(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 076 121**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **17 62701**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 M 1/08*** *(2018.01)*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) PROCEDE DE CONTROLE D'UN CONVERTISSEUR DE COURANT CONTINU DANS UN RESEAU DE BORD D'UN VEHICULE AUTOMOBILE.

(22) **Date de dépôt :** 21.12.17.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 28.06.19 Bulletin 19/26.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 28.01.22 Bulletin 22/04.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(○) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée* —FR et *CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** VERDIER DAMIEN et LACHAIZE JEROME.

(73) **Titulaire(s) :** VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.

(74) **Mandataire(s) :** VITESCO TECHNOLOGIES FRANCE.

FR 3 076 121 - B1

La présente invention concerne un procédé de contrôle d'un convertisseur de courant continu DC/DC présent dans un réseau de bord d'un véhicule automobile comprenant une batterie de servitude. Le réseau de bord, à basse ou moyenne tension, est raccordé par l'intermédiaire du convertisseur à une batterie de traction alimentant un réseau de traction, à haute tension, équipé d'un onduleur et d'une machine électrique de traction. L'onduleur est piloté selon une consigne de tension ou de couple conformément à au moins un mode nominal.

La **figure 1** illustre un véhicule automobile électrique comprenant une batterie de traction 1. Les traits noirs épais illustrent le réseau de traction 3 tandis que les traits noirs moins épais illustrent le réseau de bord 2.

Le véhicule comporte un moteur électrique de traction 4 pour la propulsion du véhicule, un onduleur 5 pouvant être intercalé entre le moteur électrique de traction 4 et la batterie de traction 1 dans le réseau de traction 3. Le réseau de traction 3 peut alimenter des éléments auxiliaires 9, comme un système de climatisation ou de chauffage, un compresseur d'air, etc. Le réseau de traction 3 comprend aussi un chargeur 10 de la batterie de traction 1 se branchant à une borne de recharge extérieure au véhicule automobile. Un réseau de terrain 11 local de commande, aussi connu sous l'acronyme anglo-saxon de « CAN » raccorde à un même câble plusieurs calculateurs communiquant entre eux.

Le moteur électrique de traction 4 nécessite une alimentation haute tension tandis que le réseau de bord 2 nécessite une alimentation généralement basse ou moyenne tension. La batterie de traction 1 alimente donc le réseau de bord 2 en passant d'abord par un convertisseur 6 de courant continu en courant continu de plus faible voltage ou convertisseur DC/DC. En effet, le voltage de la batterie de traction 1 peut être entre 48 à 400 Volts tandis que le voltage du réseau de bord peut être de 12 à 24 Volts. Ceci n'est cependant pas limitatif.

Dans le réseau de bord 2 sont connectés des équipements ou éléments consommateurs tels que des calculateurs, dont celui d'une unité électronique de commande 7, connue sous l'acronyme anglo-saxon de « ECU » et qui est embarquée à bord du véhicule automobile pour commander ou contrôler divers organes de commande. L'unité électronique de commande 7 peut contenir, par exemple, un superviseur du véhicule gérant notamment un système de gestion de la batterie pour limiter la tension dans le réseau de bord 2 si cette tension dépasse une limite prédéterminée.

Le réseau de bord 2 comprend aussi des équipements multimédia comme un autoradio, divers actionneurs électriques comme ceux des essuies glaces, des lève-vitres,

etc., des sources d'éclairage et une batterie basse tension ou batterie de servitude 8, par exemple une batterie 12 Volts pour un réseau de bord 2 à ce voltage.

Tout véhicule automobile électrique ou hybride est équipé, d'une part, d'un système de gestion de la batterie qui gère la batterie de traction et, d'autre part, d'un superviseur du véhicule qui gère le contrôle du système de gestion de la batterie dans un réseau de bord.

Dans un véhicule hybride, l'alimentation électrique du réseau de bord se fait par l'intermédiaire du réseau de traction. Le convertisseur de courant continu est connecté en entrée au réseau de traction et convertit le courant haute tension du réseau de traction en un courant moyenne ou basse tension pour le réseau de bord.

La **figure 2** montre un réseau électrique dans un véhicule automobile hybride ou électrique. Le réseau électrique comprend une batterie de traction 1 alimentant un réseau de traction 3 à haute tension équipé d'un onduleur 5 et d'une machine électrique 4 de traction.

Un système de gestion 12 de la batterie de traction 1 comprend une branche de précharge 13a en dérivation d'une branche positive 13b reliant le pôle positif + de la batterie de traction 1 à la branche positive du réseau de traction 3. Une branche négative 13c relie le pôle négatif - de la batterie de traction 1 à la branche négative du réseau de traction 3. Toutes les branches 13a à 13c du système de gestion 12 de la batterie de traction sont munies d'un interrupteur 15 et la branche de précharge 13a comprend une résistance électrique 14.

Le réseau de bord 2 à basse ou moyenne tension est raccordé par l'intermédiaire d'un convertisseur 6 de courant continu DC/DC à la batterie de traction 1 en dérivation de l'onduleur 5 et de la machine électrique 4 du réseau de traction 3. Le réseau de bord 2 en sortie du convertisseur 6 se divise en une première branche 2a comprenant une batterie de servitude 8 ainsi qu'un capteur 16 mesurant la charge de la batterie de servitude 8 et une deuxième branche 2b, en dérivation de la première branche 2a, comprenant un ou des éléments consommateurs 7a. L'onduleur 5 et le convertisseur 6 sont pilotés par une unité électronique de commande pouvant faire partie des éléments consommateurs 7a.

Dans un mode de contrôle classique, le convertisseur entre le réseau de traction du véhicule et le réseau de bord est piloté suivant trois modes. Le premier mode est dit de recharge de la batterie de servitude à tension constante, typiquement 14,5 Volts. Le deuxième mode est dit à zéro courant s'assurant que la batterie de servitude ne voit aucun courant et que la puissance transférée par le convertisseur ne sert qu'aux éléments consommateurs sur le réseau de bord. Le troisième mode est dit coupé pour

lequel le convertisseur est contrôlé de manière à ce que le transfert de puissance ne s'effectue pas.

En prenant le cas spécifique d'une limitation des plages de charge et de décharge de la batterie de traction, un contrôle fin des courants circulant en entrée et en sortie de cette batterie doit être effectué, tout en garantissant un point d'équilibre de la charge de la batterie de servitude.

Dans un mode de contrôle classique ou nominal du convertisseur connectant le réseau de traction au réseau de bord, les transitoires de puissance sur le réseau de bord peuvent se répercuter sur le réseau de traction. Ces transitoires de puissance sont problématiques lorsqu'un contrôle fin des courants entrant et sortant de la batterie de traction est demandé par le système notamment en mode dégradé ou par grand froid et lorsqu'il est demandé de ne pas avoir de sauts de couples à l'entrée de la machine électrique. De plus, un tel mode ne permet pas d'assurer un équilibre énergétique sur le réseau de bord.

En amont de la machine électrique est placé un onduleur de tension fonctionnant sous commande à impulsions notamment par une commande en largeur d'impulsion selon un mode de commande basé le plus fréquemment sur la tension mais pouvant l'être sur une intensité du courant. Dans le cas où le mode de pilotage de l'onduleur est en tension, ce mode est moins réactif que celui du convertisseur et des variations de puissance du réseau de bord sont transmises sans atténuation au réseau de traction entraînant des instabilités dans le réseau de traction, ce qui peut faire que la machine électrique peut connaître de forts sauts de puissance.

