

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

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

**3 104 855**

②① N° d'enregistrement national : **19 14636**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 02 P 29/68 (2019.12)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Procédé de commande d'un ensemble électrique comprenant une machine électrique.

②② Date de dépôt : 17.12.19.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 18.06.21 Bulletin 21/24.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 12.11.21 Bulletin 21/45.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Renault s.a.s Société par actions  
simplifiée —FR et Nissan Motor Co., Ltd Société de  
droit japonais —JP.*

⑦② Inventeur(s) : LE MAO Loïc.

⑦③ Titulaire(s) : *Renault s.a.s Société par actions  
simplifiée, Nissan Motor Co., Ltd Société de droit  
japonais.*

⑦④ Mandataire(s) : FEDIT-LORIOT.

**FR 3 104 855 - B1**



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé de commande d'un ensemble électrique comprenant une machine électrique**

- [0001] L'invention a pour domaine technique l'alimentation des moteurs électriques, et plus particulièrement l'alimentation des moteurs électriques protégés par une limitation en puissance.
- [0002] Les machines électriques comprennent généralement une partie mobile appelée rotor et une partie fixe appelée stator.
- [0003] Le rotor est mis en mouvement par des forces magnétiques générées par la circulation de courants dans le stator et dans le rotor lorsque celui-ci est bobiné.
- [0004] Afin de concurrencer les moteurs à combustion interne, la puissance motrice des machines électriques a été fortement augmentée ces dernières années.
- [0005] Cependant, la circulation des courants dans le rotor et dans le stator génère un échauffement par effet Joule. Dans le cadre de la commande des machines électriques, la température du stator et du rotor est surveillée afin de prévenir un endommagement. Au-delà d'une température de seuil, la puissance est limitée afin de maintenir le rotor ou le stator en dessous de sa température d'endommagement.
- [0006] Ainsi, plus la température augmente au-delà du seuil, plus la puissance est réduite.
- [0007] Il existe donc le besoin d'une solution permettant de retarder voire d'éviter une telle réduction de performance.
- [0008] De l'état de la technique, on connaît notamment FR2986921A1 qui divulgue un système et un procédé de commande de l'alimentation d'une machine électrique en fonction de la température. Toutefois, cette solution n'est pas optimale et il existe le besoin d'une solution permettant d'optimiser le contrôle de sorte à retarder ou éviter la réduction de performance liée à un échauffement trop important de la machine électrique.
- [0009] On propose un procédé de commande d'un ensemble électrique comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques, un convertisseur élévateur de tension, au moins un onduleur et au moins une machine électrique.
- [0010] Ledit procédé comprenant :
- [0011] Une étape d'acquisition d'une valeur de température dudit au moins un onduleur et d'une valeur de température de ladite au moins une machine électrique ;
- [0012] Une étape d'acquisition de paramètres de commande de l'ensemble électrique comprenant au moins une valeur de consigne de couple et une valeur de régime de au moins une machine électrique ;
- [0013] Une étape de fourniture d'un moyen d'estimation des pertes électriques dudit au

moins un onduleur en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension ; ainsi qu'au moins un moyen d'estimation des pertes électriques de ladite au moins une machine électrique en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension ; et

