(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
06 février 2025 (06.02.2025)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/026730 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60L 3/00 (2019.01) *B60L 53/24* (2019.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/070175

(22) Date de dépôt international :
16 juillet 2024 (16.07.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2308373 02 août 2023 (02.08.2023) FR

(71) Déposant : **AMPERE S.A.S.** [FR/FR] ; 122-122 bis avenue du Général Leclerc, 92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs : **JANIAUD, Noelle** ; 1 avenue du golf, 78084 Guyancourt (FR). **MICHON, Antoine** ; 1 Avenue du golf, 78084 Guyancourt Cedex (FR). **LENOIR, Jacky** ; Zone d'activité du Moulin 3, BP 105, 76410 Cléon (FR).

(74) Mandataire : **RENAULT GROUP** ; 1 avenue du golf FR TCR AVA 4 4C, 78084 GUYANCOURT CEDEX (FR).

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

(54) **Title:** METHOD FOR RECHARGING A TRACTION BATTERY WITH A VOLTAGE SOURCE OF VOLTAGE LOWER THAN THAT OF THE TRACTION BATTERY AND CORRESPONDING VEHICLE

(54) **Titre :** PROCÉDÉ DE RECHARGE D'UNE BATTERIE DE TRACTION PAR UNE SOURCE DE TENSION INFÉRIEURE À CELLE DE LA BATTERIE DE TRACTION ET VÉHICULE CORRESPONDANT

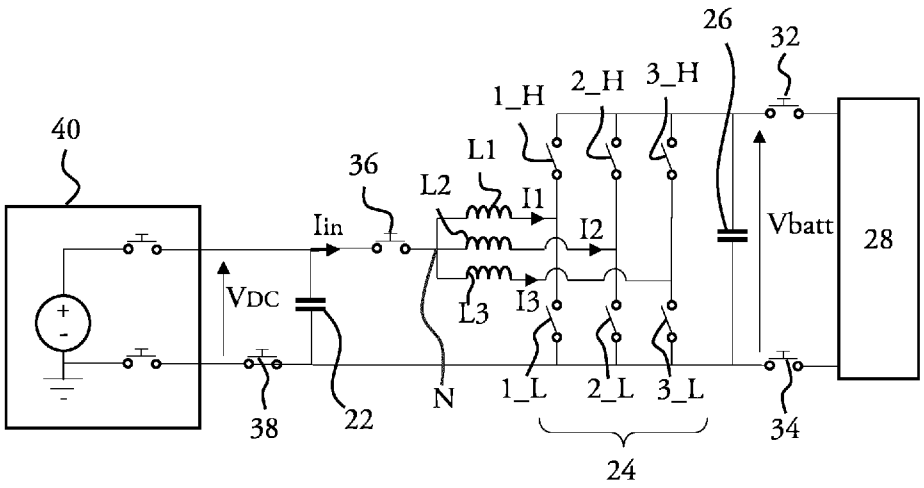

Fig.1

(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for recharging a traction battery (28) of an electric or hybrid vehicle, the battery being connected to a smoothing capacitor (26) and to a traction inverter (24) connected to the stator windings (L1, L2, L3) of an electric motor (20), a neutral point (N) of which is connected to a voltage source (40) delivering a voltage (VDC) lower than that of the battery (28), the inverter (24) having three switching arms each comprising a low switch (1_L, 2_L, 3_L), the battery (28) being recharged by applying a switching duty cycle (a) to the switches (1_L, 2_L, 3_L,1_H, 2_H, 3_H), the recharging method being characterized in that a first low switch (1_L) and a second low switch (2_L) close in phase while a third low switch (3_L) opens and closes in phase opposition.

WO 2025/026730 A1

[Suite sur la page suivante]

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

— *en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.*

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de recharge d'une batterie de traction (28) d'un véhicule électrique ou hybride, la batterie étant connectée à une capacité de lissage (26) et à un onduleur de traction (24) connecté aux bobinages statoriques (L1, L2, L3) d'un moteur électrique (20) dont un point neutre (N) est connecté à une source de tension (40) délivrant une tension (VDC) inférieure celle de la batterie (28), l'onduleur (24) ayant trois bras de commutation comportant chacun un interrupteur bas (1_L, 2_L, 3_L), la recharge de la batterie (28) s'effectuant par application d'un rapport cyclique (a) de commutation aux interrupteurs (1_L, 2_L, 3_L,1_H, 2_H, 3_H), le procédé de recharge étant caractérisé en ce qu'un premier (1_L) et un deuxième (2_L) des interrnpteurs bas se ferment en phase tandis qu'un troisième (3_L) des interrupteurs bas s'ouvre et se ferme en opposition de phase.

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Procédé de recharge d'une batterie de traction par une source de tension inférieure à celle de la batterie de traction et véhicule correspondant

La présente invention se rapporte aux domaines de l'automobile et de l'électrotechnique, et concerne plus précisément un procédé de recharge d'une batterie de traction d'un véhicule électrique ou hybride, et un véhicule électrique ou hybride ayant des moyens pour mettre en œuvre un tel procédé.

Un véhicule électrique ou hybride comporte une batterie de traction haute tension, de tension maximale à vide généralement comprise entre 400 et 800V (volts), et qui se vide pour alimenter un moteur électrique de traction du véhicule. Il faut donc recharger la batterie de traction à partir d'une borne de charge externe au véhicule. Lorsque celle-ci est apte à fournir une tension supérieure à la tension maximale à vide de la batterie de traction, il suffit de connecter les sorties de la borne de charge aux bornes de la batterie de traction du véhicule pour la recharger.

Or certaines bornes de charge ne fournissent qu'une tension inférieure à la tension maximale à vide de la batterie de traction. Notamment certaines bornes de charge ne peuvent fournir que 400V au maximum. Pour recharger une batterie de traction de tension supérieure à 400V avec une telle borne de charge, il faut donc connecter les sorties de la borne de charge en entrée d'un élévateur de tension, dont la sortie, fournissant une tension supérieure à la tension de la batterie de traction à recharger, est connectée aux bornes de celle-ci.

Un tel élévateur de tension comporte au moins une inductance, une capacité et deux interrupteurs. Etant donné la puissance que ces composants doivent supporter, ils représentent un coût non négligeable. Afin de diminuer le coût d'un véhicule électrique ou hybride comportant un tel élévateur de tension, celui-ci est souvent réalisé en réutilisant les composants de puissance déjà présents dans le véhicule, par exemple les bobinages statoriques du moteur électrique du véhicule, les interrupteurs de l'onduleur de traction du véhicule, et une capacité de lissage connectée aux bornes de la batterie de traction dans le véhicule.

Lorsque les bobinages statoriques du véhicule sont utilisés comme inductances de l'élévateur de tension du véhicule, le rotor du moteur électrique est bien sûr non alimenté. Néanmoins, en fonction du fonctionnement des interrupteurs de l'onduleur de traction pendant une recharge de la batterie de traction, une tension induite très élevée peut se trouver aux bornes du rotor et endommager celui-ci, du fait d'un couplage entre les inductances statoriques et l'inductance rotorique. Des pertes fer importantes apparaissent également lorsqu'un champ magnétique pulsant apparaît dans le moteur électrique lors de cette recharge et diminuent l'efficacité de la recharge. Elles risquent également d'endommager le rotor en provoquant un important échauffement de celui-ci. Enfin, du fait des couplages entre les inductances statoriques et le rotor, les ondulations de courant varient en fonction de la position du rotor et peuvent diminuer également l'efficacité de la recharge.

En choisissant un fonctionnement simultané des interrupteurs, le champ magnétique statorique résultant créé dans le moteur électrique est quasiment nul et ces inconvénients sont très limités, mais au prix d'une ondulation de courant très forte en entrée et en sortie de l'élévateur de tension, ce qui peut finir par endommager la batterie de traction et perturber le fonctionnement du dispositif de recharge.

Il existe donc un besoin d'améliorer la réalisation de la fonction élévatrice de tension dans un véhicule électrique ou hybride, pour la recharge de sa batterie de traction, qui soit peu coûteuse tout en limitant les pertes fer, et qui n'endommage pas le moteur électrique de traction du véhicule.

