion thermique de la batterie qui est une autre fonctionnalité essentielle de la charge pour bénéficier du courant de charge optimal, et adresse en particulier le contrôle du système de régulation thermique du véhicule. Le procédé de gestion thermique de l'invention s'applique en coopération de tout type de stratégie de pilotage du courant de charge, et en particulier vise les stratégies de charge HPC où la valeur du courant de charge est égale ou supérieur à 1 C-rate, soit un courant de charge constant permettant la charge de la capacité entière de la batterie en une heure ou moins, 30 minutes pour un courant constant d'une valeur de 2 C-rate.

[0032] De façon connue en soi, le dispositif de contrôle BMS 102 de la batterie 101 peut agir en régulation de courant de manière à empêcher les cellules électriques de dépasser des limites de fonctionnement critique définies selon l'électro-chimie constituant la batterie, par exemple un seuil de température minimal égal à environ 15°C et un seuil de température maximal égal à environ 60°C. A cet effet, le dispositif de contrôle BMS 102 est apte à imposer des limitations de courant graduelles entre une valeur maximale et une valeur minimale dont les valeurs sont déterminées par la température instantanée de la batterie, pour atteindre un courant nul lorsque la température du système de batterie atteint 60°C par exemple. Ces limitations sont susceptibles

d'augmenter le temps de charge en cas de saturation en température, d'où l'importance de la gestion thermique.

[0033] De plus, le dispositif de contrôle BMS 102 est apte à commander un mode de régulation thermique en coopérant avec le système de régulation thermique du véhicule de sorte à transférer une puissance thermique à la batterie en chauffage et en refroidissement.

[0034] Le dispositif de contrôle BMS 102 comporte des moyens de mesure des paramètres d'activités de la batterie et est apte à fournir des informations concernant ses paramètres utilisables par l'unité de commande VCU 400 pour déclencher un mode de régulation thermique. Parmi les paramètres utilisables on peut citer notamment le niveau d'état de charge SOC (« State of Charge »), la température instantanée, la température maximale acceptable, une température de consigne, la tension aux bornes de la batterie, le courant de charge/décharge, un courant de charge accepté en fonction du niveau d'état de charge et de la température instantanée, la résistance interne ou bien les paramètres d'état de santé.

[0035] Typiquement, le système de régulation thermique du véhicule comporte une boucle principale 200 qui est constituée d'un circuit principal 210 dans lequel circule un fluide frigorigène comportant au moins un compresseur 201, un condenseur 205, un détendeur et un évaporateur. Dans le cas d'un véhicule électrique et véhicule hybride rechargeable, bien souvent le système de régulation thermique comporte en plus une ou plusieurs boucles secondaires (comme représenté en figure 1), comportant chacune un échangeur thermique pouvant fonctionner comme un évaporateur, dédiées aux besoins thermiques spécifiques de la batterie, l'habitacle ou bien encore un module de traction du véhicule. Néanmoins, le procédé de gestion thermique selon l'invention s'appliquerait également à d'autres variantes de systèmes de régulation. La portée du procédé selon l'invention n'est aucunement limitée par l'architecture physique du système de régulation thermique.

[0036] Selon l'architecture de la figure 1, comme c'est le cas généralement des véhicules électriques et hybrides rechargeables équipés de batterie de traction de haute puissance, le véhicule est équipé en outre de la boucle secondaire 100 comportant un circuit secondaire de refroidissement 110 dans lequel circule un fluide secondaire permettant de transférer une puissance thermique entre la batterie et la boucle principale au moyen d'un échangeur thermique 202 (appelé également « chiller »). L'échangeur thermique 202 est un échangeur de type fluide frigorigène-fluide secondaire. La boucle secondaire 100 comprend en outre une pompe hydraulique faisant circuler le fluide secondaire, ici de l'eau glycolée, à travers une plaque ou des tubes en contact avec la masse thermique de la batterie 101 afin de puiser des calories qui sont ensuite évacuées par évaporation du fluide frigorigène dans l'échangeur thermique 202.

[0037] Par ailleurs, la boucle secondaire 300 est montée en parallèle de l'échangeur thermique 203 et permet de faire circuler le fluide frigorifique à travers un circuit secondaire 302 depuis une sortie de l'échangeur thermique 203 vers un autre échangeur thermique d'habitacle 301 pour ensuite revenir à l'entrée de l'échangeur thermique 203.

[0038] La circulation du fluide secondaire dans la boucle 100 est assurée par la pompe 103 dont la puissance est pilotée au moyen d'un signal de commande S1 contrôlé par l'unité de commande VCU. Le signal de commande S1 est un signal analogique ou numérique apte à piloter le régime de rotation de la pompe, défini en unité tours/minute par exemple.

[0039] Identiquement, le compresseur 201 est piloté au moyen d'un signal de commande S2 contrôlé par l'unité de commande VCU. Le signal de commande S2 est un signal analogique ou numérique apte à piloter le régime de rotation du compresseur, défini en unité tours/minute par exemple.