- [0014] Une étape de détermination d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension en fonction desdites températures acquises et desdits moyens d'estimation des pertes électriques.
- [0015] Ainsi on peut choisir la tension de sortie qui permet de réaliser le couple de consigne tout en minimisant les pertes de l'ensemble formé par le convertisseur élévateur de tension, l'onduleur et la machine électrique, fonctionnant en moteur ou générateur, et de sorte à réduire l'échauffement de l'onduleur ou de la machine électrique.
- [0016] Avantageusement et de manière non limitative, lesdits moyens d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur ou de ladite au moins une machine électrique comprennent une cartographie précalculée des pertes en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension. Ainsi, on peut obtenir un moyen d'estimation nécessitant peu de calculs et relativement rapide.
- [0017] En particulier, on peut réduire les pertes de l'onduleur ou de la machine électrique en fonction du composant qui est proche du derating thermique, autrement dit de la réduction de performances forcées par l'échauffement, afin de réduire son échauffement.
- [0018] Avantageusement et de manière non limitative, lesdits moyens d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur ou de ladite au moins une machine électrique comprennent une fonction analytique prédéterminée apte à permettre le calcul des pertes en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension. Ainsi, on peut obtenir un moyen d'estimation nécessitant peu de mémoire de stockage.
- [0019] Avantageusement et de manière non limitative, l'étape de détermination comprend les étapes suivantes :
- [0020] Comparer la température du au moins un onduleur et de ladite au moins une machine électrique avec, pour chaque onduleur et machine électrique, une valeur de seuil de température maximale correspondante ;
- [0021] Détecter, s'il y a lieu, le dépassement d'au moins une valeur de seuil de température maximale correspondante par au moins un onduleur ou une machine électrique ;
- [0022] Lorsqu'un onduleur ou une machine électrique dépasse en température la valeur de seuil correspondante, déterminer par le moyen de d'estimation des pertes électriques correspondant une valeur de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension

apte à minimiser les pertes électriques pour la valeur de couple de consigne et la valeur de régime précédemment reçues ; et

- [0023] Commander le convertisseur élévateur de tension pour fournir la tension de sortie déterminée.
- [0024] On entend en particulier par le terme de pertes électriques, les pertes électriques du composant dépassant le seuil de température.
- [0025] Ainsi, on peut de manière relativement simple, fiable et rapide déterminer une tension de sortie du convertisseur élévateur de tension pour minimiser les pertes électriques et réduire l'échauffement de l'ensemble électrique selon l'invention, en particulier du composant qui risquait de limiter les performances mécaniques du système global, s'il était venu à encore chauffer.
- [0026] Avantagement et de manière non limitative, la tension de sortie déterminée est choisie de sorte à être au moins égale à la tension de sortie de la batterie d'accumulateurs électrique. Ainsi, on assure un fonctionnement correct permanent de l'ensemble électrique selon l'invention.
- [0027] Avantagement et de manière non limitative, lorsque la au moins une machine électrique comprend au moins une machine électrique synchrone à rotor bobiné, on acquiert indépendamment, pour chaque machine électrique synchrone à rotor bobiné, les températures du rotor et du stator ;
- [0028] Les étapes de comparaison et de détection du dépassement comprenant une comparaison indépendante de chaque stator avec une valeur de seuil de température maximale correspondante et de chaque rotor avec une valeur de seuil de température maximale correspondante ; et
- [0029] L'étape de détermination d'une valeur de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension apte à minimiser les pertes électriques pour le pour la valeur de couple de consigne et la valeur de régime précédemment reçues étant mise en œuvre lorsque pour ladite au moins une machine électrique synchrone à rotor bobiné la température de rotor ou la température du stator dépassent, respectivement leur température de seuil maximale correspondante.
- [0030] Ainsi, on assure une optimisation du procédé lorsque la machine électrique est une machine électrique synchrone à rotor bobiné.
- [0031] Avantagement et de manière non limitative, l'étape de détermination d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension fournit en outre un triplet de valeurs de courants apte à commander en courant la machine électrique synchrone à rotor bobiné. Ainsi, le procédé de commande est encore plus performant.
- [0032] L'invention concerne aussi un dispositif de commande d'un ensemble électrique comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques, un convertisseur

élévateur de tension, au moins un onduleur et au moins une machine électrique.