La présente invention vise à remédier au moins en partie aux inconvénients précités en fournissant un procédé de recharge d'une batterie de traction d'un véhicule électrique ou hybride, ainsi qu'un véhicule électrique ou hybride, utilisant un élévateur de tension qui réutilise un onduleur de traction et un moteur électrique du véhicule pour la recharge de la batterie de traction, tout en ayant un schéma de commutation des interrupteurs de l'onduleur de traction, qui limite à la fois les ondulations de courant en entrée de l'élévateur de tension et les pertes fer dans le moteur électrique.

A cette fin, l'invention propose un procédé de recharge d'une batterie de traction d'un véhicule électrique ou hybride, le véhicule comportant en outre une capacité de lissage et un onduleur de traction, la capacité de lissage et l'entrée de l'onduleur de traction étant connectées aux bornes de la batterie de traction, les sorties de l'onduleur de traction étant connectées à des bobinages statoriques d'un moteur électrique de traction du

véhicule, et un point neutre du moteur électrique de traction étant connecté à une borne positive d'une source de tension délivrant une tension inférieure à la tension aux bornes de la batterie de traction, l'onduleur de traction ayant trois bras de commutation comportant chacun un interrupteur bas et un interrupteur haut, le procédé de recharge comportant une étape de recharge de la batterie de traction s'effectuant par application d'un rapport cyclique de commutation aux interrupteurs,
le procédé de recharge étant caractérisé en ce que pendant l'étape de recharge, un premier et un deuxième des interrupteurs bas se ferment en phase tandis qu'un troisième des interrupteurs bas s'ouvre et se ferme en opposition de phase par rapport aux premier et deuxième interrupteurs bas.

Il est à noter que dans cette demande, la batterie de traction s'entend comme une batterie alimentant l'onduleur et le moteur électrique lors du roulage du véhicule, à la différence d'une éventuelle batterie de servitude du véhicule alimentant un réseau électrique basse tension du véhicule (par exemple 14V) auquel sont connectés différents consommateurs dont un calculateur principal du véhicule. La batterie de traction peut donc aussi être entendue comme une batterie de propulsion en fonction du moteur électrique utilisé. Sans mention contraire, la batterie à laquelle il est fait référence dans cette demande, est la batterie de traction du véhicule. De façon similaire, le moteur et l'onduleur dans cette demande de brevet font référence à un moteur électrique de traction ou de propulsion et respectivement à un onduleur de traction ou de propulsion du véhicule, en l'absence d'indication contraire. Enfin les termes « charge » ou « recharge » sont considérés comme équivalents dans cette demande.

De plus dans cette demande de brevet, sauf mention contraire, une connexion en entrée ou en sortie d'un ensemble fonctionnel tel que l'onduleur ou l'élévateur de tension s'entend comme une connexion aux bornes de cette entrée ou respectivement de cette sortie, c'est-à-dire une connexion en parallèle à cette entrée ou respectivement cette sortie, les termes entrée et sortie étant rapportés à la fonction concernée. Ici l'onduleur est notamment connecté en sortie (par rapport à sa fonction onduleur) aux bobinages statoriques du moteur électrique du véhicule.

Chaque bras de commutation de l'onduleur comporte de façon usuelle deux interrupteurs commandés, dont un interrupteur haut, connecté à la borne d'entrée positive de l'onduleur, elle-même connectée à la borne positive de la batterie de traction lorsque les relais ou interrupteurs de connexion à la batterie sont fermés, et un

interrupteur bas, connecté à la borne d'entrée négative de l'onduleur, elle-même connectée à la borne négative de la batterie de traction lorsque les relais ou interrupteurs de connexion à la batterie sont fermés. Chaque bras de commutation comporte donc un interrupteur haut et un interrupteur bas montés en série, un point milieu entre les deux interrupteurs étant connecté à un bobinage statorique du moteur électrique de traction.

De plus, l'onduleur de traction peut comporter plus de trois bras de commutation en fonction du nombre de phases du moteur électrique de traction. Dans ce cas, l'Homme du métier saura adapter le schéma de commutation proposé par l'invention en fonction de ce nombre de phases, par exemple pour un moteur ayant six phases et un onduleur ayant six bras de commutation, quatre interrupteurs bas de l'onduleur fonctionnent en phase et deux autres interrupteurs bas de l'onduleur fonctionnent en opposition de phase avec les quatre précédents interrupteurs bas.

Bien sûr, bien que le fonctionnement des interrupteurs hauts ne soit pas mentionné, chaque interrupteur haut fonctionne toujours en opposition de phase avec l'interrupteur bas du même bras, pour ne pas court-circuiter la batterie de traction, c'est-à-dire que lorsque l'interrupteur haut d'un bras est fermé, alors l'interrupteur bas de ce bras est ouvert.

Grâce à l'invention, la recharge de la batterie de traction par une borne de charge fournissant une tension inférieure à celle de la batterie, utilise un élévateur de tension de coût additionnel peu coûteux par rapport à un véhicule sans élévateur de tension, puisque l'élévateur de tension réutilise beaucoup d'éléments de la chaîne de traction du véhicule. De plus le procédé de recharge selon l'invention réussit un compromis entre d'une part l'amplitude des ondulations de courant en entrée et en sortie de l'élévateur de tension pendant la recharge, et d'autre part l'amplitude de la tension induite au rotor du fait de l'utilisation des bobinages statoriques. Ainsi le procédé de recharge n'abîme ni la batterie de traction ni le moteur électrique, et présente des pertes fer limitées donc un bon rendement du processus de recharge de la batterie de traction.

Selon une caractéristique préférentielle et optionnelle du procédé de recharge selon l'invention, l'étape de recharge est précédée d'une étape de mesure de la position angulaire d'un axe d'un bobinage rotorique du moteur électrique de traction, et d'une étape de choix du troisième interrupteur bas comme celui des interrupteurs bas qui est apte à charger celui des bobinages statoriques d'axe formant l'angle le plus important avec la position angulaire mesurée de l'axe du bobinage rotorique.

Cette caractéristique permet de minimiser la composante directe du courant statorique dans un repère de Park du moteur électrique, et donc de minimiser la tension induite au rotor. Bien sûr, l'axe d'un bobinage est pris ici, lorsque le bobinage est constitué d'un ensemble de spires superposées les unes aux autres, comme l'axe orthogonal à ces spires et passant en leur milieu. Lorsqu'un bobinage comporte plusieurs ensembles de spires, l'axe du bobinage correspond de façon similaire à la direction principale du flux magnétique formé par les ensembles de spires. On choisit donc, dans cette caractéristique de l'invention, le bobinage statorique formant un flux magnétique dont la direction principale est la plus éloignée de la direction principale du flux magnétique formé par le bobinage rotorique. L'angle considéré l'est donc en valeur absolue.

Selon une autre caractéristique préférentielle et optionnelle du procédé de recharge selon l'invention, celui-ci comporte une étape de pré-positionnement de l'axe du bobinage rotorique, orthogonalement à l'axe d'un des bobinages statoriques, suivant l'étape de mesure et précédant l'étape de choix du troisième interrupteur bas comme étant celui qui est apte à charger ledit bobinage statorique d'axe ainsi devenu orthogonal à l'axe du bobinage rotorique.

Cette autre caractéristique permet d'annuler complètement la composante directe du courant statorique pendant la recharge de la batterie, et donc d'annuler la tension induite au rotor.

Eventuellement, l'étape de pré-positionnement est conditionnée au fait qu'un des bobinages statoriques forme un angle avec l'axe du bobinage rotorique, inférieur à une valeur seuil. Ainsi, si lors de l'étape mesure de la position angulaire de l'axe du bobinage rotorique, on constate que cet axe est aligné ou quasi aligné avec l'axe d'un des bobinages statoriques, ce qui implique une forte composante directe du courant statorique lors de la recharge, donc une forte tension induite au rotor, on prépositionne le bobinage rotorique pour que son axe soit perpendiculaire à celui d'un des bobinages statoriques, qui sera alimenté en opposition de phase avec les deux autres bobinages statoriques. Ainsi on évitera cette tension induite au rotor lors de la recharge.