[0040] Par ailleurs, le système de régulation thermique peut comprendre un ventilateur 204 piloté au moyen d'un signal de commande S3 contrôlé par l'unité de commande VCU. Le signal de commande S3 est un signal analogique ou numérique apte à piloter le régime de rotation du ventilateur, défini en unité tours/minute par exemple.

[0041] La pompe 103, le compresseur 201 et le ventilateur 204 sont des actionneurs rotatifs susceptibles d'émettre des nuisances sonores et vibratoires perceptibles par les passagers du véhicule. Pour améliorer le confort habitacle, l'unité de commande 400 comporte un module de contrôle NVH 401 dont la fonction est de réguler le niveau de nuisance en fonction de paramètres de limitations Lnvh imposant des limites de fonctionnement en régime de rotation. Plus précisément, le régime de rotation de la pompe 103, du compresseur 201 et du ventilateur 204 sont pilotable entre dans une plage de valeurs comprises entre [0%-100%], où 0% est le régime minimum et 100% le potentiel maximum pour lequel le niveau de nuisance sera maximum. Les paramètres de limitation Lnvh imposent une valeur maximale de régime qui est inférieure au potentiel maximum de régime. Les valeurs des limites Lnvh sont prédéterminées et mémorisées en mémoire de l'unité de commande VCU.

[0042] La boucle principale 200 du fluide frigorigène comporte en outre des moyens de pilotage de circulation du fluide frigorigène 207, 208 pour distribuer la circulation du fluide frigorigène vers les zones à réguler thermiquement et qui sont ici des vannes dont le débit est piloté par l'unité de commande VCU 400 mettant en œuvre la fonction de gestion thermique du véhicule selon l'invention.

[0043] La vanne 208 permet de piloter le débit du fluide frigorigène dans la boucle secondaire 300 entre un état de fermeture et un état d'ouverture. La vanne 208 peut être pilotée à des états intermédiaires de manière à réguler le débit du fluide frigorigène et

piloter la puissance thermique transférable à l'échangeur thermique 301.

[0044] De plus, la vanne 207 est positionnée en aval de l'échangeur thermique 203 et en amont de l'échangeur thermique 202. La vanne 207 permet de piloter le début du fluide frigorigène dans la boucle secondaire 300 entre un état de fermeture et un état d'ouverture. La vanne 207 peut être pilotée à des états intermédiaires de manière à réguler le débit du fluide frigorigène et piloter la puissance thermique transférable à l'échangeur thermique 301.

[0045] Ainsi, le pilotage coordonné des vannes 207 et 208 permet de réguler la distribution de la puissance thermique disponible dans la boucle principale 200 entre les besoins thermiques de la batterie et les besoins thermiques de l'habitacle. De plus, le pilotage du régime de rotation du compresseur 201, de la pompe 103 et du ventilateur 204 permet d'augmenter ou de diminuer la puissance thermique de refroidissement et de chauffage à la batterie 101.

[0046] Selon le procédé de gestion thermique mis en œuvre par l'invention, les limites NVH sont alors judicieusement désactivées, contournées ou modifiées de manière à permettre le fonctionnement de la pompe 103, du compresseur 201 et du ventilateur 204 à une valeur permettant un transfert de puissance thermique au potentiel maximum du système de refroidissement. Ainsi, le procédé autorise temporairement un refroidissement ou chauffage de puissance thermique supérieure au fonctionnement nominal en fin de charge électrique pour atteindre la température cible préconisée pour le roulage planifié en fin de charge. Dans ce mode de réalisation préférentiel, le procédé de gestion thermique autorise le pilotage du régime de rotation des actionneurs rotatifs au potentiel de régime maximum en fin de charge électrique.

[0047] Enfin, on notera qu'un module fonctionnel 402 est prévu pour transmettre à l'unité de commande VCU les paramètres de préférences utilisateurs pour piloter la thermique habitacle (consigne de température par exemple) et qu'un module fonctionnel 403 a pour fonction de transmettre les données relatives à la navigation du véhicule (trajet, type de parcours, distance restante).

[0048] En figure 2, on représente une situation de charge électrique du véhicule sur une borne de recharge HPC pour laquelle l'état de charge de la batterie croit d'une valeur SOCmin à un instant t0 jusqu'à une valeur SOCmax planifiée qui est atteinte à un instant t2. Après l'instant t2, une phase de roulage est prévue et l'état de charge décroit du fait de l'énergie électrique puisée pour les besoins du module de traction. Lors de cette situation de charge électrique, le procédé de gestion thermique selon l'invention est exécuté par l'unité de commande du véhicule.

[0049] Plus précisément, la figure 2 contient trois graphiques où un graphique supérieur représente l'évolution de la température et de l'état de charge de la batterie lors de la charge électrique HPC puis lors du roulage, un graphique central représente l'état des

signaux S1, S2, S3 de pilotage du régime de rotation de la pompe, du compresseur et du ventilateur du système de régulation thermique respectivement, et un graphique inférieur représente la puissance de refroidissement Pcool transférée à la batterie et la puissance générée Pgen par la batterie lors de la charge électrique HPC de la batterie.