[0033] Ledit dispositif comprenant :

[0034] Des moyens d'acquisition d'une valeur de température dudit au moins un onduleur et d'une valeur de température de ladite au moins une machine électrique ;

[0035] Des moyens d'acquisition de paramètres de commande de l'ensemble électrique comprenant au moins une valeur de consigne de couple et une valeur de régime de au moins une machine électrique ;

[0036] Des moyens de fourniture d'un moyen d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension ; ainsi qu'au moins un moyen d'estimation des pertes électriques de ladite au moins une machine électrique en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension ; et

[0037] Des moyens de détermination d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension en fonction desdites températures acquises et desdites estimation de pertes électriques.

[0038] L'invention concerne aussi un ensemble électrique comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques, un convertisseur élévateur de tension, au moins un onduleur et au moins une machine électrique et un dispositif de commande tel que décrit précédemment.

[0039] L'invention concerne aussi un véhicule automobile comprenant un ensemble électrique tel que décrit précédemment.

[0040] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de modes de réalisation de l'invention en référence au figures suivantes :

[0041] [fig.1] est une représentation schématique d'un ensemble électrique selon l'invention ;

[0042] [fig.2] est un exemple visuel de cartographie précalculée des écarts de pertes entre deux tensions électriques.

[0043] [fig.3] est un organigramme du procédé selon le premier mode de réalisation de l'invention ; et

[0044] [fig.4] est un organigramme détaillant l'étape de détermination du procédé selon la figure 3.

[0045] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, en référence aux figures 1 à 4, un ensemble électrique 1 comprend une batterie d'accumulateurs électriques 2 fournissant une tension de sortie  $U_{bat}$ , un convertisseur élévateur de tension 3 apte à augmenter la tension  $U_{bat}$  vers une autre tension  $U_{dc\_out}$ , dite tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3 aussi connu dans la littérature technique sous le nom de *boost converter* ou *step-up* ; au moins un onduleur 4, 4' et au moins une

machine électrique 5,5', apte à fonctionner tant en mode moteur 5', qu'en mode génératrice 5.

[0046] Le convertisseur élévateur de tension 3 est monté entre la batterie 2 et le ou les onduleurs 4, 4'.

[0047] L'ensemble électrique 1 comprend un outre un dispositif de commande, non représenté, par exemple un calculateur embarqué, un processeur, un microprocesseur ou tout autre dispositif adapté, apte à mettre en œuvre un procédé de commande 20 selon l'invention.

[0048] Dans la description, le procédé 20 sera décrit pour un onduleur et une machine électrique, toutefois il convient de considérer que le procédé 20 peut être mis en œuvre pour une pluralité d'onduleurs et de machines électriques, chacun de ces organes étant traité indépendamment les uns des autres par le procédé.

[0049] Le procédé de commande 20 met en œuvre les étapes qui suivent.

[0050] Une étape d'acquisition 21 d'une valeur de température de l'onduleur 4 et d'une valeur de température de la machine électrique 5.

[0051] Une étape d'acquisition 22 de paramètres de commande de l'ensemble électrique 1 comprenant au moins une valeur de consigne de couple de la machine électrique 5 et une valeur de régime de la machine électrique 5.

[0052] À cet effet l'ensemble 1 comprend pour chaque onduleur 4 et pour chaque machine électrique 5, un organe de mesure de la température ou d'estimation de la température, non représenté, telle qu'une sonde de température.

[0053] On met ensuite en œuvre une étape de fourniture 23 d'un moyen d'estimation des pertes électriques de l'onduleur 4 en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3 ; ainsi qu'un moyen d'estimation des pertes électriques de la machine électrique 5 en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3.

[0054] Dans ce mode de réalisation chaque moyen d'estimation des pertes correspond à une cartographie précalculée des pertes, tel que représentée figure 2. Toutefois l'invention n'est pas limitée à ce seul moyen d'estimation des pertes, et on peut aussi prévoir une fonction analytique, aussi appelée loi analytique, déterminée par exemple en fonction de cartographies, pour calculer les pertes en fonction des paramètres acquis.