L'étape de pré-positionnement comporte par exemple une étape d'alimentation du bobinage rotorique et de deux des bobinages statoriques distincts du bobinage statorique dont l'axe est rendu orthogonal à l'axe du bobinage rotorique par l'étape de pré-positionnement.

Le procédé de recharge selon l'invention présente un coût faible de réalisation et est simple à mettre en œuvre, du fait qu'il est réalisé en partie de manière logicielle dans un organe de commande de l'onduleur tel qu'un microcontrôleur et en partie matériellement dans des composants déjà présents dans la chaîne de traction du véhicule électrique ou hybride.

L'invention concerne aussi un véhicule électrique ou hybride comportant une batterie de traction, une capacité de lissage et un onduleur de traction, la capacité de lissage et l'entrée de l'onduleur de traction étant aptes à être connectées aux bornes de la batterie de traction, les sorties de l'onduleur de traction étant connectées à des bobinages statoriques d'un moteur électrique de traction du véhicule, et un point neutre du moteur électrique de traction étant apte à être connecté à une borne positive d'une source de tension délivrant une tension inférieure à la tension aux bornes de la batterie de traction, l'onduleur de traction ayant trois bras de commutation comportant chacun un interrupteur bas et un interrupteur haut, le véhicule électrique ou hybride comportant des moyens de recharge de la batterie de traction aptes à appliquer un rapport cyclique de commutation aux interrupteurs,
le véhicule électrique ou hybride étant caractérisé en ce que les moyens de recharge sont configurés pour fermer un premier et un deuxième des interrupteurs bas en phase et pour ouvrir et fermer un troisième des interrupteurs bas en opposition de phase par rapport aux premier et deuxième interrupteurs bas.

Le véhicule électrique ou hybride selon l'invention comporte en outre un interrupteur comportant une première borne reliée au point neutre et une deuxième borne reliée à la borne positive de la source de tension, et un condensateur connecté d'une part à la deuxième borne de l'interrupteur et d'autre part à une borne d'entrée négative de l'onduleur de traction. Le condensateur permet d'éviter un appel de courant trop important dans les inductances statoriques lors du démarrage de la charge, et l'interrupteur permet de déconnecter ce condensateur du point neutre avant une phase de roulage du véhicule.

Le véhicule électrique ou hybride selon l'invention comporte préférentiellement des moyens de mesure de la position angulaire d'un axe d'un bobinage rotorique du moteur électrique de traction, et des moyens de choix du troisième interrupteur bas comme celui des interrupteurs bas qui est apte à charger celui des bobinages statoriques d'axe

formant l'angle le plus important avec la position angulaire mesurée de l'axe du bobinage rotorique par les moyens de mesure.

Il comporte également préférentiellement des moyens de pré-positionnement de l'axe du bobinage rotorique, orthogonalement à l'axe d'un des bobinages statoriques, le troisième interrupteur bas étant choisi par les moyens de choix comme étant celui apte à charger ledit bobinage statorique d'axe rendu orthogonal à l'axe du bobinage rotorique par les moyens de pré-positionnement.

Les moyens de pré-positionnement comportent par exemple des moyens d'alimentation du bobinage rotorique et de deux des bobinages statoriques distincts du bobinage statorique dont l'axe est rendu orthogonal à l'axe du bobinage rotorique par les moyens de pré-positionnement.

Le véhicule électrique ou hybride selon l'invention comporte des avantages analogues à ceux du procédé de recharge selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[fig 1] représente un système de recharge d'un véhicule selon l'invention mettant en œuvre le procédé de recharge selon l'invention, le véhicule étant branché à une borne de charge externe, dans un mode de réalisation de l'invention,

[fig 2] représente un premier schéma de commutation utilisable dans le système de recharge de la figure 1, ainsi que des courants statoriques dans un moteur électrique du véhicule, et un courant d'entrée dans le système de recharge correspondants, ce premier schéma de commutation n'étant pas proposé par l'invention,

[fig 3] représente un deuxième schéma de commutation utilisable dans le système de recharge de la figure 1, ainsi que des courants statoriques dans un moteur électrique du véhicule et un courant d'entrée dans le système de recharge correspondants, ce deuxième schéma de commutation n'étant pas proposé par l'invention,

[fig 4] représente des étapes d'un procédé de recharge selon l'invention, dans le mode de réalisation de l'invention de la figure 1,

[fig 5] représente un troisième schéma de commutation utilisable dans le système de recharge de la figure 1, ainsi que des courants statoriques dans un moteur électrique du véhicule, et un courant d'entrée dans le système de recharge correspondants, ce troisième schéma de commutation étant proposé par l'invention,

[fig 6] représente le moteur électrique du véhicule de la figure 1, dans un cas d'usage du mode de réalisation de la figure 1, et notamment une position d'un bobinage rotorique du moteur par rapport aux bobinages statoriques du moteur,

[fig 7] reproduit, en fonction du déphasage entre les interrupteurs d'un onduleur de traction du véhicule de la figure 1, une courbe représentative de l'ondulation de courant en entrée du système de recharge, une courbe représentative de l'ondulation d'une composante directe de courant statorique dans le moteur électrique véhicule, une courbe représentative de la valeur absolue de cette composante directe et une courbe représentative de la valeur absolue d'une composante quadratique du courant statorique, une courbe représentative d'une moyenne du courant statorique et une courbe représentative d'une moyenne du courant homopolaire dans le moteur électrique, toutes ces courbes étant issues de simulations effectuées pour un rapport cyclique de 0,5 et pour une situation dans laquelle l'axe du bobinage rotorique du moteur électrique est aligné avec l'axe d'un des bobinages statoriques du moteur électrique,

[fig 8] reproduit les mêmes courbes de simulation que celles de la figure 7 dans une situation pour laquelle l'axe du bobinage rotorique du moteur électrique est orthogonal à l'axe d'un des bobinages statoriques du moteur électrique.

Selon un mode de réalisation de l'invention, un véhicule selon l'invention comporte un système de charge représenté en figure 1, reprenant des éléments de la chaîne de traction du véhicule.

Dans ce mode de réalisation de l'invention, le véhicule comporte une batterie de traction 28 de tension nominale à vide 800V. La batterie de traction 28, dans cet exemple d'utilisation de l'invention, est suffisamment déchargée pour nécessiter une recharge et présente donc une tension Vbatt à ses bornes comprise par exemple entre 500 et 600V. Le véhicule est branché à une borne de recharge externe 40, apte à fournir 400V au plus.

La borne de recharge 40 comporte des contacteurs internes se fermant avant le lancement d'une recharge de la batterie de traction 28. Pendant cette charge, elle se comporte comme une source de tension, de tension V_{DC} à ses bornes égale à 400V.

Le système de recharge du véhicule, branché à la borne de charge 40, comporte un interrupteur 38 dont une première borne est connectée à la borne négative de la borne de recharge 40, et dont une deuxième borne est connectée à une borne négative d'un condensateur 22. Le condensateur 22 comporte une borne positive connectée à la borne positive de la borne de recharge 40 et est donc connecté en parallèle à la borne de recharge 40 par l'intermédiaire de l'interrupteur 38. Le condensateur 22 et l'interrupteur 38 forment un système de précharge en entrée du système de recharge. Le condensateur 22 permet également de filtrer les variations de tension et de stabiliser celle-ci du point de vue de la borne.

Le système de recharge comporte en outre un interrupteur 36 connecté d'une part à la borne positive du condensateur 22 et d'autre part à un point neutre N formant une borne positive d'entrée d'un élévateur de tension du système de recharge. Une borne négative de l'élévateur de tension est connectée à la borne négative du condensateur 22. L'élévateur de tension est donc connecté en entrée au condensateur 22 par l'intermédiaire de l'interrupteur 36, et est connecté en sortie à la batterie de traction 28.

L'élévateur de tension est constitué de bobinages statoriques L1, L2, L3 d'un moteur électrique 20 (référencé figure 6) triphasé de traction du véhicule, d'un onduleur de traction 24 et d'une capacité de lissage 26 en sortie de l'élévateur de tension, la capacité de lissage 26 étant connectée aux bornes de la batterie de traction 28 par l'intermédiaire de relais ou interrupteurs 32 et 34.