[0050] Comme on le voit sur le graphique supérieur, la température initiale de la batterie à t0 est égale à la valeur Tcib. La valeur Tcib correspond ici à la valeur de consigne de la régulation thermique de la batterie pour un roulage avant charge électrique et pour un roulage après la charge électrique. Cette situation correspond à une charge électrique opérée au cours d'un trajet sur autoroute. Toutefois, la température initiale à l'instant t0 pourrait être distincte de la consigne de température en fin de charge selon la situation de roulage. Pour ce mode de réalisation, la température cible Tcib est par exemple égale à 30°C environ.

[0051] Par ailleurs, la valeur Tmax de la batterie est la valeur maximale acceptée en charge et pour laquelle est généralement commandée une limitation de courant de charge. Tmax est par exemple égale à environ 50°C. Entre t0 et t1, le procédé de gestion thermique commande un mode de régulation thermique MR1 configuré pour que la batterie ne dépasse pas Tmax.

[0052] On notera que lorsque la batterie est à une température de valeur Tmax, la puissance nominale disponible de la batterie en décharge (c'est-à-dire pour une situation de vie en roulage) n'est pas compatible d'un roulage sur autoroute. C'est pourquoi le procédé de gestion thermique opère une phase de régulation thermique MR2 entre l'instant t1 et t2 lors de la charge électrique pour préconditionner la batterie à la température Tcib pour laquelle la puissance nominale en décharge est maximale, permettant ainsi un roulage purement électrique sur autoroute.

[0053] Plus précisément, lors de la phase MR2 le système de régulation thermique désactive ou modifie les limitations de régime NVH de la pompe, du compresseur et du ventilateur pour que le régime de rotation soit pilotable jusqu'au potentiel maximum. Exceptionnellement, pour atteindre rapidement la valeur de consigne Tcib à l'instant de fin de charge, on accepte que le niveau sonore et vibration soit plus élevé. Il peut être prévu qu'un message d'information (via un message tableau de bord ou audio par exemple) soit transmis aux passagers pour que cette situation ne les surprenne pas ou ne leur fasse penser à une défaillance du véhicule.

[0054] Comme on le voit en figure 2, selon le procédé de gestion thermique de l'invention, les paramètres de limitation Lnvh de chacun des organes rotatifs sont configurés successivement à une première valeur nominale V1_S1, V1_S2 et V1_S3 lors de la charge électrique lors du premier mode de régulation MR1, à une deuxième valeur de régime maximal V2_S1, V2_S2 et V2_S3 en fin de charge lors du deuxième mode de régulation MR2, puis à une troisième valeur lors du roulage V3_S1, V3_S2 et V3_S3

lors d'un troisième mode de régulation MR3. Ces valeurs dépendent du niveau sonore et/ou de vibration de fonctionnement du système de régulation thermique ressenti à bord de l'habitacle pour chacune de ces situations de vie du véhicule. Ces valeurs sont prédéterminées et mémorisées en mémoire de l'unité de commande VCU en fonction du niveau de nuisance sonore calibré pour chacune des situations de vie du véhicule adressées.

[0055] En variante, les valeurs V2_S1, V2_S2 et V2_S3 peuvent correspondre à des valeurs intermédiaires entre les valeurs V1_S1, V1_S2 et V1_S3 et les valeurs du régime potentiel maximal des actionneurs rotatifs. La stratégie de gestion thermique vise à autoriser temporairement un niveau de nuisance supérieur des actionneurs rotatifs en fin de charge électrique pour atteindre la consigne de température cible sous courant de charge élevé.

[0056] En figure 3, on a représenté un mode de réalisation préférentiel du procédé de gestion thermique de la batterie selon l'invention. Comme indiqué plus haut, l'invention propose notamment de mettre en œuvre, au sein d'un véhicule, un procédé de gestion thermique de la batterie destiné à préconditionner thermiquement la batterie en fin de charge électrique afin d'augmenter la puissance de refroidissement pour atteindre une température cible prédéterminée alors que la puissance de refroidissement sature à son niveau maximal nominal.

[0057] Cette mise en œuvre peut se faire au moyen d'une unité de commande du véhicule VCU comme illustré non limitativement sur la figure 1. Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le procédé pourrait être implanté dans un module externe à l'unité de commande VCU, tout en étant couplé à cette dernière. Dans ce dernier cas, le module externe peut être lui-même agencé sous la forme d'un calculateur dédié comprenant un éventuel programme dédié, par exemple. Par conséquent, le module de mise en œuvre du procédé de gestion thermique, selon l'invention, peut être réalisé sous la forme de modules logiciels (ou informatiques (ou encore « software »)), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels ».

[0058] A une première étape 31 d'initialisation de la charge électrique de la batterie, le véhicule est connecté à une borne de recharge extérieure. L'étape d'initialisation 31 consiste à paramétrer l'opération de charge électrique en fonction des conditions initiales connues via le dispositif de contrôle BMS du véhicule (notamment la température instantanée, l'état de charge SOC et la puissance de refroidissement disponible pour la batterie), via l'interface de recharge du véhicule (notamment le courant de charge disponible et la tension de recharge), via le dispositif de navigation du véhicule (notamment le trajet restant et le type de parcours) et via l'unité de commande VCU du véhicule (notamment les besoins habitacle et les configuration

NVH).