[0055] Dans l'exemple de la figure 2, les valeurs de pertes, de l'onduleur ou de la machine électrique selon la cartographie considérée, sont calculées sous forme d'une grandeur sans unité correspondant à :

$$[0056] \quad \frac{\textit{Pertes à 240V} - \textit{pertes à 340V}}{\textit{pertes à 340V}}$$

[0057] Dans cette équation les pertes à 240V correspondent aux pertes de l'onduleur ou de

la machine électrique, lorsqu'il est soumis à une tension de 240V, pour un couple et un régime requis de la machine électrique ; et

- [0058] Les pertes à 340V correspondent aux pertes de l'onduleur ou de la machine électrique, lorsqu'il est soumis à une tension de 340V, pour un couple et un régime requis de la machine électrique.
- [0059] Ensuite, on met en œuvre une étape de détermination 24 d'une valeur de commande de la tension de sortie  $U_{dc\_out}$  du convertisseur élévateur de tension 3 en fonction desdites températures acquises et desdites estimations des pertes électriques.
- [0060] Dans ce mode de réalisation, l'étape de détermination 24 comprend les sous-étapes 241-245 qui suivent.
- [0061] On compare 242 la température de l'onduleur 4 avec une valeur de seuil de température maximale correspondante et la température de la machine électrique 5 avec une valeur de seuil de température maximale correspondante.
- [0062] Au cours de cette comparaison, on détecte 242 si la température de l'onduleur 4 dépasse la valeur de seuil de température maximale correspondante et si la température de la machine électrique 5 dépasse la valeur de seuil de température maximale correspondante.
- [0063] Lorsque l'onduleur ou la machine électrique dépasse en température la valeur de seuil correspondante, on détermine 243 par le moyen de d'estimation des pertes électriques correspondant une valeur de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3 apte à minimiser les pertes électriques du composant qui dépasse le seuil de température pour couple et le régime requis.
- [0064] Enfin on commande 245 le convertisseur élévateur de tension pour fournir la tension de sortie  $U_{dc\_out}$  déterminée.
- [0065] Dans le cadre de la commande 245 on s'assurera toutefois que la tension de sortie  $U_{dc\_out}$  soit supérieure ou égale à la tension de sortie  $U_{bat}$  de la batterie 2. Ceci permettant d'assurer que le convertisseur 3 maintienne sa fonction principale d'élévation de tension.
- [0066] A contrario, lorsqu'aucune température ne dépasse les seuils de températures maximales, alors le procédé de commande suit la commande classique 244 de fonctionnement définie par l'homme du métier pour la commande du système 1, qui consiste à choisir la tension de sortie qui minimise les pertes de l'ensemble : convertisseur, onduleur, moteur électrique.
- [0067] Ainsi le procédé 20 permet de déterminer la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3, qui :
- minimise les pertes onduleur dans le cas d'une élévation importante de  $T^\circ$  du ou d'au moins un des onduleurs ; et/ou
  - minimise les pertes de la ou l'une des machines dans le cas d'une élévation im-