Le problème à la base de la présente invention, pour un réseau électrique de véhicule automobile comprenant, d'une part, un réseau électrique de traction intégrant une batterie de traction et une machine électrique et, d'autre part, un réseau électrique de bord raccordé au réseau de traction par un convertisseur de courant continu, le réseau de bord comprenant une batterie de servitude et alimentant un ou divers éléments consommateurs, est de réduire la propagation des dynamiques du réseau de bord au réseau de traction tout en ménageant la batterie de servitude en ce qui concerne sa charge et sa décharge.

A cet effet la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un convertisseur de courant continu DC/DC présent dans un réseau de bord d'un véhicule automobile comprenant une batterie de servitude, le réseau de bord à basse ou moyenne tension étant raccordé par l'intermédiaire du convertisseur à une batterie de traction alimentant un réseau de traction à haute tension équipé d'un onduleur et d'une machine électrique de traction, l'onduleur étant piloté lors d'un pilotage selon une consigne de tension ou de couple conformément à au moins un mode nominal, caractérisé en ce que,

quand il est détecté une transmission de transitoires de puissance du réseau de bord vers le réseau de traction entraînant des instabilités dans le réseau de traction, un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur est mis en œuvre avec une limite d'intensité de courant en sortie du convertisseur, cette limite d'intensité de courant étant fonction d'un état de charge de la batterie de servitude, la limite d'intensité de courant augmentant plus la charge de la batterie de servitude décroît.

Par transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction, il est entendu des transitoires de puissance entraînant une baisse ou une hausse significative de la tension aux bornes de la machine électrique pouvant être détectées, ces baisses ou hausses pouvant dépasser respectivement une tension minimale et une tension maximale de fonctionnement de la machine électrique, auquel cas la machine électrique peut être désactivée. Ces transitoires de puissance entraînant des instabilités peuvent aussi se traduire par des variations brusques de couple de la machine électrique qui peuvent être détectées, notamment mais pas seulement à régime faible.

Dans un cas particulier, non limitatif, lorsqu'une batterie de traction est désactivée même temporairement, la machine électrique va jouer le rôle de générateur et peut alors subir des variations de tension brusques à éviter.

Enfin, lors de transitoires de puissance entraînant des instabilités, la tension dans le réseau de traction peut descendre sous une tension minimale provoquant une désactivation du convertisseur et de tout le réseau de traction.

L'effet technique est de suspendre un mode nominal alors en vigueur pour le remplacer par un mode impliquant une limite d'intensité de courant dans le réseau de bord en sortie du convertisseur en courant continu, cette limite étant fonction de la charge alors en vigueur de la batterie de servitude.

Il est effectué une variation de la commande du convertisseur, ce qui conduit à contrôler la machine électrique en couple pour satisfaire son fonctionnement et pour que la machine électrique ne fournisse que la puissance dont le réseau de traction a besoin pour l'alimentation auxiliaire haute tension. Le convertisseur agit alors comme consommateur de puissance quasi-constante ce qui permet de garantir une disponibilité de puissance. La dynamique de puissance du réseau de traction est ainsi calmée.

Si cette charge est élevée, par exemple sans que cela soit limitatif en étant à plus de 60% de la charge maximale, il est possible de solliciter la batterie de servitude pour l'alimentation du réseau de bord et d'établir une limite d'intensité de courant en sortie du convertisseur relativement faible. Au contraire, si cette charge est peu élevée jusqu'à être insuffisante, la limite d'intensité de courant en sortie du convertisseur relativement faible augmente en opposition avec la décharge de la batterie afin d'assurer l'alimentation électrique du réseau de bord.

Ceci permet de ne pas répercuter les variations de dynamiques du réseau de bord au réseau de traction, ce qui serait préjudiciable pour le réseau de traction, aucun moyen d'atténuation rapide des variations de dynamiques n'étant présent dans le réseau de traction, le pilotage de l'onduleur ne pouvant assurer une telle protection.

Quand la limite d'intensité de courant est élevée, par exemple sans que cela soit limitatif de 200 Ampères, la batterie de servitude peut se recharger. Une fois une charge relativement élevée atteinte, la batterie de servitude peut recommencer à alimenter au moins partiellement le réseau de bord et la limite d'intensité de courant peut être diminuée, en atteignant par exemple sans que cela soit limitatif 20 Ampères pour une batterie de servitude se rapprochant même sans l'atteindre de sa charge maximale. Le procédé peut être même suspendu si cette charge dépasse la charge maximale, le convertisseur pouvant ne plus alimenter temporairement le réseau de bord dans ce cas.

Ainsi, la mise en œuvre du procédé selon l'invention protège aussi la batterie de servitude du réseau de bord d'une décharge excessive en plus de protéger la machine électrique de sauts de tension. Avantageusement, quand un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur est mis en œuvre avec une limite d'intensité de courant en sortie du convertisseur, une tension de référence du convertisseur est mise à une valeur maximale.

Le convertisseur est alors contrôlé en tension et en fixant une valeur de tension de référence très élevée. Il est ainsi obtenu que le convertisseur suive la limite d'intensité de courant en sortie. En effet, une consigne d'intensité de courant en sortie du convertisseur en mode nominal est comparée avec la limite d'intensité de courant en sortie imposée par le procédé selon la présente invention et c'est la valeur minimale entre la consigne et la limite qui est prise. Comme la tension de référence du convertisseur est mise à une valeur maximale, c'est la limite d'intensité de courant en sortie qui est la plus faible valeur d'intensité et qui est donc imposée en sortie du convertisseur.

Avantageusement, quand un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur est mis en œuvre avec une limite d'intensité de courant en sortie du convertisseur, une tension de référence du convertisseur est mise à une valeur maximale.

Avantageusement, il est prédéterminé une valeur de charge maximale et une valeur de charge minimale de la batterie de servitude. Ceci permet de délimiter une plage de fonctionnement optimale pour la batterie de servitude et de la solliciter en respectant les valeurs de charge maximale et minimale. Dans la mise en œuvre du procédé, il convient, si possible de ne pas dépasser à la hausse ou à la baisse respectivement la valeur de charge maximale et la valeur de charge minimale.

Avantageusement, il est défini une intensité de courant maximale et une intensité de courant minimale dans le réseau de bord en sortie du convertisseur avec, à la valeur de charge minimale de la batterie de servitude, la limite d'intensité de courant est

égale à l'intensité de courant maximale et, à la valeur de charge maximale de la batterie de servitude, la limite d'intensité de courant est égale à l'intensité de courant minimale, la valeur minimale étant définie au moins égale à une valeur moyenne d'intensité du courant du réseau de bord établie sur un cycle de roulage du véhicule automobile.

Une plage de variation peut être instaurée pour les valeurs d'intensité maximale et de charge maximale de la batterie de servitude. Ces plages de variation peuvent servir à corriger des erreurs d'estimation de la charge de la batterie de servitude. Par exemple, sans que cela soit limitatif, un système de batterie intelligent peut comprendre un capteur de charge travaillant avec une erreur supérieure à +/-10% pour suivre la charge de la batterie de servitude. Ceci est à prendre en compte dans l'évaluation des intensités de courant maximale et minimale.

Avantageusement, la limite d'intensité de courant est déterminée selon une cartographie, une courbe donnant la limite d'intensité de courant en fonction de la charge de la batterie étant élaborée spécifiquement pour chacune des situations de vie identifiées comme conduisant à une transmission de transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction.