[0059] Lors de l'étape d'initialisation 31, le procédé détermine notamment les valeurs de paramétrage des modes de régulation thermiques, en particulier les valeurs des limitations NVH des actionneurs rotatifs du système de régulation thermique et les paramètres de déclenchement du deuxième mode de régulation thermique lors de la charge électrique qui permettant d'atteindre la température cible Tcib à l'instant de fin de charge électrique. Le procédé détermine également une valeur cible d'état de charge planifiée mettant fin à la charge électrique, par exemple en fonction de la destination et du trajet prévu immédiatement après la charge.

[0060] Une fois l'étape d'initialisation terminée, le procédé comporte une étape de charge électrique de la batterie 32, débutant à l'instant t0 en référence à la figure 2, durant laquelle un courant de charge est délivré à la batterie et où la température maximale acceptée est la valeur Tmax, environ par exemple à 50°C. Lors de cette première phase de charge entre t0 et t1, le premier mode de régulation thermique MR1 est activé. Lors du mode MR1, le régime de la pompe de la boucle secondaire de refroidissement 100 de la batterie, en référence à la figure 1, est limité à la valeur V1_S1 du fait des limitations NVH nominales. Dans un premier temps, seul le fluide frigorigène de la boucle secondaire 100 est en circulation, puis la boucle principale de refroidissement est configurée pour entrer en action de refroidissement au besoin pour augmenter la puissance de refroidissement Pcool, notamment lorsque la température instantanée de la batterie s'approche de la limite Tmax.

[0061] On peut néanmoins envisager en variante que la boucle secondaire et la boucle principale agissent graduellement en refroidissement dès l'instant t0. On rappelle que lors de l'action du mode MR1, les régimes de la pompe, du compresseur et du ventilateur sont limités par la fonction NVH de l'unité de commande VCU à des valeurs inférieures au potentiel maximum pour réduire le niveau de nuisance des actionneurs.

[0062] A une étape 33, le procédé détecte que la température instantanée Tbat de la batterie est égale ou supérieure à la température maximale Tmax. Le procédé active par conséquent, à une étape 34, la boucle principale de refroidissement 200 dont la valeur de régime maximal est encore la valeur V1_S2. A cet instant, la pompe de la boucle secondaire, le compresseur et le ventilateur de la boucle principale sont pilotable en régime tournant à des valeurs plafonnées par les valeurs prédéterminées des limites NVH V1_S1, V1_S2 et V1_S3.

[0063] Lorsque les valeurs de régime sont pilotées aux limites NVH, la puissance de refroidissement Pcool est à son niveau maximum P1max pour le mode MR1. La puissance générée Pgen est quant à elle dépendante du courant de charge et de la température instantanée. Dans le cas d'une charge HPC, il est probable que la batterie atteigne la température Tmax et que le système de refroidissement sature à son potentiel de refroi-

dissement maximum. Pour maintenir la température de la batterie Tbat en-dessous de la température Tmax, le dispositif de contrôle BMS pilote un courant de charge pour lequel la puissance générée Pgen est à une valeur égale à la puissance Pcool maximal, ou à une valeur inférieure au détriment du temps de charge.

[0064] A une étape 35, le procédé détecte à l'instant t1 que l'état de charge instantané SOC de la batterie a atteint un seuil de déclenchement SOCst autorisant le déclenchement du deuxième mode de régulation MR2. D'autres variantes de déclenchement d'autorisation du deuxième mode de régulation MR2 sont envisageables, par exemple une durée de charge suivant l'instant t0.

[0065] Le seuil de déclenchement SOCst, ou le seuil de durée de charge le cas échéant, est calculé dynamiquement en fonction au moins de la température cible de charge, de la puissance thermique transférable à la batterie lorsque le mode MR2 est activé et de l'état de charge cible planifié en fin de charge de sorte que la température planifiée de la batterie atteigne la température cible en fin de charge.

[0066] Par exemple, l'unité de commande VCU mémorise des modèles de montée en température de la batterie en fonction du courant de charge et de l'état de charge de la batterie permettant de déterminer un comportement thermique de la batterie en regard de la puissance de refroidissement transférée à la batterie. En variante, le seuil de déclenchement peut être déterminé empiriquement sur banc de test de la batterie et mémorisé en mémoire de l'unité de commande VCU, ou peut être une valeur par défaut fixée en fonction de l'état de charge cible.

[0067] Après t1, le procédé de gestion thermique régule la température Tbat de la batterie de manière à atteindre la température Tcib à l'instant t2 de fin de charge, 30°C dans l'exemple de la figure 2. Pour la situation de la figure 2, à t1, la température instantanée est égale à la température Tmax. A partir de t1, le procédé vérifie à une étape 36 si la température Tbat est supérieure à la température Tcib, et en cas de détection positive, à une étape 38, le procédé active le deuxième mode de régulation MR2 durant lequel les paramètres de limitation Lnvh de la pompe, du compresseur et du ventilateur sont augmentés aux valeurs supérieures V2_S1, V2_S2 et V2_S3 de sorte à limiter la puissance thermique transférable à la batterie à une deuxième puissance thermique P2max qui est supérieure à la première puissance thermique P1max.