- portante de  $T^\circ$  de la machine électrique ou d'au moins une des machines électriques.
- [0068] Cette diminution des pertes permet ainsi de diminuer la température onduleur ou machine et s'éloigner ainsi de la zone de derating.
- [0069] Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention dans lequel la machine électrique est une machine synchrone à rotor bobiné, on modifie le procédé selon le premier mode de réalisation pour l'adapter aux spécificités de cette machine.
- [0070] En particulier, on acquiert les températures du ou des onduleurs 4, mais pour chaque machine électrique 5, on acquiert séparément les températures du stator et du rotor.
- [0071] Une machine électrique synchrone à rotor bobiné, produit un couple, pour une vitesse de rotation donnée, dépendant des courants de commande alimentant les phases de la machine électrique. On rappelle que le courant de rotor est noté  $I_f$  et que le stator est généralement piloté par deux valeurs de courant notées  $I_d$  et  $I_q$  correspondant aux courants d'alimentation triphasés de la machine dans le repère de Park.
- [0072] Il existe un grand nombre de triplets de courants ( $I_d$ ,  $I_q$ ,  $I_f$ ) permettant d'atteindre une valeur de couple donnée. Le triplet choisi, en mode nominal, est en général celui qui produira le moins de pertes électriques de l'ensemble convertisseur – onduleur - machine électrique. Mais d'autres triplets peuvent être utilisés pour produire le même couple tout en limitant le dégagement de chaleur au niveau du rotor ou au niveau du stator.
- [0073] Aussi la commande du rotor doit être assurée indépendamment de celle du stator.
- [0074] C'est pourquoi l'étape de détermination d'une valeur de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3 apte à minimiser les pertes électriques pour le couple et le régime requis est mise en œuvre lorsque, pour chaque machine électrique synchrone à rotor bobiné, la température de rotor ou la température du stator dépassent, respectivement sa température de seuil maximale correspondante.
- [0075] En outre, dans ce deuxième mode de réalisation les moyens d'estimation des pertes électriques pour la machine électrique comprennent une cartographie pour le stator et une cartographie pour le rotor.
- [0076] Selon des alternatives les cartographies du rotor et du stator peuvent être remplacées par des fonctions analytiques aptes à calculer les pertes pour le rotor et pour le stator indépendamment ou tout autre moyen adapté.
- [0077] Chaque cartographie, pour le stator ou pour le rotor, sont en outre chacune fonction des triplets de courants ( $I_d$ ,  $I_q$ ,  $I_f$ ) permettant d'atteindre une valeur de couple donnée. De telles cartographies sont connues de l'art antérieur.
- [0078] Ainsi, on acquiert à la fois une tension de sortie du convertisseur élévateur de tension 3 mais aussi un triplet de courants ( $I_d$ ,  $I_q$ ,  $I_f$ ) optimisé.
- [0079] Dans le cas d'une machine synchrone à rotor bobiné, il est également possible de combiner cette stratégie avec celle décrite dans le brevet EP2812993 afin d'améliorer

encore plus le contrôle en puissance et en température de la machine électrique.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé (20) de commande d'un ensemble électrique (1) comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques (2), un convertisseur élévateur de tension (3), au moins un onduleur (4) et au moins une machine électrique (5, 5') ;  
ledit procédé comprenant :
- Une étape d'acquisition (21) d'une valeur de température dudit au moins un onduleur (4) et d'une valeur de température de ladite au moins une machine électrique (5, 5') ;
  - Une étape d'acquisition (22) de paramètres de commande de l'ensemble électrique (1) comprenant au moins une valeur de consigne de couple et une valeur de régime de au moins une machine électrique (5, 5') ;
  - Une étape de fourniture (23) d'un moyen d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur (4) en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3) ; ainsi qu'au moins un moyen d'estimation des pertes électriques de ladite au moins une machine électrique (5, 5') en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3) ; et
  - Une étape de détermination (24) d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension (3) en fonction desdites températures acquises et desdits moyens d'estimation des pertes électriques.
- [Revendication 2] Procédé (20) selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur ou de ladite au moins une machine électrique comprennent une cartographie précalculée des pertes en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur ou de ladite au moins une machine électrique comprennent une fonction

analytique prédéterminée apte à permettre le calcul des pertes en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3).

[Revendication 4]

Procédé (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de détermination (24) comprend les étapes suivantes :

- comparer (242) la température du au moins un onduleur et de ladite au moins une machine électrique avec, pour chaque onduleur et machine électrique, une valeur de seuil de température maximale correspondante ;
- détecter (242) s'il y a lieu le dépassement d'au moins une valeur de seuil de température maximale correspondante par au moins un onduleur ou une machine électrique ;
- lorsqu'un onduleur ou une machine électrique dépasse en température la valeur de seuil correspondante, déterminer (243) par le moyen de d'estimation des pertes électriques correspondant une valeur de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3) apte à minimiser les pertes électriques pour la valeur de couple de consigne et la valeur de régime précédemment reçues ; et
- commander (245) le convertisseur élévateur de tension pour fournir la tension de sortie déterminée.