Les situations de vie identifiées peuvent en effet être différentes les unes des autres et nécessiter des limites d'intensité différentes. Par exemple, pour un dysfonctionnement de la batterie de traction, la batterie de servitude pourra être plus sollicitée et la limite d'intensité correspondant à une charge donnée de la batterie de servitude pourra être alors inférieure à une limite d'intensité pour une autre situation de vie identifiée, le réseau de traction pouvant mal assurer l'alimentation électrique du réseau de bord.

Avantageusement, il est utilisé un limiteur de gradient de variation de la limite d'intensité de courant. Comme précédemment mentionné, il est avantageux d'éviter des changements brusques de limites d'intensité qui sont répercutés au réseau de traction sans atténuation possible dans ce réseau de traction. Des paliers de limite d'intensité de courant sont de préférence à éviter et sont avantageusement remplacés par des rampes de pente adaptée aux situations de vie traitées.

Avantageusement, les situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction sont une défection temporaire de la batterie de traction due à des conditions extérieures particulières comme une température extérieure de moins de 0°C ou une température extérieure de plus de 45°C, une défection permanente de la batterie de traction, un pilotage de l'onduleur selon une consigne de tension, ce pilotage impliquant des variations de couple électrique sur la machine électrique.

Par défection, il est entendu un dysfonctionnement et pas forcément un arrêt total de la fonction de la batterie de traction. Cette défection peut être voulue pour une température extérieure trop haute pour la protection de la batterie.

Une autre situation de vie est un pilotage de l'onduleur en fonction d'un couple pour obtenir un courant désiré dans la batterie de traction, ce qui n'est pas le mode préféré de pilotage de l'onduleur. Un tel pilotage posait problème du fait d'une gestion insuffisante de variations dynamiques du réseau. La mise en œuvre de la présente invention permet de stabiliser un tel pilotage et offre une nouvelle possibilité de contrôle de l'onduleur autre qu'en fonction du voltage.

Une autre situation de vie, ces trois situations de vie n'étant pas limitatives, est un suivi de puissance de la machine lors d'un pilotage selon un voltage avec contrôle d'appels de puissance impliquant des oscillations du couple électrique transmis à la machine électrique pour la régulation du courant délivré par la batterie de traction.

Avantageusement, ledit au moins un mode nominal est sélectionné entre, premièrement, un mode de recharge de la batterie de servitude, deuxièmement un mode à intensité de courant nul pour lequel la batterie de servitude n'est alimentée par aucun courant, sa charge étant suffisante, la puissance en sortie du convertisseur étant transférée à un ou des éléments consommateurs dans une partie restante du réseau de bord et, troisièmement, un mode arrêté pour lequel le convertisseur est contrôlé de manière à ce que le transfert de puissance dans le réseau de bord soit nul.

Ceci représente les trois modes nominaux principalement employés. Le but de ces trois modes nominaux est de solliciter le moins possible la batterie de servitude. Le premier mode correspond à une recharge de la batterie de servitude, le deuxième mode à une fin de charge de la batterie sans utilisation de la batterie de servitude et le troisième mode à une utilisation de la batterie de servitude avec un réseau de bord isolé du réseau de traction.

L'invention concerne aussi un réseau électrique dans un véhicule automobile hybride ou électrique, le réseau électrique comprenant une batterie de traction alimentant un réseau de traction à haute tension équipé d'un onduleur et d'une machine électrique de traction et un réseau de bord à basse ou moyenne tension raccordé par l'intermédiaire d'un convertisseur de courant continu DC/DC à la batterie de traction en dérivation du réseau de traction, le réseau de bord en sortie du convertisseur se divisant en une première branche comprenant une batterie de servitude et une deuxième branche comprenant un ou des éléments consommateurs, l'onduleur et le convertisseur étant pilotés par une unité électronique de commande, remarquable en ce que l'unité électronique de commande comprend des moyens d'implémentation d'un tel procédé de contrôle, l'unité de commande comprenant des moyens de reconnaissance d'au moins

une des situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction, le réseau de bord comportant des moyens d'estimation de la charge de la batterie de servitude, ces moyens communiquant au moins en émission avec l'unité électronique de commande.

L'implémentation du procédé selon la présente invention est purement logicielle en concernant surtout l'unité électronique de commande et ne demande donc pas l'ajout d'éléments nouveaux comme des capteurs.

Avantageusement, la première branche intègre un capteur de charge en tant que moyens d'estimation de la charge de la batterie de servitude. Ce capteur de charge était déjà présent dans un réseau de bord selon l'état de la technique, ce qui est une économie de moyens mis en œuvre.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- la **figure 1** est une représentation schématique d'un véhicule automobile électrique présentant une batterie de traction alimentant, d'une part, un réseau haute tension et, d'autre part, un réseau de bord dans le véhicule automobile, le procédé de contrôle d'un convertisseur faisant le raccordement entre réseaux de bord et de traction selon la présente invention pouvant être mis en œuvre dans un tel véhicule automobile,

- la **figure 2** est une représentation schématique d'un réseau électrique dans un véhicule automobile électrique présentant une batterie de traction alimentant, d'une part, un réseau haute tension et, d'autre part, un réseau de bord dans le véhicule automobile, le procédé de contrôle d'un convertisseur faisant le raccordement entre réseaux de bord et de traction selon la présente invention pouvant être mis en œuvre dans un tel réseau électrique,

- la **figure 3a** est une représentation schématique d'un mode de réalisation de la mise en œuvre d'un procédé de contrôle d'un convertisseur faisant le raccordement entre réseaux de bord et de traction selon la présente invention, le courant sortant du convertisseur étant borné par une limite d'intensité de courant alors faible à cette **figure 3a** déterminée en fonction de la charge de la batterie de servitude, la batterie de servitude alimentant aussi le réseau de bord en complément du courant d'intensité faible provenant du convertisseur,

- la **figure 3b** est une représentation schématique du mode de réalisation de la **figure 3a** avec utilisation d'un limiteur de gradient de variation de la limite d'intensité de courant pour une limite de courant alors faible,

- la **figure 4a** est une représentation schématique d'un mode de réalisation de la mise en œuvre d'un procédé de contrôle d'un convertisseur faisant le raccordement

entre réseaux de bord et de traction selon la présente invention, le courant sortant du convertisseur étant borné par une limite d'intensité de courant relativement élevée à cette **figure 4a** déterminée en fonction de la charge de la batterie de servitude, la batterie de servitude étant chargée par un courant dérivé du courant d'intensité élevé provenant du convertisseur,

- la **figure 4b** est une représentation schématique du mode de réalisation de la **figure 4a** avec utilisation d'un limiteur de gradient de variation de la limite d'intensité de courant pour une limite d'intensité de courant relativement élevée,

- la **figure 5** est une représentation schématique d'un mode de réalisation de la mise en œuvre optionnelle d'un procédé de contrôle d'un convertisseur faisant le raccordement entre réseaux de bord et de traction selon la présente invention avec représentation d'une boucle de tension et d'une boucle d'intensité de courant, le courant sortant du convertisseur étant borné par une limite d'intensité de courant déterminée en fonction de la charge de la batterie de servitude comme précédemment montré aux **figures 3b et 4b** avec, le cas échéant, utilisation d'un limiteur de gradient de variation de la limite d'intensité de courant,

- les **figures 6a, 6b et 6c** sont des représentations schématiques d'un mode nominal respectif selon l'état de la technique d'alimentation d'un réseau de bord intégrant une batterie de servitude à partir d'un réseau de traction intégrant une batterie de traction, une mise en œuvre du procédé selon l'invention corrigeant ce mode nominal.