[0068] On notera que l'augmentation de la puissance de refroidissement permet d'abaisser la température de la batterie en fin de charge et/ou d'augmenter le courant de charge. Dans la situation de la figure 2, le procédé vise à abaisser la température à la consigne cible Tcib. Il est envisageable que le courant de charge peut être augmenter en parallèle pour réduire également le temps de charge.

[0069] Le deuxième mode de régulation MR2 est maintenu tant que la température instantanée Tbat est supérieure à la consigne de température Tcib entre les instants t1 et

t2.

[0070] Dans le cas où la température Tbat atteindrait une valeur inférieure ou égale à la consigne Tcib, le procédé, à une étape 37, peut activer de nouveau le mode de régulation MR1 où les limitations Lnvh sont abaissées aux valeurs V1_S1, V1_S2 et V1_S3. L'étape 37 n'est pas obligatoire. En variante, le mode MR2 peut être maintenu actif constamment entre l'instant t1 jusqu'à l'instant t2 de fin de charge.

[0071] Enfin, à l'instant t2, lorsque l'état de charge SOC est égal ou supérieur à l'état de charge cible SOCmax de la charge électrique, le procédé arrête la charge électrique et active à une étape 39 le mode de régulation thermique MR1.

[0072] En variante, la consigne de température cible après l'instant t1 peut être graduelle entre la valeur Tmax et Tcib pour atteindre Tcib à l'instant t2. On notera que le procédé de gestion thermique selon l'invention s'applique quelle que soit la fonction d'asservissement thermique mise en œuvre par le dispositif de contrôle BMS du véhicule La fonction d'asservissement thermique pourra prendre en compte la puissance P2max disponible pour son fonctionnement lorsque les limitations NVH sont amenées au potentiel maximum des actionneurs rotatifs.

[0073] Après l'instant t2, on prend l'hypothèse que le véhicule entre dans une situation de vie de roulage, pouvant être de type autoroute. Le procédé détecte une configuration de la chaine cinématique du véhicule permettant un roulage durant lequel le module de traction du véhicule transmet du couple aux roues pour son déplacement. Cette configuration est détectable par l'unité de commande VCU à partir des signaux de commande et d'état de la machine électrique de traction par exemple.

[0074] Après le début de roulage, le procédé commande un troisième mode de régulation thermique MR3 où les limitations Lnvh de la pompe, du compresseur et du ventilateur du système de régulation thermique sont configurées à des troisièmes valeurs V3_S1, V3_S2 et V3_S3 inférieures à V1_S1, V1_S2 et V1_S3, comme on le voit en figure 2. La puissance thermique P3max transférable à la batterie de traction (en refroidissement ou chauffage) permise par le troisième mode de régulation MR3 est suffisante pour réguler la température de la batterie à la température de consigne Tcib lors du roulage. On rappelle que la température Tcib amène la batterie en conditions thermiques pour délivrer une puissance de décharge maximale. On envisage que V3_S1, V3_S2 et V3_S3 puissent être égales ou même supérieures à V1_S1, V1_S2 et V1_S3, mais dans tous les cas inférieurs aux valeurs V2_S1, V2_S2 et V2_S3 du mode de régulation MR2 du fait du niveau de nuisance sonore qu'on cherche à éviter.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de gestion thermique d'une batterie de traction (101) d'un véhicule, dans lequel un paramètre de limitation (Lnvh) de fonctionnement d'un système de régulation thermique (100, 200, 300) contrôle la puissance thermique maximale transférable à la batterie (101) en chauffage et/ou en refroidissement et régule le niveau de nuisance vibratoire et/ou sonore de fonctionnement dudit système de régulation thermique (100, 200, 300), le procédé comportant un premier et un deuxième mode de régulation thermique (MR1, MR2) de la batterie (101) pilotés lors d'une charge électrique de ladite batterie, le premier mode de régulation thermique (MR1) étant configuré de sorte qu'une première valeur prédéterminée (V1_S1) dudit paramètre de limitation (Lnvh) limite ladite puissance thermique transférable à la batterie à une première puissance thermique (P1max), le procédé étant caractérisé en ce que ledit deuxième mode de régulation thermique (MR2) est configuré de sorte qu'une deuxième valeur prédéterminée (V2_S1) dudit paramètre de limitation (Lnvh) limite ladite puissance thermique transférable à la batterie à une deuxième puissance thermique (P2max) supérieure à la première puissance thermique (P1_max).

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième mode de régulation thermique (MR2) est activé lorsque l'état de charge instantané de la batterie (SOC) atteint un seuil de déclenchement d'état de charge (SOCst) lors de la charge électrique.