Les bobinages statoriques L1, L2, L3 sont montés en étoile et donc connectés ensemble au point neutre N.

Un premier bras de commutation de l'onduleur 24 comporte un interrupteur haut 1_H dont une première borne est reliée à une borne positive de sortie de l'élévateur de tension, et dont une deuxième borne est reliée à une extrémité libre du bobinage statorique L1, c'est-à-dire à l'extrémité du bobinage statorique opposée au point neutre N. Le premier bras de commutation comporte également un interrupteur bas 1_L dont une première borne est reliée à l'extrémité libre du bobinage statorique L1 et dont une deuxième borne est reliée à une borne négative de sortie de l'élévateur de tension.

La borne positive de sortie de l'élévateur de tension est reliée à une borne de l'interrupteur 32 et à une borne positive de la capacité de lissage 26, tandis que la borne

négative de sortie de l'élévateur de tension est reliée à une borne de l'interrupteur 34 et à une borne négative de la capacité de lissage 26.

De façon similaire, l'onduleur de traction 24 comporte un deuxième bras de commutation comportant un interrupteur haut 2_H dont une première borne est reliée à la borne positive de sortie de l'élévateur de tension, et dont une deuxième borne est reliée à une extrémité libre du bobinage statorique L2. Le deuxième bras de commutation comporte également un interrupteur bas 2_L dont une première borne est reliée à l'extrémité libre du bobinage statorique L2 et dont une deuxième borne est reliée à la borne négative de sortie de l'élévateur de tension.

Enfin l'onduleur de traction 24 comporte un troisième bras de commutation comportant un interrupteur haut 3_H dont une première borne est reliée à la borne positive de sortie de l'élévateur de tension, et dont une deuxième borne est reliée à une extrémité libre du bobinage statorique L3. Le troisième bras de commutation comporte également un interrupteur bas 3_L dont une première borne est reliée à l'extrémité libre du bobinage statorique L3 et dont une deuxième borne est reliée à la borne négative de sortie de l'élévateur de tension.

Les interrupteurs hauts 1_H, 2_H, 3_H et bas 1_L, 2_L, 3_L sont des interrupteurs commandés, par exemple des transistors. Le système de recharge comporte donc un circuit de commande (non représenté) apte à piloter ces interrupteurs de manière à les faire commuter selon un rapport cyclique α. Ce circuit de commande fait partie de moyens de recharge du véhicule.

Afin de bien comprendre les avantages du procédé de recharge selon l'invention, on décrit maintenant en relation avec les figures 2 et 3, des schémas de commutation non proposés par l'invention mais pouvant être envisagés pour recharger la batterie de traction 28, et les inconvénients associés.

Sur ces figures, ainsi que sur la figure 5 décrite plus loin, le rapport cyclique α correspond au rapport entre le temps de fermeture des interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L et la période de découpage Tpwm, qui est l'inverse de la fréquence f de ce découpage. Autrement dit sur une période de découpage Tpwm, les interrupteurs bas sont fermés α *Tpwm microsecondes et ouverts (1- α) *Tpwm microsecondes, ces temps d'ouverture et de fermeture pouvant être répartis sur la période de découpage.

Pour une fréquence de découpage de 20kHz (kiloHertz), la période de découpage Tpwm est de 50µs (microsecondes).

De plus sur ces figures, les courbes V1_L, V2_L et V3_L représentent les tensions de commande des interrupteurs bas respectivement 1_L, 2_L et 3_L en volts bien que les unités ne soient pas représentées. Dans le cas de la figure 2, ces tensions de commande sont non nulles sur un intervalle de temps de fermeture de durée α *Tpwm, cet intervalle de temps étant identique pour les trois interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L, c'est-à-dire qu'ils sont fermés en même temps sur une période de découpage, tandis que les interrupteurs haut 1_H, 2_H et 3_H sont ouverts sur cet intervalle de temps. Il s'agit donc d'une commande dite pulsée.

Les courants statoriques I1, I2, I3 circulant respectivement dans les bobinages statoriques L1, L2, L3 augmentent pendant la charge des inductances constituées par ces bobinages, c'est-à-dire pendant la fermeture des interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L, et diminuent pendant la charge de la capacité de lissage 26, c'est-à-dire pendant l'ouverture des interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L correspondant à une période de fermeture des interrupteurs haut 1_H, 2_H et 3_H.

Le courant Iin en entrée de l'élévateur de tension vaut la somme des courants statoriques I1, I2, I3 et présente donc une forte variation sur une période de découpage.

De ce fait, cette commande pulsée provoque une forte ondulation de courant dans la borne de charge 40 car la somme des courants statoriques I1, I2, I3 ont leurs maxima positionnés au même instant. Par contre cette commande pulsée produit un champ statorique faible, donc une tension induite faible au rotor du moteur électrique 20, et par conséquent des pertes fer faibles dans le moteur électrique 20.

En effet la tension induite Vf au rotor s'exprime comme :

$Vf = Rf*If + d\psi f/dt$, où * est l'opérateur multiplication, d./dt la dérivée par rapport au temps t, Rf est la résistance du rotor, If le courant d'alimentation rotorique, et ψf est le flux rotorique, qui vaut :

$\psi f = (3/2) * Maf * Id + Lf * If$ où Maf est l'inductance mutuelle entre le rotor et le stator du moteur électrique 20, et Id est la composante directe du courant statorique du moteur électrique 20, exprimé dans le repère de Park.

L'alimentation rotorique étant nulle, on a :

$Vf = d\psi f/dt$ et $\psi f = (3/2) * Maf * Id$

Or lors de la commande pulsée, les bobinages statoriques étant alimentés en même temps chacun avec un courant quasi identique (les inductances statoriques étant configurées pour être égales mais n'étant généralement pas complètement identiques), ils produisent des champs magnétiques qui s'annulent quasiment, étant donné la configuration des bobinages statoriques, régulièrement répartis autour du rotor. Ainsi le flux rotorique ψf produit au rotor est très faible et la tension Vf induite au rotor également.

Dans le cas de la figure 3, les interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L se ferment sur une même durée mais de manière décalée les uns par rapport aux autres. En effet, la période de découpage étant découpée en sixièmes, l'interrupteur bas 1_L est fermé sur les trois premiers sixièmes de la période de découpage, et ouvert sur les trois derniers sixièmes de la période de découpage, tandis que l'interrupteur bas 2_L est fermé du troisième au cinquième sixièmes inclus de la période de découpage et l'interrupteur bas 3_L est fermé le premier sixième de la période de découpage et les deux derniers sixièmes de la période de découpage. Cette commande des interrupteurs est dite entrelacée.

Les courants statoriques I1, I2, I3 circulant respectivement dans les bobinages statoriques L1, L2, L3 augmentent et diminuent donc de manière décalée les uns par rapport aux autres, ce qui s'apparente à un déphasage. En assimilant la période de découpage à 180°, les courants statoriques I1, I2, I3 sont donc déphasés de 120° les uns des autres. Le courant Iin en entrée de l'élévateur de tension étant la somme de ces courants statoriques I1, I2, I3, présente donc une faible ondulation de courant. Cependant cette commande entrelacée produit une tension induite Vf au rotor très importante.

En effet les courants statoriques I1, I2, I3 étant déphasés les uns par rapport aux autres, le vecteur courant statorique Is résultant de la somme vectorielle des courants statoriques I1, I2, I3 vectorisés selon des directions angulairement décalées de 120°, est un vecteur tournant à la vitesse correspondant à la fréquence de découpage. Par exemple, pour une fréquence de découpage de 20kHz, avec une machine à deux paires de pôles par phase, le vecteur Is fera un tour complet mécanique en $2/20000 = 100\mu s$. La composante directe Id du courant statorique présentera donc de fortes variations au cours de la période de découpage (il est à noter que le rotor ne tourne pas, donc le

repère de Park est fixe par rapport au stator), ce qui implique une tension induite Vf très grande au rotor. De façon similaire les champs magnétiques créés par les bobinages statoriques étant déphasés les uns des autres, le flux magnétique résultant est très important et génère de fortes pertes fer.