En se référant à toutes les figures et plus particulièrement aux **figures 2, 3a, 3b, 4a et 4b**, la présente invention concerne un procédé de contrôle d'un convertisseur 6 de courant continu DC/DC présent dans un réseau de bord 2 d'un véhicule automobile comprenant une batterie de servitude 8. Le réseau de bord 2 à basse ou moyenne tension est raccordé par l'intermédiaire du convertisseur 6 à une batterie de traction 1 alimentant un réseau de traction 3 à haute tension équipé d'un onduleur 5 et d'une machine électrique 4 de traction.

De manière connue, l'onduleur 5 est piloté selon une consigne de tension, autrement dit en contrôle de voltage ou selon une consigne de couple, autrement dit en contrôle de couple, ceci selon au moins un mode nominal, correspondant à un ou des modes de fonctionnement standard du réseau électrique.

Selon l'invention, en se référant plus particulièrement aux **figures 3a, 3b, 4a et 4b**, il est détecté des situations de vie identifiées comme conduisant à une transmission de transitoires de puissance du réseau de bord 2 vers le réseau de traction 3 à haute tension entraînant des instabilités dans le réseau de traction 3 et, quand de telles situations de vie sont détectées, le mode nominal est complété par un mode auxiliaire de

contrôle du convertisseur 6 qui est mis en œuvre avec une limite d'intensité LIM I de courant en sortie du convertisseur 6.

Quand un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur 6 est mis en œuvre avec une limite d'intensité LIM I de courant en sortie du convertisseur 6, une tension de référence du convertisseur 6 peut être mise à une valeur maximale. Cette valeur peut être par exemple de 15,5 Volts. Cette limite d'intensité LIM I de courant est fonction d'un état de charge de la batterie de servitude 8, la limite d'intensité LIM I de courant augmentant plus la charge de la batterie de servitude 8 décroît.

Aux **figures 3b et 4b**, il est montré un module de calcul d'une limite d'intensité LIM Ib de courant en fonction de la charge de la batterie de servitude 8. A ces **figures 3b et 4b**, il est montré respectivement une limite d'intensité de courant symbolisée par un cercle entourant une portion de courbe, respectivement relativement faible à la **figure 3b** et élevée à la **figure 4b** en étant non limitativement de 20 à 200 Ampères en fonction d'une charge de la batterie de servitude 8 pouvant varier de 50 à 80%.

Les valeurs de 50 à 80% peuvent représenter respectivement une valeur de charge minimale et une valeur de charge maximale de la batterie de servitude 8 à ne pas dépasser respectivement à la baisse et à la hausse, ceci pour protéger la batterie de servitude 8 en décharge comme en charge mais aussi pour garder une marge de sécurité de charge de la batterie de servitude 8 pour la valeur de charge minimale.

Il peut être défini une intensité de courant maximale et une intensité de courant minimale dans le réseau de bord 2 en sortie du convertisseur 6. Aux **figures 3b et 4b**, la valeur d'intensité de courant maximale est respectivement de 200 Ampères et de 20 Ampères. La valeur d'intensité de courant minimale peut être définie au moins égale à une valeur moyenne d'intensité de courant du réseau de bord établie sur un cycle de roulage du véhicule automobile.

A la valeur de charge minimale de la batterie de servitude 8, par exemple 50%, la limite d'intensité LIM I de courant peut être égale à l'intensité de courant maximale, par exemple 200 Ampères en pouvant tenir compte des erreurs d'estimation de la charge et pour ne pas trop décharger la batterie de servitude 8.

A la valeur de charge maximale de la batterie de servitude 8, par exemple 80%, la limite d'intensité LIM I de courant peut être égale à l'intensité de courant minimale, par exemple 20 Ampères.

Entre ces deux valeurs d'intensité maximale et minimale, la limite d'intensité LIM I de courant suit une courbe tracée de limite d'intensité LIM I de courant en fonction de la charge comme montré dans le module 17 illustrant une cartographie limite d'intensité de courant en fonction de la charge de la batterie.

Comme montré aux **figures 3b et 4b**, à partir d'une consigne d'intensité de courant Isp donnée par un mode de contrôle selon l'état de la technique, il est déterminé une limite d'intensité LIM Ib de courant. Cette limite d'intensité LIM Ib de courant est une limite d'intensité brute non corrigée mais qui peut l'être selon son gradient de variation en donnant alors la limite d'intensité de courant LIM I. La limite d'intensité LIM Ib de courant peut être déterminée selon une cartographie 17 dans le module de calcul de la limite d'intensité LIM Ib de courant en fonction de la charge de la batterie de servitude 8. La correction selon le gradient de correction est effectuée dans le module 18.

Aux **figures 3a et 4a**, ce qui est désigné par la référence LIM I peut aussi être la limite d'intensité de courant brute référencée LIM Ib aux **figures 3b et 4b**, quand aucune correction n'a été appliquée sur la limite d'intensité de courant brute LIM Ib, car cette correction n'est pas essentielle mais seulement préférée.

La courbe donnant la limite d'intensité de courant brute LIM Ib en fonction de la charge de la batterie peut être élaborée spécifiquement pour chacune des situations de vie identifiées comme conduisant à une transmission de transitoires de puissance du réseau de bord vers le réseau de traction entraînant des instabilités dans le réseau de traction, chaque situation de vie identifiée requérant une solution spécifique.

La variation de la limite d'intensité de courant brute LIM Ib peut être incurvée au lieu d'être droite comme aux **figures 3b et 4b**, par exemple en formant une forme ouverte vers le haut. La courbe peut présenter un palier pour des charges de la batterie de servitude 8 moyennes pour lesquelles la limite d'intensité de courant brute LIM Ib peut ne pas beaucoup varier.

Pour une limite d'intensité LIM I de courant faible comme montré aux figures 3a et 3b, un courant faible passe dans le réseau de bord 2 en provenance du convertisseur 6 et la majeure partie du courant alimentant la deuxième branche 2b portant un ou des éléments consommateurs 7a provient de la batterie de servitude 8 alimentant la deuxième branche 2b par la première branche 2a.

Pour une limite d'intensité LIM I de courant élevée comme montré aux **figures 4a et 4b**, un courant élevé passe dans le réseau de bord 2 en provenance du convertisseur 6. Ce courant élevé alimente la première branche 2a pour la recharge de la batterie de servitude 8 et la deuxième branche 2b pour l'alimentation d'un ou d'éléments consommateurs 7a.

Comme montré notamment aux **figures 3b et 4b**, il peut être utilisé un limiteur de gradient 18 de variation de la limite d'intensité LIM I de courant, ceci en sortie de la cartographie 17 d'estimation de la limite d'intensité LIM Ib de courant brute en fonction de la charge de la batterie de servitude 8. Ce limiteur de gradient 18 permet de ne pas avoir de variations trop brusques de la limite d'intensité LIM I de courant qui pourraient se

répercuter sur le réseau de traction 3 et la machine électrique 4, une telle répercussion étant précisément ce qui est recherché à éviter dans le cadre de la présente invention.

La **figure 5** montre un mode de réalisation d'une structure de contrôle de la tension et de l'intensité de courant à l'intérieur d'un convertisseur de courant continu. La structure comprend une boucle de régulation de tension 19 et une boucle de régulation 20 d'intensité de courant, cette boucle de régulation d'intensité de courant pouvant mettre en œuvre le procédé de contrôle selon la présente invention.