[Revendication 3] Procédé de gestion thermique selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'avant l'atteinte du seuil de déclenchement (SOCst), le système de régulation thermique (100, 200, 300) est piloté de sorte à maintenir la batterie (101) à une température inférieure ou égale à une première température maximale prédéterminée (Tmax) et en ce qu'après l'atteinte du seuil de déclenchement (SOCst), le système de régulation thermique est piloté de sorte à réguler la température de la batterie à une deuxième température cible de consigne (Tcib).

[Revendication 4] Procédé selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le seuil de déclenchement (SOCst) est calculé dynamiquement en fonction au moins de la deuxième température cible (Tcib), de la deuxième puissance thermique (P2max) transférable à la batterie et d'un état de charge cible planifié (SOCmax) en fin de charge de sorte que la batterie atteigne la deuxième température cible (Tcib) en fin de la charge

électrique.

[Revendication 5] Procédé de gestion thermique selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le deuxième mode de régulation thermique (MR2) est actif tant que la température instantanée de la batterie (101) est supérieure à la deuxième température cible (Tcib).

[Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le premier mode de régulation (MR1) est actif lorsque la température instantanée de la batterie est inférieure à la deuxième température cible (Tcib).

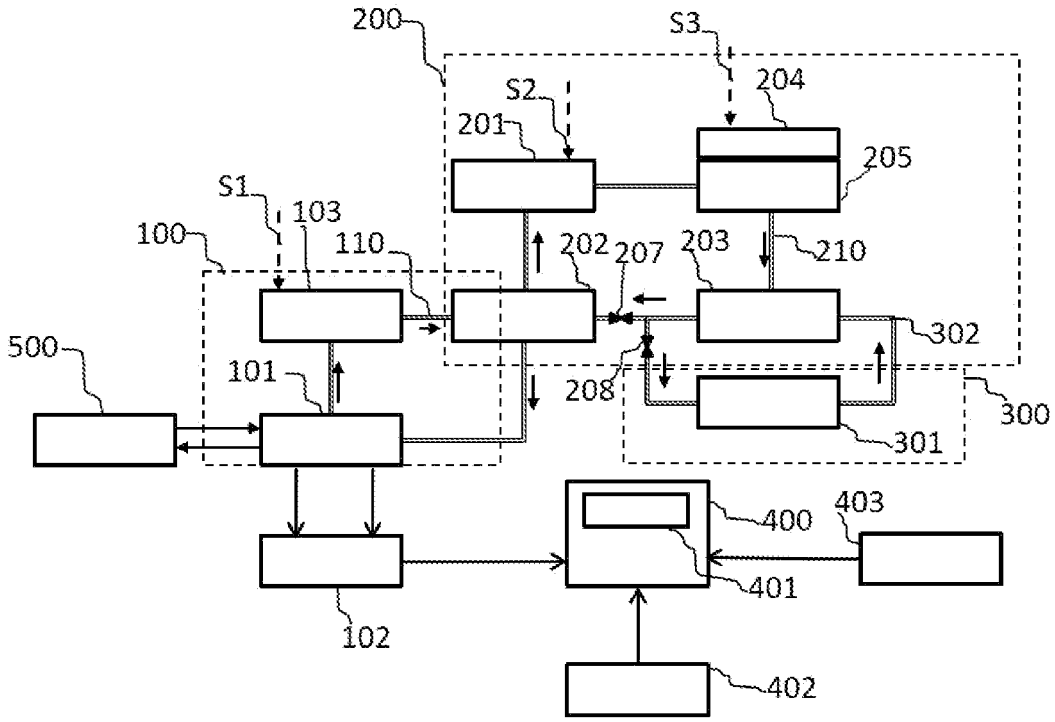
[Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la deuxième température cible (Tcib) est une valeur de température de la batterie prédéterminée garantissant une puissance nominale de décharge prédéterminée de la batterie pour un mode de roulage planifié immédiatement à la fin de ladite charge électrique.

[Revendication 8] Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre la configuration dudit paramètre de limitation à une troisième valeur prédéterminée (V3_S1) lors de l'activation dudit mode de roulage planifié de sorte à garantir une troisième puissance thermique transférable (P3max) à la batterie (101) lors dudit mode de roulage, et en ce que la deuxième puissance thermique transférable (P2max) est supérieure à ladite troisième puissance thermique (P3max).