L'invention permet de pallier ces inconvénients grâce au procédé de recharge 100 représenté figure 4 et mis en œuvre dans le système de recharge de la figure 1. Le procédé de recharge 100 est par exemple mis en œuvre de façon logicielle dans un microcalculateur de commande de l'onduleur de traction 24 et de façon matérielle par l'onduleur de traction 24, son circuit de commande et les moyens de mesure auxquels l'onduleur de traction est connecté, tels qu'un résolveur.

Le procédé de recharge comporte pour cela une étape 140 de recharge, mettant en œuvre un schéma de commutation représenté figure 5.

Lors de l'étape 140 de recharge, les premier et deuxième interrupteur bas 1_L et 2_L respectivement des premier et deuxième bras de commutation sont fermés en même temps sur un intervalle de temps de durée α *Tpwm sur la période de découpage, et ouverts sur le reste de la période de découpage, tandis que le troisième interrupteur bas 3_L du troisième bras de commutation est ouvert sur l'intervalle de temps correspondant à la fermeture des premier et deuxième interrupteurs bas 1_L et 2_L, et fermé sur un intervalle de temps de durée α *Tpwm sur le reste de la période de découpage.

Le principe de ce schéma de commutation utilisé pendant toute l'étape 140 de recharge, est de ne pas créer de vecteur tournant tout en n'ayant pas une commande pulsée. Un des interrupteurs bas se ferme donc en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas, qui se ferment en phase.

Bien sûr l'interrupteur bas qui commute en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas n'est pas forcément celui du troisième bras de commutation. Le choix de cet interrupteur bas est effectué lors d'une étape précédente 130 qui sera détaillé plus loin.

De plus, dans l'exemple de la figure 5 le rapport cyclique α est de 0,5 mais il peut bien sûr être plus petit ou plus grand. Le rapport cyclique α est déterminé en fonction de l'état de charge de la batterie de traction 28. Par exemple si cet état de charge

correspond à une tension Vbatt de 700V aux bornes de la batterie de traction 28, pour avoir une tension moyenne de 400V vue de la borne de charge 40, on choisit :

$\alpha = 1 - V_{DC}/Vbatt = 1 - 400/700 = 0{,}43$.

Dans ce cas les interrupteurs bas seront tous ouverts sur une durée égale à 0,14 fois la période de découpage.

Grâce au schéma de commutation de la figure 5, le courant Iin en entrée de l'élévateur de tension présente une faible ondulation de courant, car la somme des courants statoriques I1, I2 et I3 varie comme l'un des courants statoriques qui est en phase avec un autre des courants statoriques. L'ondulation de courant est donc trois fois plus faible qu'avec la commande pulsée.

De plus grâce à l'invention, le vecteur courant statorique Is est toujours dirigé selon l'axe du bobinage statorique correspondant à l'interrupteur bas qui est en opposition de phase avec les deux autres. Le champ magnétique résultant créé par les bobinages statoriques est donc également dirigé selon cette direction, comme cela est illustré sur la figure 6.

Sur cette figure 6 sont représentés les axes a, b, c des bobinages statoriques respectifs L1, L2, L3 du moteur triphasé 20, décalés les uns des autres d'un angle de 120°.

Le bobinage statorique L1 alimenté par le courant statorique I1 créé le champ magnétique $\Phi 1$, le bobinage statorique L2 alimenté par le courant statorique I2 créé le champ magnétique $\Phi 2$ et le bobinage statorique L3 alimenté par le courant statorique I3 créé le champ magnétique $\Phi 3$. On voit qu'avec le schéma de commutation de la figure 5, la somme vectorielle $\Phi 1 + \Phi 2$ des champs magnétiques créés par les bobinages statoriques L1 et L2 est dirigée selon l'axe c puisque les champs magnétiques $\Phi 1$ et $\Phi 2$ ont la même valeur et sont décalés de part et d'autre de l'axe c du même angle aigu de 60°.

De plus, la composante directe Id du courant statorique dans le repère de Park étant la projection du vecteur courant statorique Is sur l'axe d du rotor (ou plus précisément du bobinage rotorique R), on voit que ce courant Id n'est a priori pas nul, et sa variation non plus. La tension induite Vf au rotor est donc non nulle sauf lorsque le courant Id es nul c'est-à-dire lorsque l'axe d est orthogonal à l'axe c ou plus généralement à l'axe du

bobinage statorique correspondant à l'interrupteur bas se fermant en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas.

Afin de minimiser la tension induite Vf au rotor et donc les pertes fer dans le moteur électrique 20, on minimise le courant Id et pour cela on choisit comme interrupteur bas se fermant en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas, celui dont le bobinage statorique correspondant présente un axe formant le plus grand angle aigu (en valeur absolue) avec l'axe d du bobinage rotorique R, non alimenté.

Pour cela, le procédé de recharge 100 comporte, préalablement à l'étape 140 de recharge, une étape 110 de mesure de la position angulaire β de l'axe d du rotor par rapport à un axe z de référence, ici identique à l'axe a du bobinage statorique L1. Cette mesure angulaire β permet de déterminer l'angle aigu $\gamma 1$ (égal à β ici vu le choix de l'axe z de référence) que fait l'axe d du rotor avec l'axe a du bobinage statorique L1, l'angle aigu $\gamma 2$ que fait l'axe d du rotor avec l'axe b du bobinage statorique L2, et l'angle aigu $\gamma 3$ que fait l'axe d du rotor avec l'axe c du bobinage statorique L3, et de déterminer notamment quelle est l'angle aigu le plus important en valeur absolue entre ces trois angles $\gamma 1$, $\gamma 2$ et $\gamma 3$.

L'angle aigu $\gamma 3$ étant, dans ce cas d'usage de l'invention, plus important en valeur absolue que les angles aigus $\gamma 1$ et $\gamma 2$, il est judicieux de choisir le troisième interrupteur bas 3_L comme celui se fermant en opposition de phase avec les premier et deuxième interrupteurs bas 1_L et 2_L.

Cependant afin d'annuler complètement ou presque complètement la composante directe Id de courant statorique, l'étape de mesure 110 est suivie d'une étape 120 de pré-positionnement de l'axe d du bobinage rotorique R, de sorte à le rendre orthogonal à l'un des axes a, b ou c des bobinages statoriques L1, L2 ou L3. Dans cet exemple d'utilisation de l'invention, l'axe d du bobinage rotorique R est rendu orthogonal à l'axe c du bobinage statorique L3, ce qui permet de peu modifier la position de l'axe d du bobinage rotorique R.

Pour cela, on alimente par exemple temporairement le bobinage rotorique R avec un courant continu de 5A (ampères), le bobinage statorique L1 avec un courant continu de 70A et le bobinage statorique L2 avec un courant continu de -70A. En variante le pré-positionnement utilise des moyens mécaniques.

Eventuellement cette étape 120 de pré-positionnement du procédé de recharge 100 n'a pas lieu si l'axe d du bobinage rotorique R présente un écart angulaire proche de 90° avec l'un des axes a, b ou c des bobinages statoriques L1, L2 ou L3, par exemple proche de 90° à 5° près.

En variante, cette étape 120 de pré-positionnement du procédé de recharge 100 n'a lieu que si l'axe d du bobinage rotorique R est presque aligné avec l'un des axes a, b ou c des bobinages statoriques L1, L2 ou L3, par exemple présente un angle aigu de 5° en valeur absolue avec l'un de ces axes a, b ou c.

L'étape suivante du procédé de recharge 100 est une étape 130 de choix de l'interrupteur bas comme celui se fermant en opposition de phase avec les autres interrupteurs bas. Dans l'exemple d'utilisation développé ici, il s'agit du troisième interrupteur 3_L, l'axe du bobinage statorique L3 ayant été rendu orthogonal à l'axe d du bobinage rotorique R. Plus généralement dans cette étape 130, on choisit comme interrupteur bas se fermant en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas, celui dont le bobinage statorique correspondant présente un axe formant le plus grand angle aigu (en valeur absolue) avec l'axe d du bobinage rotorique R, non alimenté.