A partir d'une tension de consigne Vsp en entrée de la structure de contrôle, un module de contrôle en tension V délivre une intensité de courant de consigne Isp dans le convertisseur. Selon l'invention, une limite d'intensité de courant LIM I est comparée dans un comparateur Min avec l'intensité de courant de consigne Isp et la plus petite valeur d'intensité entre les deux est envoyée à un module de contrôle en intensité de courant I.

La boucle de régulation de tension 19 est basée sur la tension mesurée en sortie Vmes qui est retranchée à la tension de consigne Vsp avant le module de contrôle en tension V.

La boucle de régulation d'intensité de courant 20 est basée sur l'intensité de courant mesurée en sortie Imes qui est retranchée au minimum d'intensité entre la limite d'intensité de courant LIM I et l'intensité de courant de consigne Isp avant le module de contrôle en intensité I. La commande se fait avantageusement en modulation de largeur d'impulsion.

Les situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction peuvent être une défection temporaire de la batterie de traction 1 due à des conditions extérieures particulières comme une température de moins de 0 °C ou une température de plus de 45 °C, une défection permanente de la batterie de traction 1, un pilotage de l'onduleur 5 selon une consigne d'intensité de courant, un pilotage de puissance de la machine électrique 4 lors d'un pilotage selon une consigne de tension, ce pilotage de puissance impliquant des variations de couple électrique sur la machine électrique 4.

Les transitoires de puissance introduisant des problèmes de stabilité du réseau de traction peuvent survenir aussi pour une machine électrique de traction commandée en tension avec une batterie de traction déconnectée et aussi lors d'un suivi de puissance avec des performances de la batterie de traction limitée, la machine électrique étant commandée en couple pour garantir un courant suffisant dans le réseau de traction.

En se référant plus particulièrement aux figures 6a, 6b et 6c, ledit au moins un mode nominal est sélectionné entre, premièrement, un mode de recharge de la batterie

de servitude 8. Ceci est montré à la **figure 6a** à laquelle les flèches indiquent la direction du courant arrivant, à partir de la batterie de traction 1, vers le convertisseur 6 puis partant du convertisseur 6 en se séparant entre une première branche 2a portant la batterie de servitude 8 et une deuxième branche 2b comprenant au moins un élément consommateur 7a.

A la **figure 6b**, il est montré un mode à intensité de courant quasiment nul dans la première branche 2a portant la batterie de servitude 8. La batterie de servitude 8 n'est alimentée par aucun courant, sa charge étant suffisante. Toute la puissance en sortie du convertisseur 6 est transférée à un ou des éléments consommateurs 7a dans la deuxième branche 2b du réseau de bord 2.

A la **figure 6c**, il est montré un mode arrêté pour lequel le convertisseur 6 est contrôlé de manière à ce que le transfert de puissance dans le réseau de bord 2 soit nul. Le convertisseur 6 n'est pas alimenté par le réseau de traction 3 et la batterie de servitude 8 dans la première branche 2a alimente seule l'élément ou les éléments consommateurs 7a présents dans la deuxième branche 2b du réseau de bord 2.

En se référant à toutes les figures, l'invention concerne aussi un réseau électrique dans un véhicule automobile hybride ou électrique. Le réseau électrique comprend une batterie de traction 1 alimentant un réseau de traction 3 à haute tension équipé d'un onduleur 5 et d'une machine électrique 4 de traction.

Le réseau électrique comprend un réseau de bord 2 à basse ou moyenne tension raccordé par l'intermédiaire d'un convertisseur 6 de courant continu DC/DC à la batterie de traction 1 en dérivation du réseau de traction 3. Le réseau de bord 2 en sortie du convertisseur 6 se divise en une première branche 2a comprenant une batterie de servitude 8 et une deuxième branche 2b comprenant un ou des éléments consommateurs 7a.

En mode de contrôle en tension, l'onduleur 5 et le convertisseur 6 sont pilotés par une unité électronique de commande 7. Pour ordre d'idée, lors du pilotage, le convertisseur 6 peut avoir un temps de réponse en tension d'environ 50 millisecondes tandis que l'onduleur 5 peut avoir un temps de réponse en tension de 100 millisecondes. Il s'ensuit que l'onduleur 5 ne peut, avec un tel pilotage, corriger les sauts de puissance du réseau de bord 2 et ne peut que les transmettre à la machine électrique 4 avec des variations de couple de la machine électrique 4.

Pour éviter cela et mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'invention, l'unité électronique de commande 7 comprend des moyens d'implémentation d'un tel procédé de contrôle dont des moyens de reconnaissance d'au moins une des situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des

instabilités dans le réseau de traction. Ces situations de vie sont celles décrites précédemment en regard des **figures 6a, 6b et 6c**.

La première situation de vie peut être détectée par le système de gestion 12 de la batterie de traction 1 pouvant comprendre un capteur de charge de la batterie de traction 1, non représenté pour la batterie de traction 1 aux figures, et des moyens de suivi de l'intensité et/ou de la tension en sortie de la batterie de traction 1. Le système de gestion 12 peut envoyer ces informations à l'unité électronique de commande 7.

La deuxième situation de vie est reconnue par l'unité électronique de commande 7 selon le mode de contrôle en fonction de l'intensité ou de la tension du courant que l'unité électronique de commande 7 applique au système. La troisième situation de vie relative au suivi de la puissance de la machine électrique 4 peut être identifiée par l'unité électronique de commande 7.

Le réseau de bord 2 comporte des moyens d'estimation de la charge 16 de la batterie de servitude 8, ces moyens, visibles à la **figure 2**, communiquant au moins en émission avec l'unité électronique de commande 7. Ces moyens d'estimation peuvent être sous la forme d'un capteur de charge 16 intégré dans la première branche 2a du réseau de bord 2 propre à la batterie de servitude 8 ou peuvent être logiciels.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de contrôle d'un convertisseur (6) de courant continu DC/DC présent dans un réseau de bord (2) d'un véhicule automobile comprenant une batterie de servitude (8), le réseau de bord (2) à basse ou moyenne tension étant raccordé par l'intermédiaire du convertisseur (6) à une batterie de traction (1) alimentant un réseau de traction (3) à haute tension équipé d'un onduleur (5) et d'une machine électrique (4) de traction, l'onduleur (5) étant piloté selon une consigne de tension ou de couple conformément à au moins un mode nominal,

caractérisé en ce que, quand il est détecté une transmission de transitoires de puissance du réseau de bord (2) vers le réseau de traction (3) entraînant des instabilités dans le réseau de traction (3), telles que des transitoires de puissance entraînant une baisse ou une hausse significative de la tension aux bornes de la machine électrique de traction, ces baisses ou hausses pouvant dépasser respectivement une tension minimale et une tension maximale de fonctionnement de la machine électrique de traction, un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur (6) est mis en œuvre avec une limite d'intensité (LIM I) de courant en sortie du convertisseur (6), cette limite d'intensité (LIM I) de courant étant fonction d'un état de charge de la batterie de servitude (8), la limite d'intensité (LIM I) de courant augmentant plus la charge de la batterie de servitude (8) décroît.

[Revendication 2]

Procédé de contrôle selon la revendication précédente, dans lequel, quand un mode auxiliaire de contrôle du convertisseur (6) est mis en œuvre avec une limite d'intensité (LIM I) de courant en sortie du convertisseur (6), une tension de référence du convertisseur (6) est mise à une valeur maximale.