[Revendication 5]

Procédé (20) selon la revendication 3, caractérisé en ce que la tension de sortie déterminée (243) est choisie de sorte à être au moins égale à la tension de sortie ( $V_{bat}$ ) de la batterie d'accumulateurs électrique (2).

[Revendication 6]

Procédé (20) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel lorsque la au moins une machine électrique comprend au moins une machine électrique synchrone à rotor bobiné, caractérisé en ce qu'on acquiert indépendamment, pour chaque machine électrique synchrone à rotor bobiné, les températures du rotor et du stator ;

Les étapes de comparaison (242) et de détection du dépassement (242) comprenant une comparaison indépendante de chaque stator avec une valeur de seuil de température maximale correspondante et de chaque rotor avec une valeur de seuil de température maximale correspondante ; et

l'étape de détermination (243) d'une valeur de la tension de sortie du

convertisseur élévateur de tension (3) apte à minimiser les pertes électriques pour la valeur de couple de consigne et la valeur de régime précédemment reçues étant mise en œuvre lorsque pour ladite au moins une machine électrique synchrone à rotor bobiné la température de rotor ou la température du stator dépassent respectivement leur température de seuil maximale correspondante.

[Revendication 7]

Procédé (20) selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'étape de détermination (24) d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension (3) fournit en outre un triplet de valeurs de courants ( $I_d$ ,  $I_q$ ,  $I_f$ ) apte à commander en courant la machine électrique synchrone à rotor bobiné.

[Revendication 8]

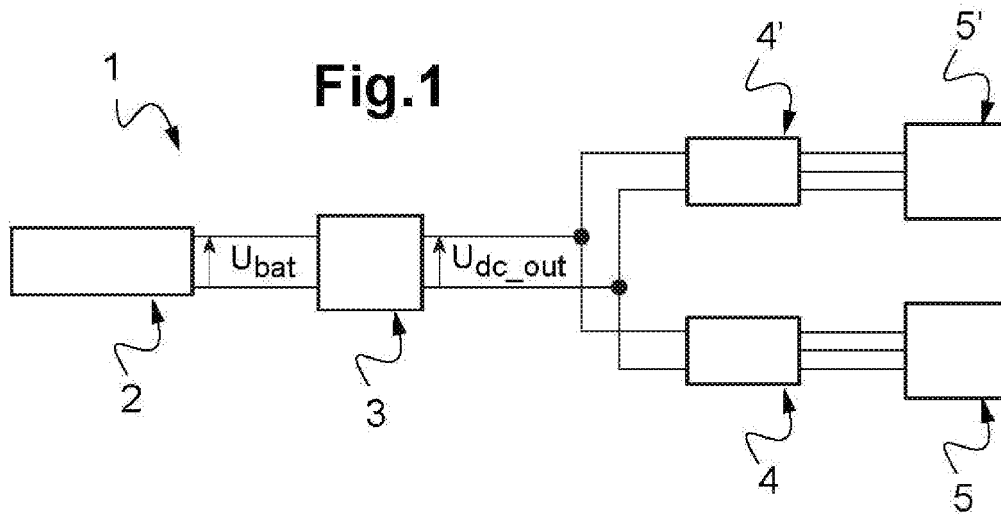
Dispositif de commande d'un ensemble électrique (1) comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques (2), un convertisseur élévateur de tension (3), au moins un onduleur (4) et au moins une machine électrique (5, 5') ;

ledit dispositif comprenant :