L'étape suivante du procédé de recharge 100 est l'étape de recharge 140 utilisant le schéma de commutation décrit plus haut en relation avec la figure 5.

On décrit maintenant la figure 7 montrant différentes courbes de simulation qui sont fonction du déphasage de commutation entre les interrupteurs bas 1_L, 2_L et 3_L lors de l'étape 140 de recharge.

En effet sur cette figure 7, les axes X des abscisses exprimés en degrés correspondent au déphasage entre l'application des commandes successives de deux bras de commutation. Par exemple, un déphasage de 100° signifie que l'interrupteur bas 2_L est fermé avec un déphasage de 100° par rapport à la fermeture de l'interrupteur bas 1_L, et que l'interrupteur bas 3_L est fermé avec un déphasage de 100° par rapport à la fermeture de l'interrupteur bas 2_L. Ce déphasage de 100° correspond à un intervalle de temps de 100/180 fois la période de découpage.

De plus sur la figure 7, les axes Y des abscisses sont exprimés en ampères.

Les courbes de simulation de la figure 7 correspondent à un rapport cyclique de 0,5, à une tension batterie de 800V, à un courant maximal délivré par la borne de 360A, et à une position de l'axe d du bobinage rotorique R alignée avec la position de l'axe a du

bobinage statorique L1. Les inductances statoriques L1, L2 et L3 valent 200µH (microHenry) dans ces simulations, et la fréquence de découpage est de 15kHz.

Une première courbe ΔIin montre l'ondulation de courant en fonction du déphasage choisi en abscisses, c'est-à-dire la différence entre la valeur maximale du courant Iin en entrée de l'élévateur de tension, et la valeur minimale du courant Iin en entrée de l'élévateur de tension.

Les points B sur cette première courbe ΔIin correspondent au schéma de commutation de la figure 2, les points E sur cette première courbe ΔIin correspondent au schéma de commutation de la figure 3, et le point C sur cette première courbe ΔIin correspond au schéma de commutation de la figure 5.

Cette première courbe ΔIin montre que le schéma de commutation proposé par l'invention présente une ondulation de courant en entrée de l'élévateur de tension bien moindre qu'avec une commande pulsée.

Une deuxième courbe ΔId montre l'ondulation de la composante directe Id de courant statorique en fonction du déphasage choisi en abscisses, c'est-à-dire la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de cette composante directe Id.

Cette deuxième courbe ΔId montre que le schéma de commutation proposé par l'invention permet une variation de cette composante directe Id bien plus faible que dans le cas d'une commande entrelacée, et donc beaucoup moins de pertes fer, bien que la position du rotor ne soit pas favorable à l'obtention d'une composante directe Id faible de courant statorique.

L'invention permet donc un très bon compromis entre la commande pulsée et la commande entrelacée.

Une troisième courbe Max |Id| montre la variation de la valeur absolue de la composante directe Id de courant statorique en fonction du déphasage choisi en abscisses, et une quatrième courbe Max |Iq| montre la variation de la valeur absolue de la composante quadratique Iq de courant statorique dans le repère de Park, en fonction du déphasage choisi en abscisses.

Une cinquième courbe <Is> montre la variation de la moyenne des courants statoriques I1, I2, I3 en fonction du déphasage choisi en abscisses, et une sixième courbe <I0>

montre la variation de la moyenne de la composante homopolaire de courant statorique dans le repère de Park, en fonction du déphasage choisi en abscisses.

La figure 8 montre des courbes de simulation correspondantes à celles de la figure 7, les unités en abscisses et en ordonnées étant identiques et tous les paramètres de simulation étant identiques à l'exception de la position de l'axe d du bobinage rotorique R, qui est de 90° avec la position de l'axe du bobinage statorique relié à l'interrupteur bas commutant en opposition de phase avec les deux autres interrupteurs bas.

Pour ce meilleur cas de position du rotor, on constate que l'ondulation ΔIin du courant Iin en entrée de l'élévateur de tension est identique à celle de la figure 7, mais que l'ondulation ΔId de la composante directe Id de courant statorique correspondant au schéma de commutation proposé par l'invention, est quasi nulle. La tension induite Vf au rotor est donc quasi nulle et les pertes fer sont très faibles, en prépositionnant le rotor et en utilisant le schéma de commutation proposé par l'invention.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1- Procédé de recharge (100) d'une batterie de traction (28) d'un véhicule électrique ou hybride, le véhicule comportant en outre une capacité de lissage (26) et un onduleur de traction (24), la capacité de lissage (26) et l'entrée de l'onduleur de traction (24) étant connectées aux bornes de la batterie de traction, les sorties de l'onduleur de traction (24) étant connectées à des bobinages statoriques (L1, L2, L3) d'un moteur électrique (20) de traction du véhicule, et un point neutre (N) du moteur électrique (20) de traction étant connecté à une borne positive d'une source de tension (40) délivrant une tension (VDC) inférieure à la tension (Vbatt) aux bornes de la batterie de traction, l'onduleur de traction (24) ayant trois bras de commutation comportant chacun un interrupteur bas (1_L, 2_L, 3_L) et un interrupteur haut (1_H, 2_H, 3_H), le procédé de recharge (100) comportant une étape de recharge (140) de la batterie de traction (28) s'effectuant par application d'un rapport cyclique (α) de commutation aux interrupteurs (1_L, 2_L, 3_L,1_H, 2_H, 3_H),

le procédé de recharge (100) étant caractérisé en ce que pendant l'étape de recharge (140), un premier (1_L) et un deuxième (2_L) des interrupteurs bas se ferment en phase tandis qu'un troisième (3_L) des interrupteurs bas s'ouvre et se ferme en opposition de phase par rapport aux premier (1_L) et deuxième (2_L) interrupteurs bas.

2- Procédé de recharge (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de recharge (140) est précédée d'une étape de mesure (110) de la position angulaire d'un axe (d) d'un bobinage rotorique (R) du moteur électrique (20) de traction, et d'une étape de choix (130) du troisième interrupteur bas (3_L) comme celui des interrupteurs bas qui est apte à charger celui des bobinages statoriques (L3) d'axe (c) formant l'angle ($\gamma 3$) le plus important avec la position angulaire mesurée (β) de l'axe (d) du bobinage rotorique (R).

3- Procédé de recharge (100) selon la revendication 2, comportant une étape de pré-positionnement (120) de l'axe (d) du bobinage rotorique, orthogonalement à l'axe (c) d'un des bobinages statoriques (L3), suivant l'étape de mesure (110) et précédant l'étape de choix (130) du troisième interrupteur bas (3_L) comme étant celui qui est apte à charger ledit bobinage statorique (L3) d'axe (c) ainsi devenu orthogonal à l'axe (d) du bobinage rotorique (R).

4- Procédé de recharge (100) selon la revendication 3, dans lequel l'étape de pré-positionnement (120) est conditionnée au fait qu'un des bobinages statoriques (L1, L2, L3) forme un angle ($\gamma 1, \gamma 2, \gamma 3$) avec l'axe (d) du bobinage rotorique (R), inférieur à une valeur seuil.

5- Procédé de recharge (100) selon la revendication 3 ou 4, dans lequel l'étape de pré-positionnement (120) comporte une étape d'alimentation du bobinage rotorique (R) et de deux des bobinages statoriques (L1, L2) distincts de la bobine statorique (L3) dont l'axe (c) est rendu orthogonal à l'axe (d) du bobinage rotorique (R) par l'étape de pré-positionnement (120).