[Revendication 3]

Procédé de contrôle selon la revendication précédente, dans lequel il est prédéterminé une valeur de charge maximale et une valeur de charge minimale de la batterie de servitude (8).

[Revendication 4]

Procédé selon la revendication précédente, dans lequel il est défini une intensité de courant maximale et une intensité de courant minimale dans le réseau de bord (2) en sortie du convertisseur (6) avec, à la valeur de charge minimale de la batterie de servitude (8), la limite d'intensité (LIM I) de courant est égale à l'intensité de courant maximale et, à la valeur de charge maximale de la batterie de servitude (8), la limite d'intensité (LIM I) de courant est égale à l'intensité de courant minimale, la valeur minimale étant définie au moins égale à une valeur moyenne d'intensité de courant du réseau de bord établie sur un cycle de roulage du véhicule automobile.

[Revendication 5]

Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la limite d'intensité (LIM I) de courant est déterminée selon une cartographie (17), une courbe donnant la limite d'intensité (LIM I) de courant en fonction de la charge de la batterie étant élaborée spécifiquement pour chacune des situations de vie identifiées comme conduisant à une transmission de transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction (3).

[Revendication 6]

Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel il est utilisé un limiteur de gradient (18) de variation de la limite d'intensité (LIM I) de courant.

[Revendication 7]

Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction sont une défection temporaire de la batterie de traction (1) due à des conditions extérieures particulières comme une température de moins de 0 °C ou une température de plus de 45 °C, une défection permanente de la batterie de traction (1), un pilotage de l'onduleur (5) selon une consigne de tension, ce pilotage de puissance impliquant des variations de couple électrique sur la machine électrique (4).

[Revendication 8]

Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit au moins un mode nominal est sélectionné entre, premièrement, un mode de recharge de la batterie de servitude (8), deuxièmement un mode à intensité de courant nul pour lequel la batterie de servitude (8) n'est alimentée par aucun courant, sa charge étant suffisante, la puissance en sortie du convertisseur (6) étant transférée à un ou des éléments consommateurs (7a) dans un reste du réseau de bord (2) et, troisièmement, un mode arrêté pour lequel le convertisseur (6) est contrôlé de manière à ce que le transfert de puissance dans le réseau de bord (2) soit nul.

[Revendication 9]

Réseau électrique dans un véhicule automobile hybride ou électrique, le réseau électrique comprenant une batterie de traction (1) alimentant un réseau de traction (3) à haute tension équipé d'un onduleur (5) et d'une machine électrique (4) de traction et un réseau de bord (2) à basse ou moyenne tension raccordé par l'intermédiaire d'un convertisseur (6) de courant continu DC/DC à la batterie de traction (1) en dérivation du réseau de traction (3), le réseau de bord (2) en sortie du convertisseur (6) se divisant en une première branche (2a) comprenant une batterie de servitude (8) et une deuxième branche (2b) comprenant un ou des éléments consommateurs (7a), l'onduleur (5) et le convertisseur (6) étant pilotés par une unité électronique de commande (7),

caractérisé en ce que l'unité électronique de commande (7) comprend des moyens d'implémentation du procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications

précédentes, l'unité de commande (7) comprenant des moyens de reconnaissance d'au moins une des situations de vie identifiées comme conduisant à des transitoires de puissance entraînant des instabilités dans le réseau de traction, telles que des transitoires de puissance entraînant une baisse ou une hausse significative de la tension aux bornes de la machine électrique de traction, ces baisses ou hausses pouvant dépasser respectivement une tension minimale et une tension maximale de fonctionnement de la machine électrique de traction, le réseau de bord (2) comportant des moyens d'estimation de la charge (16) de la batterie de servitude (8), ces moyens (16) communiquant au moins en émission avec l'unité électronique de commande (7).

[Revendication 10]

Réseau électrique selon la revendication précédente, dans lequel la première branche (2a) intègre un capteur de charge (16) en tant que moyens d'estimation de la charge (16) de la batterie de servitude (8).