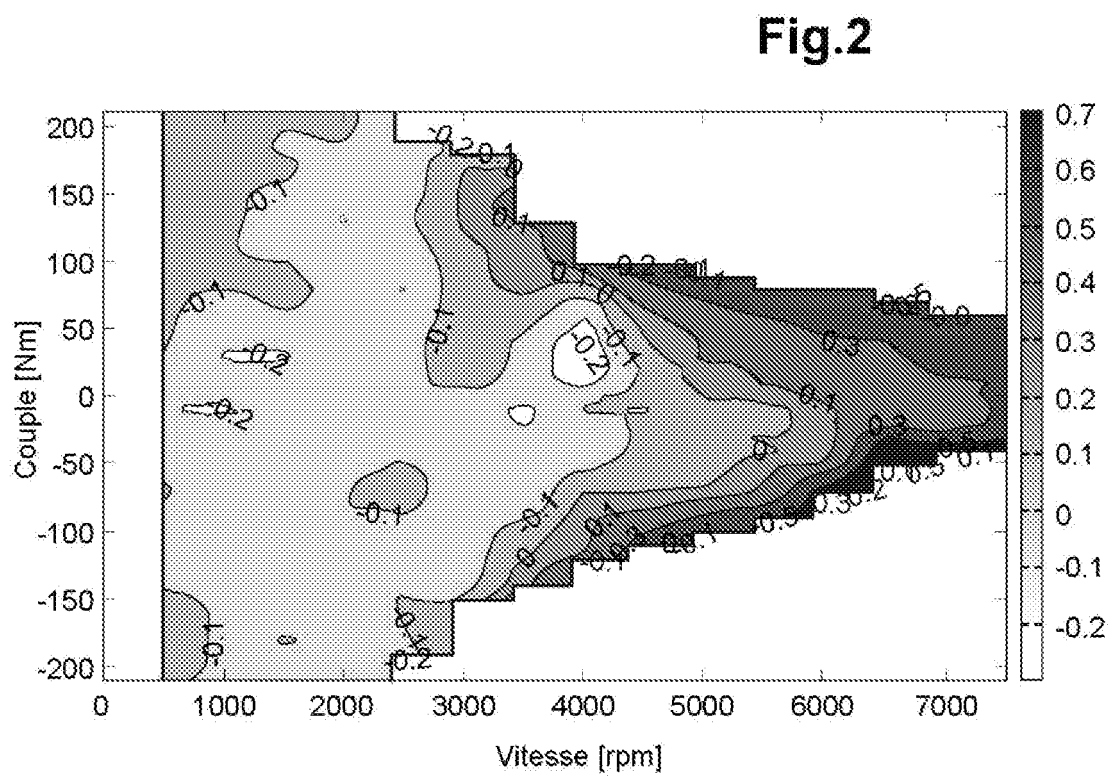
- Des moyens d'acquisition d'une valeur de température dudit au moins un onduleur (4) et d'une valeur de température de ladite au moins une machine électrique (5, 5') ;
- Des moyens d'acquisition de paramètres de commande de l'ensemble électrique (1) comprenant au moins une valeur de consigne de couple et une valeur de régime de au moins une machine électrique (5, 5') ;
- Des moyens de fourniture d'un moyen d'estimation des pertes électriques dudit au moins un onduleur (4) en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3) ; ainsi qu'au moins un moyen d'estimation des pertes électriques de ladite au moins une machine électrique (5, 5') en fonction du couple de consigne, du régime de la machine électrique et de la tension de sortie du convertisseur élévateur de tension (3) ; et
- Des moyens de détermination d'une valeur de commande de la tension de sortie dudit convertisseur élévateur de tension (3) en fonction desdites températures acquises et desdites estimation de pertes électriques.

- [Revendication 9] Ensemble électrique (1) comprenant au moins une batterie d'accumulateurs électriques (2), un convertisseur élévateur de tension (3), au moins un onduleur (4) et au moins une machine électrique (5, 5') et un dispositif de commande selon la revendication 8.
- [Revendication 10] Véhicule automobile comprenant un ensemble électrique (1) selon la revendication 9.