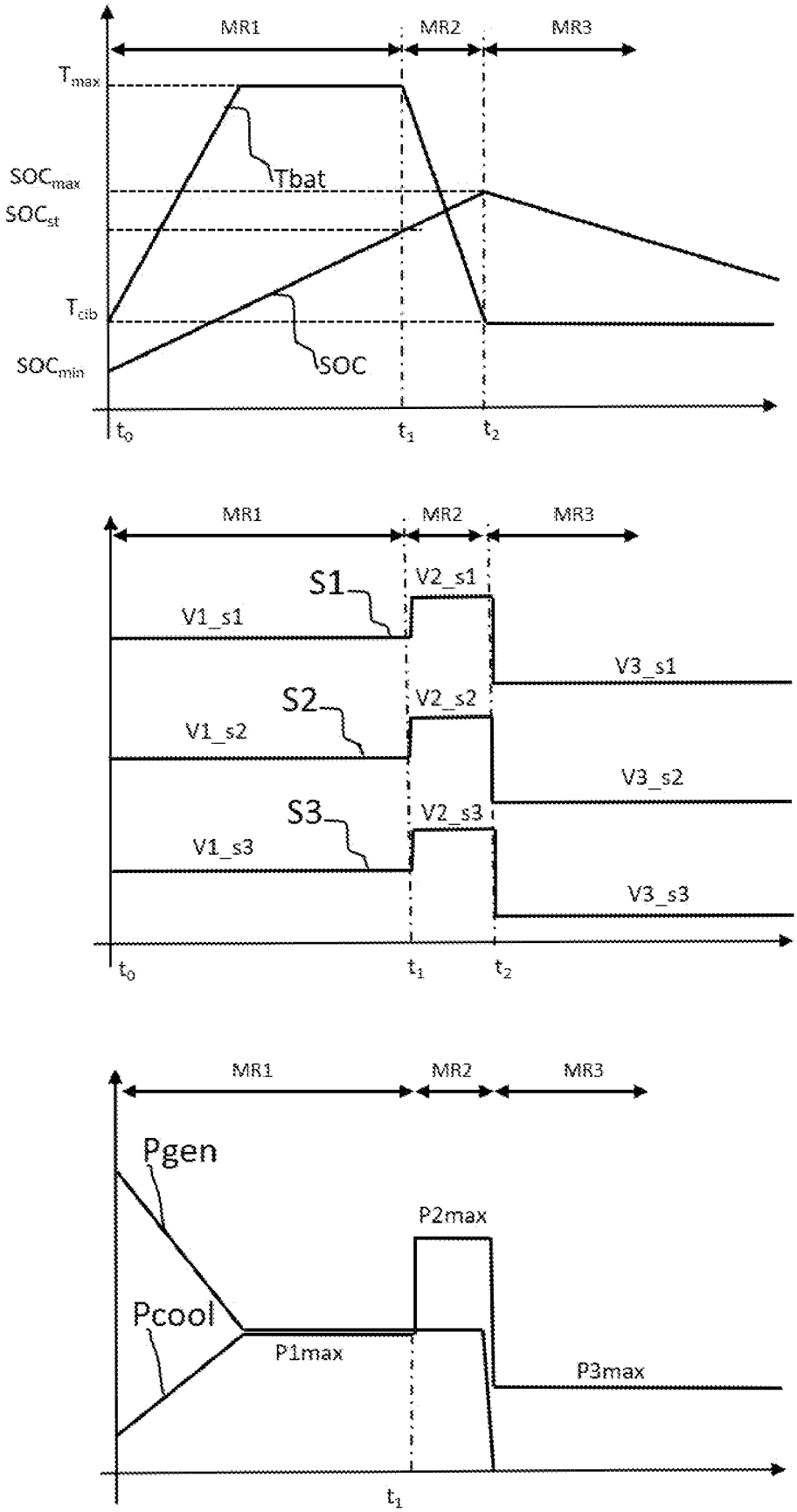
[Revendication 9] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le paramètre de limitation (Lnvh) détermine le régime de rotation maximum autorisé d'au moins un actionneur rotatif (103, 201, 204) dudit système de régulation thermique, tel un compresseur, une pompe ou un ventilateur, et en ce que la deuxième valeur prédéterminée (V2_S1) en régime dudit paramètre de limitation (Lnvh) est supérieure à la première valeur prédéterminée (V1_S1) en régime.

[Revendication 10] Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la deuxième valeur prédéterminée (V2_S1) en régime dudit paramètre de limitation (Lnvh) est la valeur maximale du potentiel de commande en régime de l'actionneur rotatif (103, 201, 204).