6- Véhicule électrique ou hybride comportant une batterie de traction (28), une capacité de lissage (26) et un onduleur de traction (24), la capacité de lissage (26) et l'entrée de l'onduleur de traction (24) étant aptes à être connectées aux bornes de la batterie de traction (28), les sorties de l'onduleur de traction (24) étant connectées à des bobinages statoriques (L1, L2, L3) d'un moteur électrique (20) de traction du véhicule, et un point neutre (N) du moteur électrique (20) de traction étant apte à être connecté à une borne positive d'une source de tension (40) délivrant une tension (V_{DC}) inférieure à la tension (Vbatt) aux bornes de la batterie de traction, l'onduleur de traction (24) ayant trois bras de commutation comportant chacun un interrupteur bas (1_L, 2_L, 3_L) et un interrupteur haut (1_H, 2_H, 3_H), le véhicule électrique ou hybride comportant des moyens de recharge de la batterie de traction (28) aptes à appliquer un rapport cyclique (α) de commutation aux interrupteurs (1_L, 2_L, 3_L,1_H, 2_H, 3_H),
le véhicule électrique ou hybride étant caractérisé en ce que les moyens de recharge sont configurés pour fermer un premier (1_L) et un deuxième (2_L) des interrupteurs bas en phase et pour ouvrir et fermer un troisième (3_L) des interrupteurs bas en opposition de phase par rapport aux premier (1_L) et deuxième (2_L) interrupteurs bas.

7- Véhicule électrique ou hybride selon la revendication 6, comportant en outre un interrupteur (36) comportant une première borne reliée au point neutre (N) et une deuxième borne reliée à la borne positive de la source de tension (40), et un condensateur (22) connecté d'une part à la deuxième borne de l'interrupteur et d'autre part à une borne d'entrée négative de l'onduleur de traction (24).

8- Véhicule électrique ou hybride selon la revendication 6 ou 7, comportant en outre des moyens de mesure de la position angulaire d'un axe (d) d'un bobinage

rotorique (R) du moteur électrique (20) de traction, et des moyens de choix du troisième interrupteur bas (3_L) comme celui des interrupteurs bas qui est apte à charger celui (L3) des bobinages statoriques d'axe formant l'angle ($\gamma 3$) le plus important avec la position angulaire mesurée (β) de l'axe (d) du bobinage rotorique (R) par les moyens de mesure.

9- Véhicule électrique ou hybride selon la revendication 8, comportent des moyens de pré-positionnement de l'axe (d) du bobinage rotorique (R), orthogonalement à l'axe (c) d'un des bobinages statoriques (L3), le troisième interrupteur bas (3_L) étant choisi par les moyens de choix comme étant celui apte à charger ledit bobinage statorique (L3) d'axe (c) rendu orthogonal à l'axe (d) du bobinage rotorique (R) par les moyens de pré-positionnement.

10- Véhicule électrique ou hybride selon la revendication 9, dans lequel les moyens de pré-positionnement comportent des moyens d'alimentation du bobinage rotorique (R) et de deux des bobinages statoriques (L1, L2) distincts du bobinage statorique (L3) dont l'axe (c) est rendu orthogonal à l'axe (d) du bobinage rotorique (R) par les moyens de pré-positionnement.

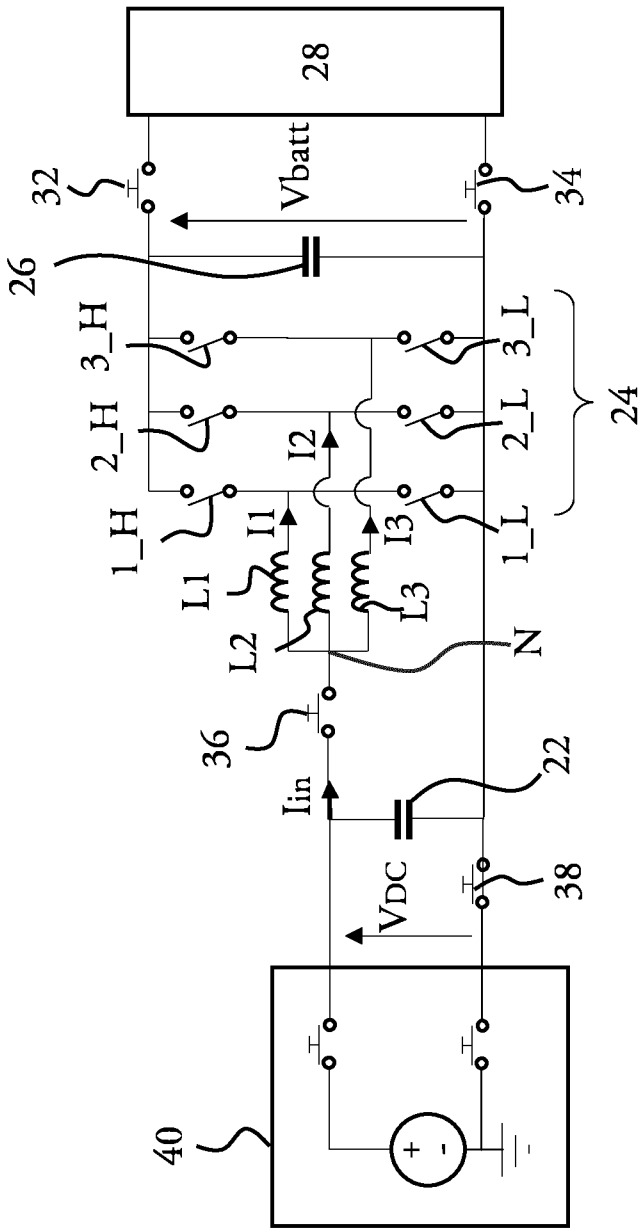
28
Vbatt
32
34
26
3_H
2_H
1_H
3_L
2_L
1_L
24
I1
I2
I3
L1
L2
L3
N
36
Iin
22
VDC
38
40

Fig.1

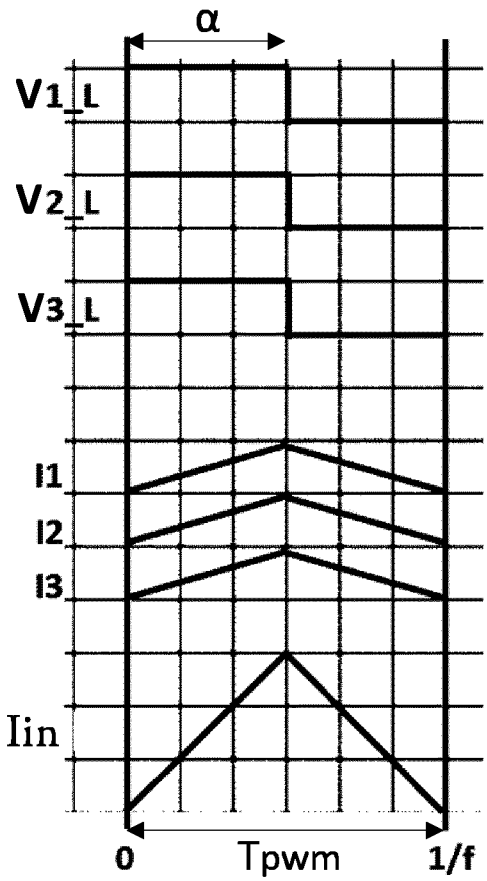
α
V1_L
V2_L
V3_L
I1
I2
I3
Iin
0
Tpwm
1/f

Fig.2

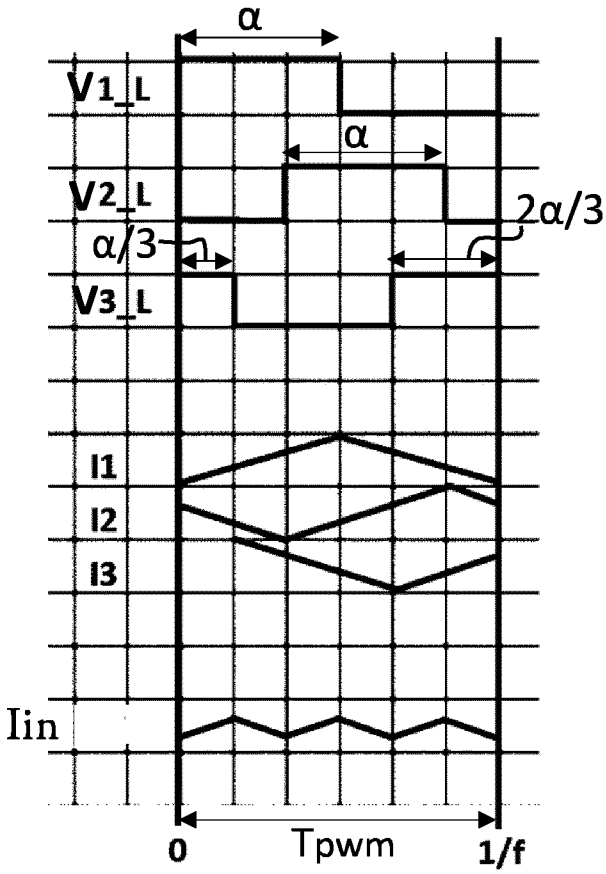
α
V1_L
α
V2_L
2α/3
α/3
V3_L
I1
I2
I3
Iin
0
Tpwm
1/f