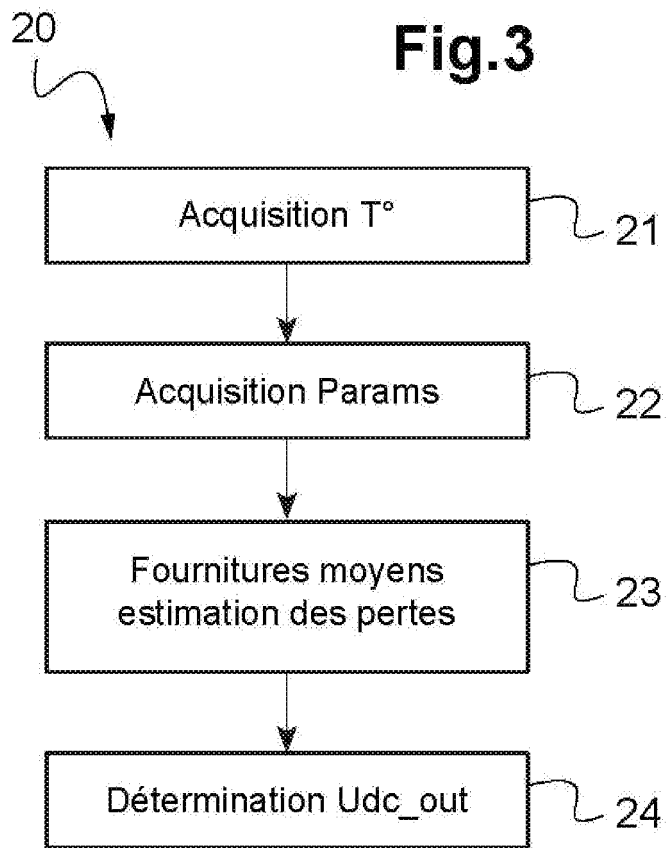
[Fig. 1]



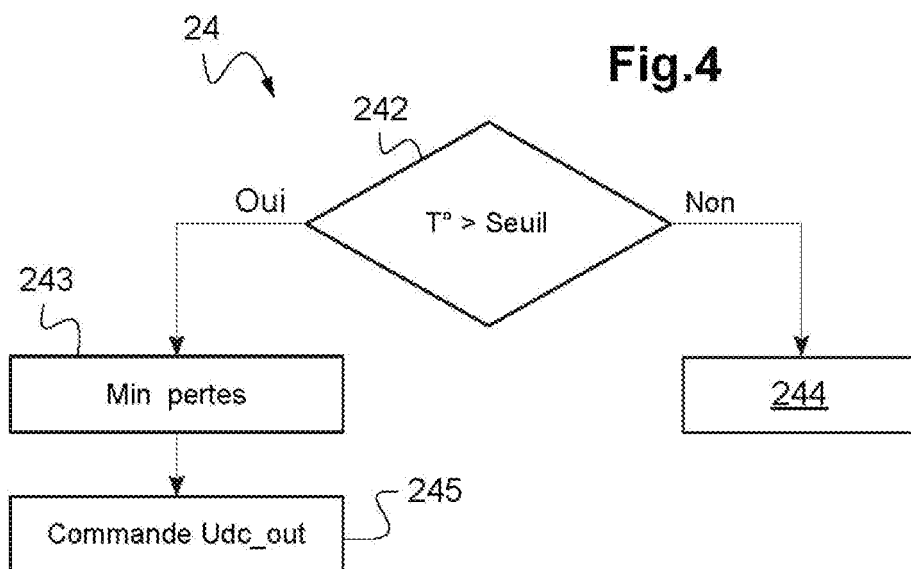
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

FR 2 986 921 A1 (RENAULT SA [FR])  
16 août 2013 (2013-08-16)

WO 2018/162334 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])  
13 septembre 2018 (2018-09-13)

WO 2017/050534 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])  
30 mars 2017 (2017-03-30)

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

NEANT

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

NEANT