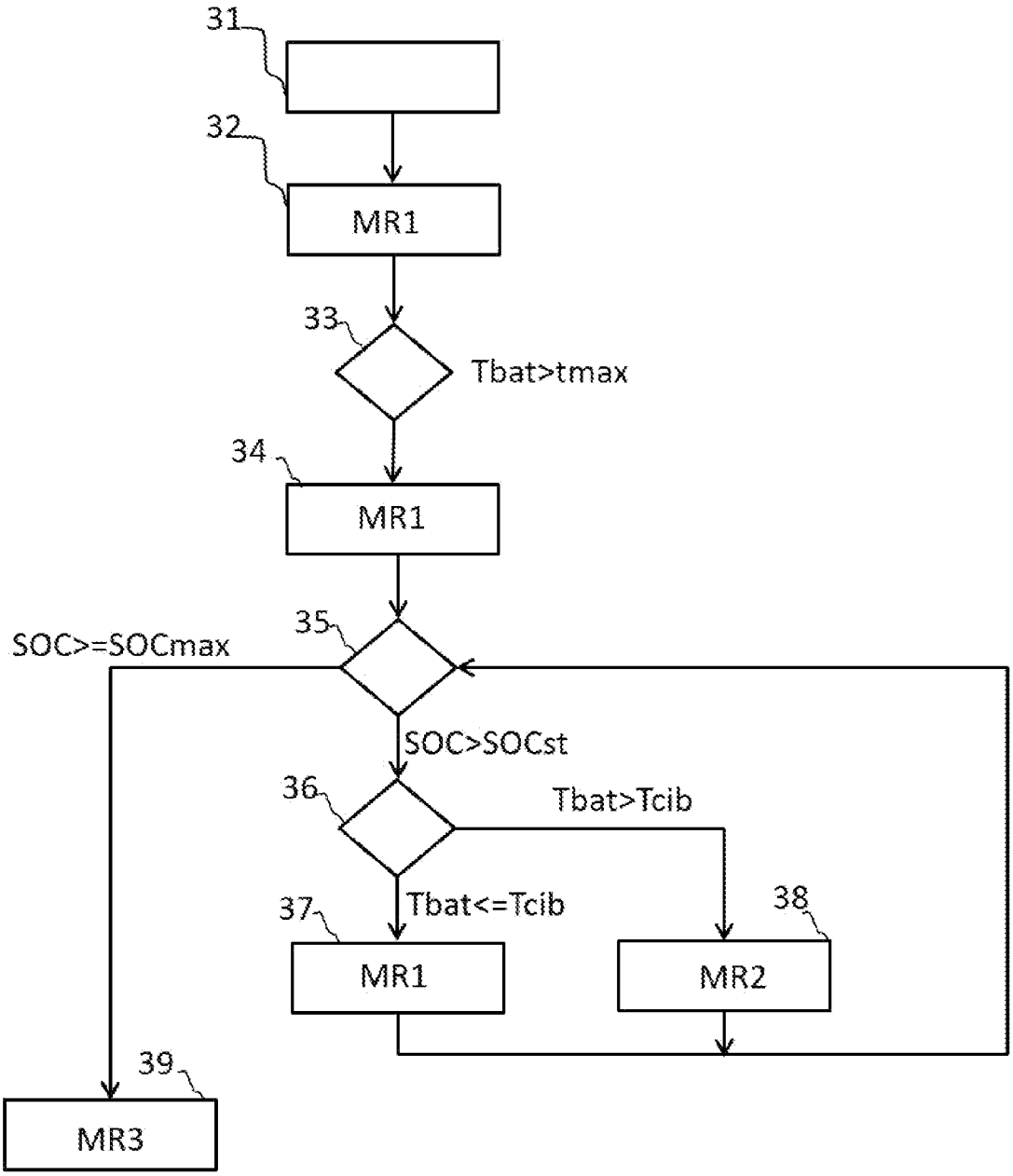
[Fig. 1]


200
S3
204
S2
201
205
S1
103
100
110
202
207
203
210
302
500
101
208
300
301
400
403
401
102
402

[Fig. 2]


MR1
MR2
MR3
T_{max}
Tbat
SOC_{max}
SOC_{st}
T_{cib}
SOC
SOC_{min}
t_0
t_1
t_2
S1
V1_s1
V2_s1
V3_s1
S2
V1_s2
V2_s2
V3_s2
S3
V1_s3
V2_s3
V3_s3
Pgen
Pcool
P1max
P2max
P3max

[Fig. 3]


31
32
MR1
33
Tbat>tmax
34
MR1
35
SOC>=SOCmax
SOC>SOCst
36
Tbat>Tcib
Tbat<=Tcib
37
MR1
38
MR2
39
MR3

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 869307
FR 1905098

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	US 2011/316486 A1 (INABA RYO [JP] ET AL) 29 décembre 2011 (2011-12-29) * abrégé * * figures 1-8, 17-18 * * alinéas [0001] - [0010], [0046] - [0095], [0144] - [0160] * * revendications 1-17 * -----	1-10	B60L58/26 H01M10/625 H02J7/04 B60L58/12 B60L53/00
X	US 2016/301114 A1 (IZUMI JUNTA [JP] ET AL) 13 octobre 2016 (2016-10-13) * abrégé * * figures 1, 4, 5 * * alinéas [0027], [0038] - [0058], [0025] - [0027] * -----	1,9,10	
X	US 2017/240058 A1 (GHEBRU DANIEL [DE] ET AL) 24 août 2017 (2017-08-24) * le document en entier * -----	1,9,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60L H01M

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
17 décembre 2019	Schmitt, Gilles

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet 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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1905098 FA 869307

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 17-12-2019
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
US 2011316486 A1	29-12-2011	CN 102315668 A	11-01-2012
		JP 2012016078 A	19-01-2012
		US 2011316486 A1	29-12-2011
US 2016301114 A1	13-10-2016	CN 106058360 A	26-10-2016
		JP 6168092 B2	26-07-2017
		JP 2016201905 A	01-12-2016
		US 2016301114 A1	13-10-2016
US 2017240058 A1	24-08-2017	CN 107117044 A	01-09-2017
		DE 102016202807 A1	24-08-2017
		US 2017240058 A1	24-08-2017

EPO FORM P0465