Fig. 1

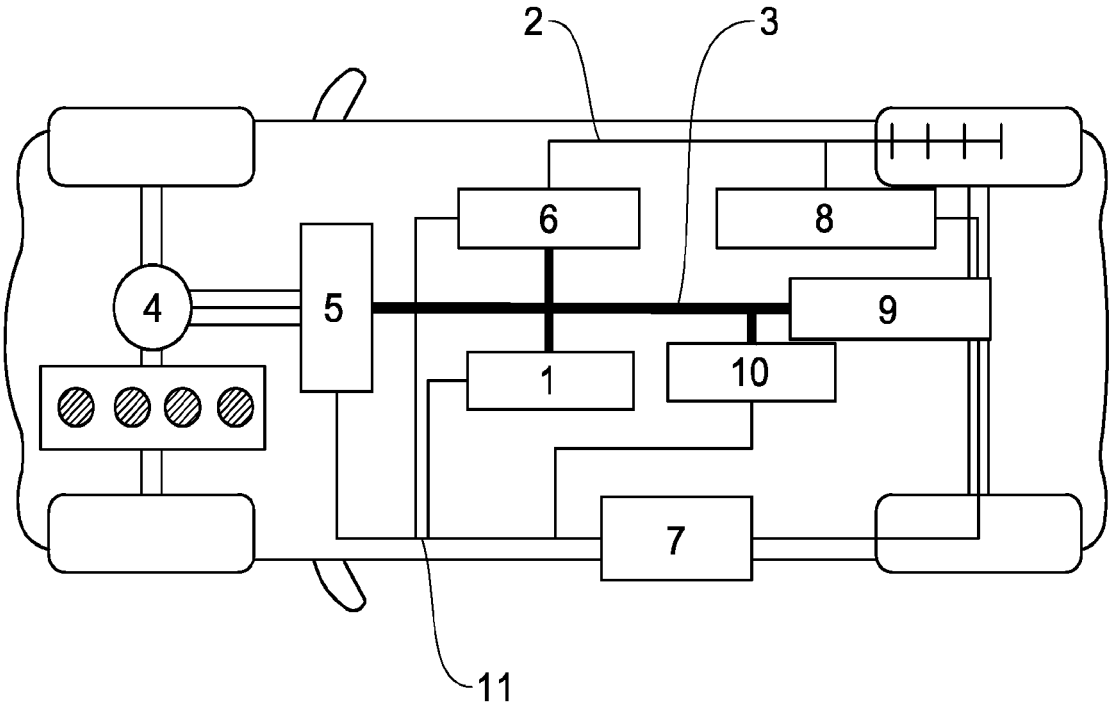


Fig. 2

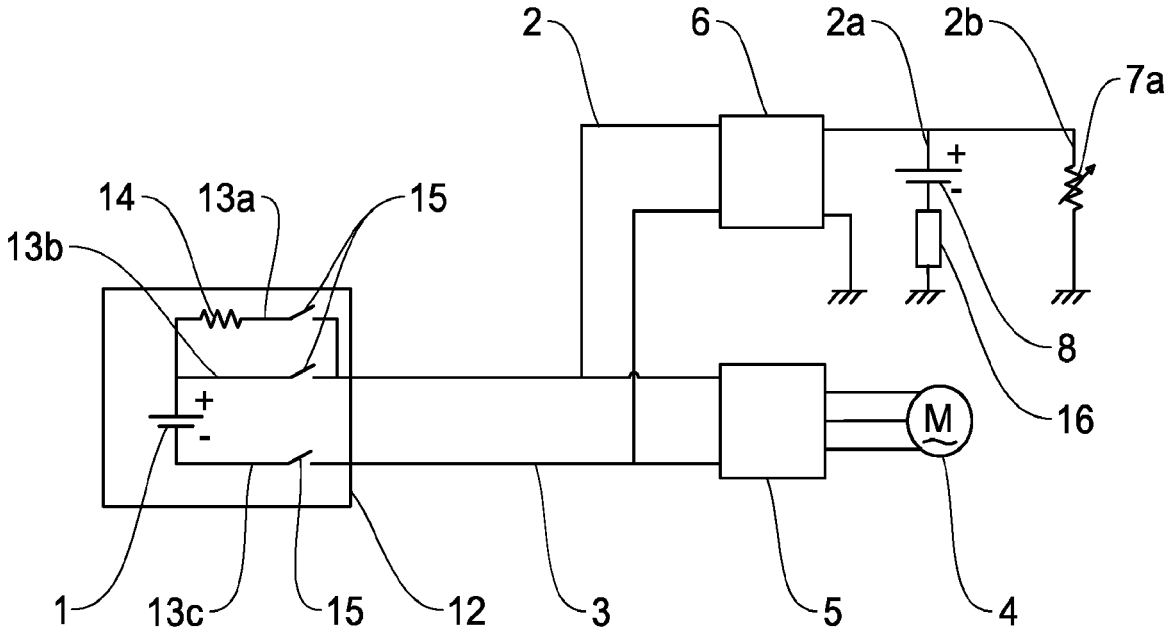


Fig. 3a

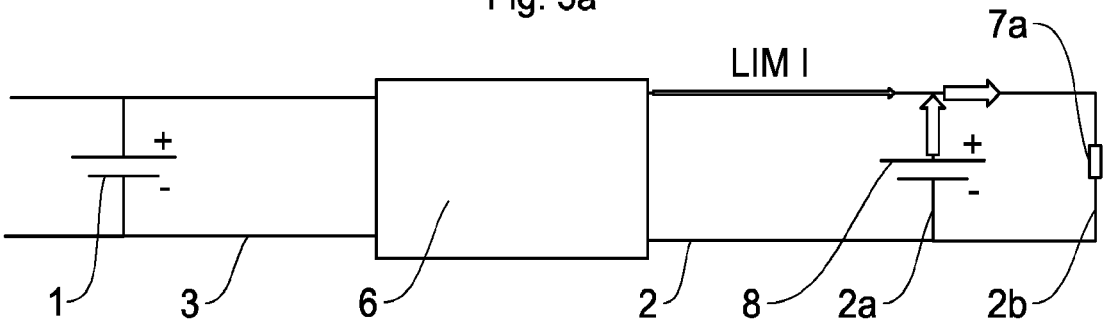


Fig. 3b

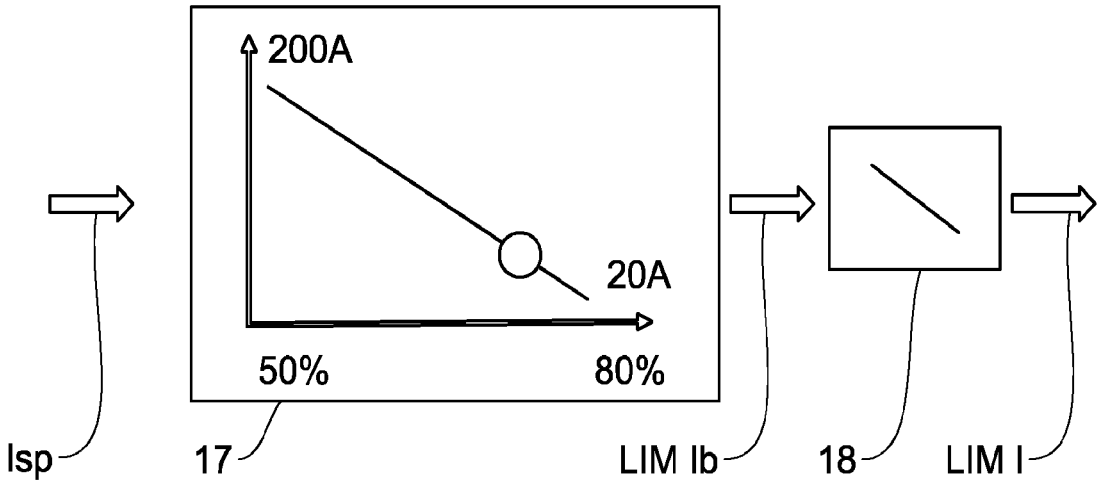


Fig. 4a

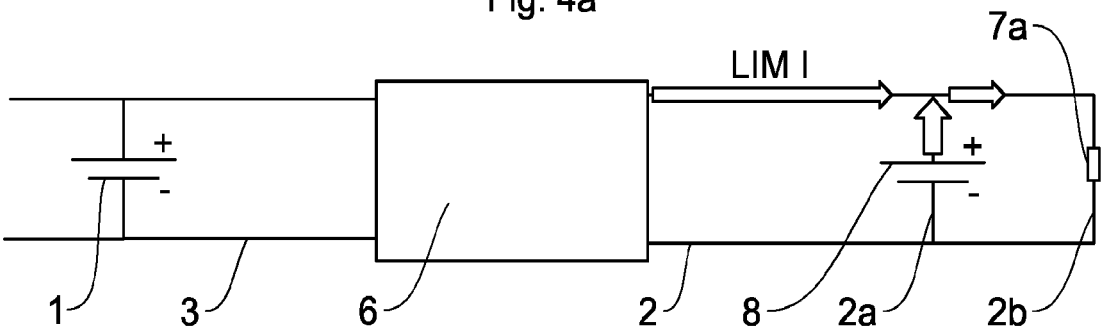


Fig. 4b

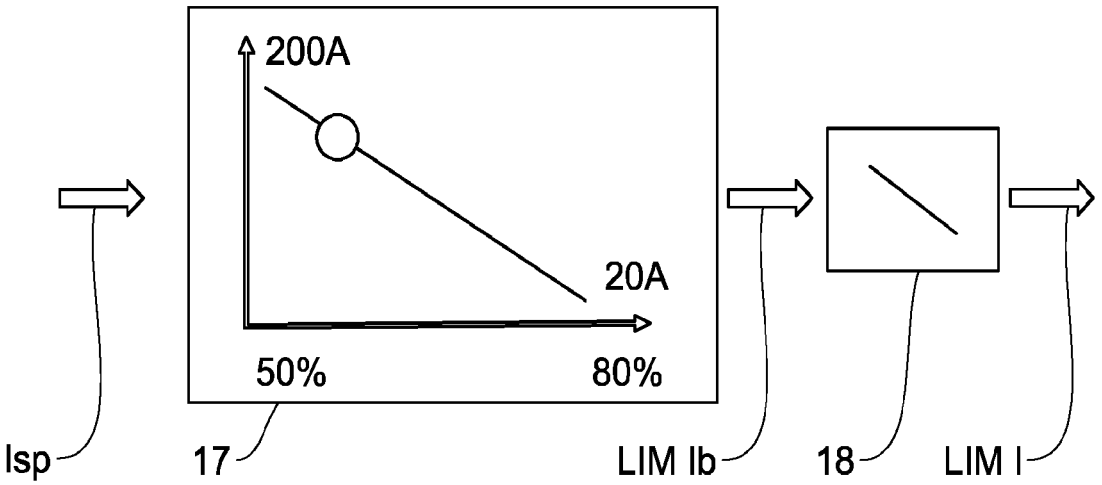


Fig. 5

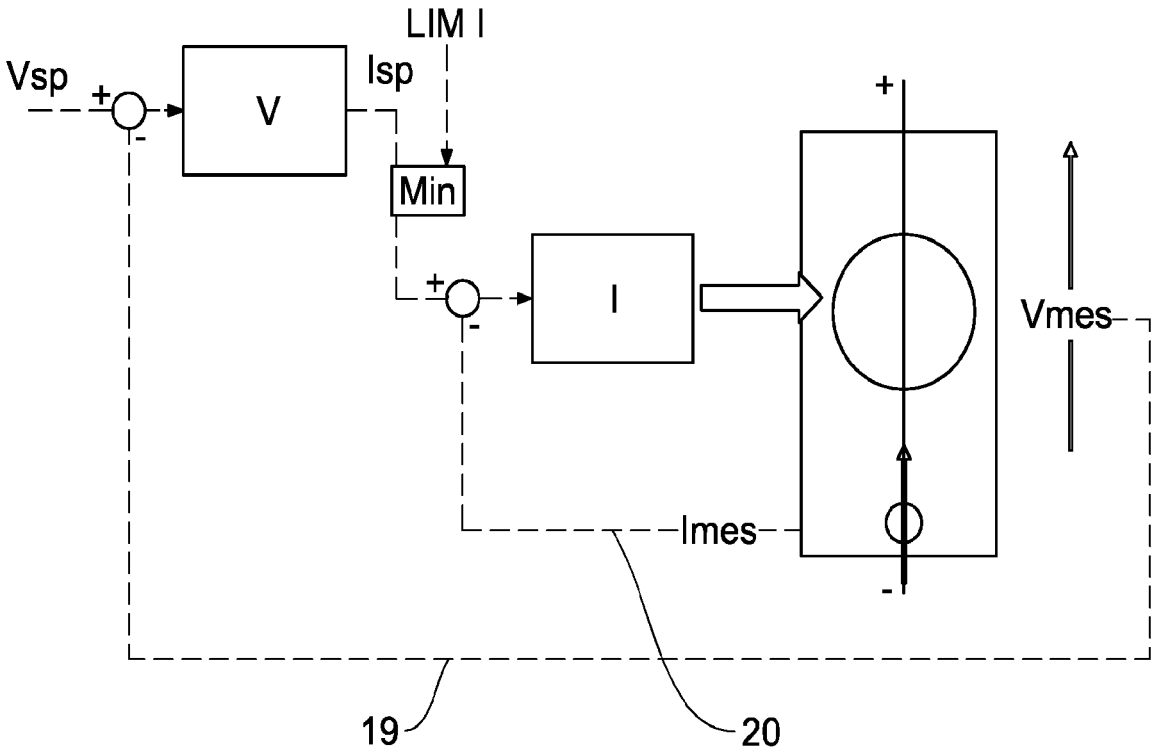


Fig. 6a

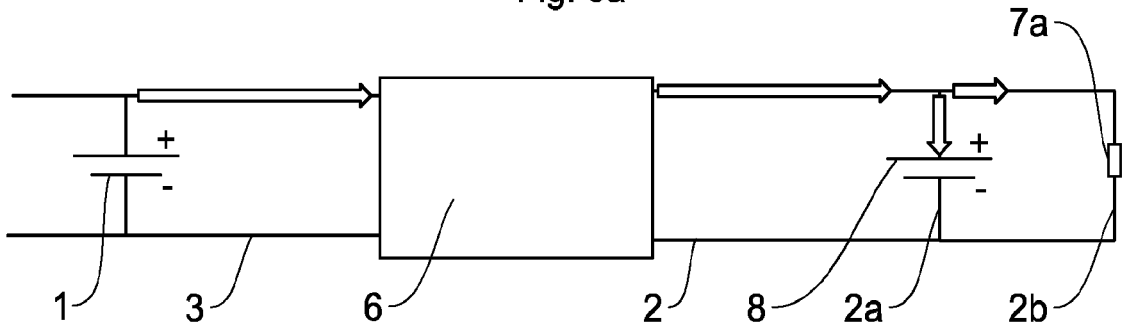


Fig. 6b

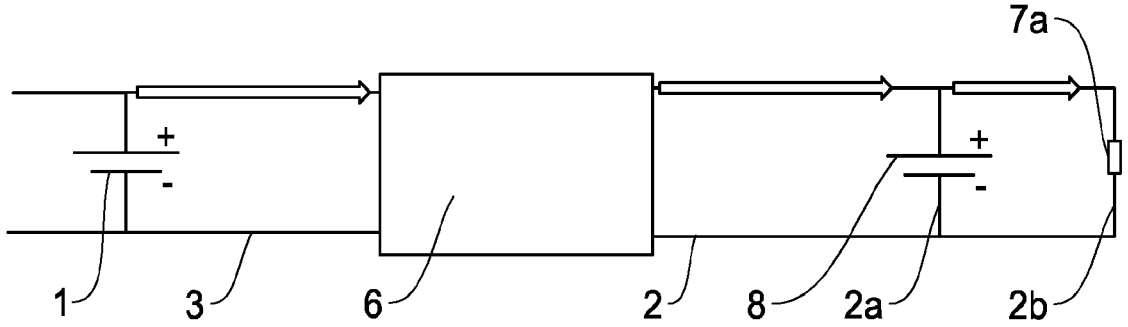
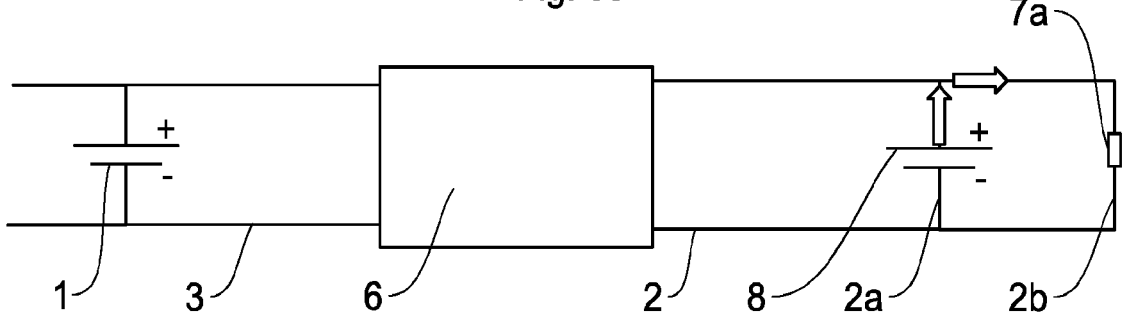


Fig. 6c



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 (nouveauté) 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.

[x] 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.

[x] 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

NEANT

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

DE 10 2012 216004 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 mars 2014 (2014-03-13)

FR 3 014 803 A1 (RENAULT SA [FR]) 19 juin 2015 (2015-06-19)

DE 10 2016 212111 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 1 juin 2017 (2017-06-01)

US 2015/137592 A1 (KONO TOSHIYUKI [JP]) 21 mai 2015 (2015-05-21)

DE 10 2015 007585 A1 (AUDI AG [DE]) 22 décembre 2016 (2016-12-22)

DE 44 22 256 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 4 janvier 1996 (1996-01-04)

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

NEANT