Fig.3

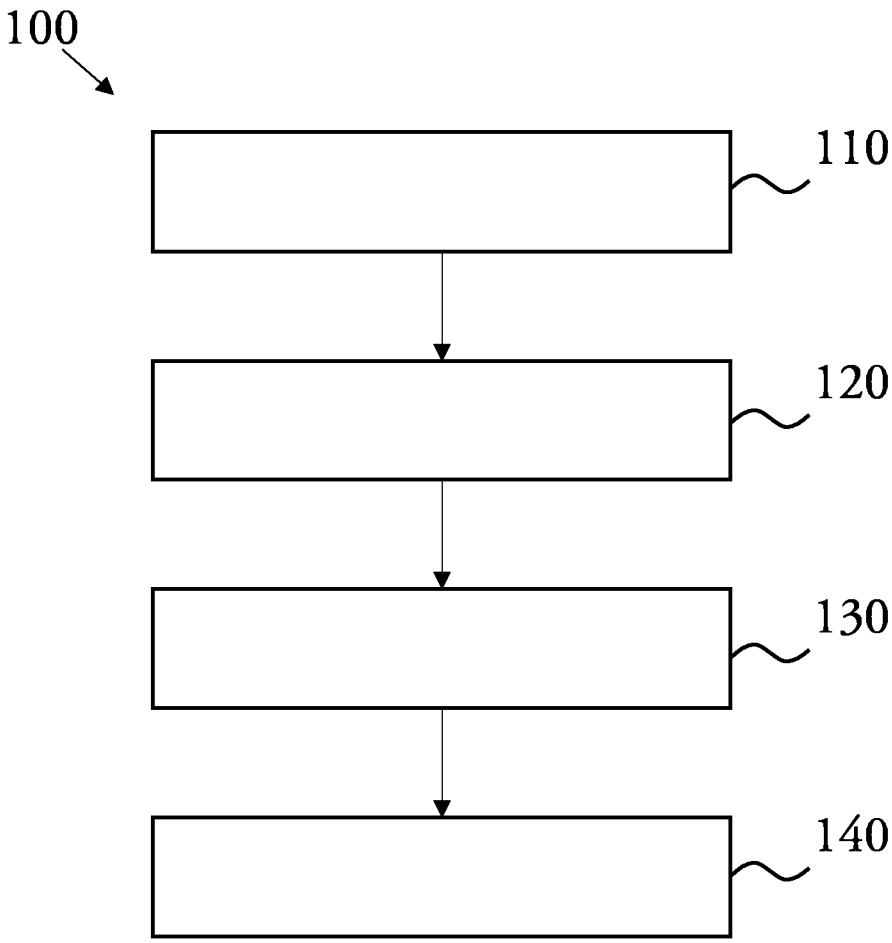

Fig.4

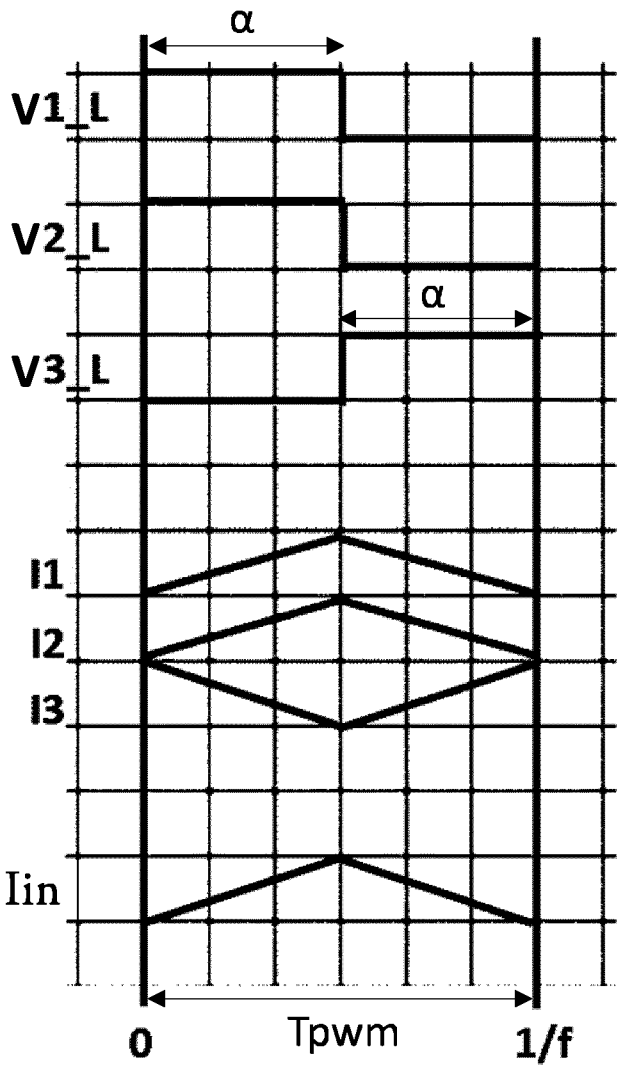

Fig.5

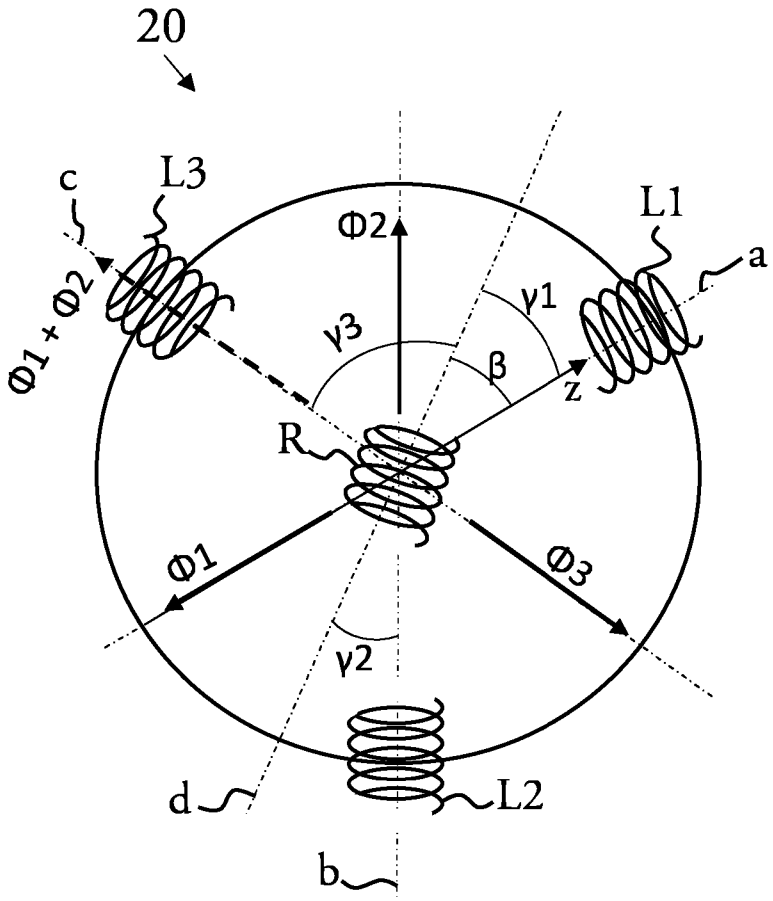

Fig.6

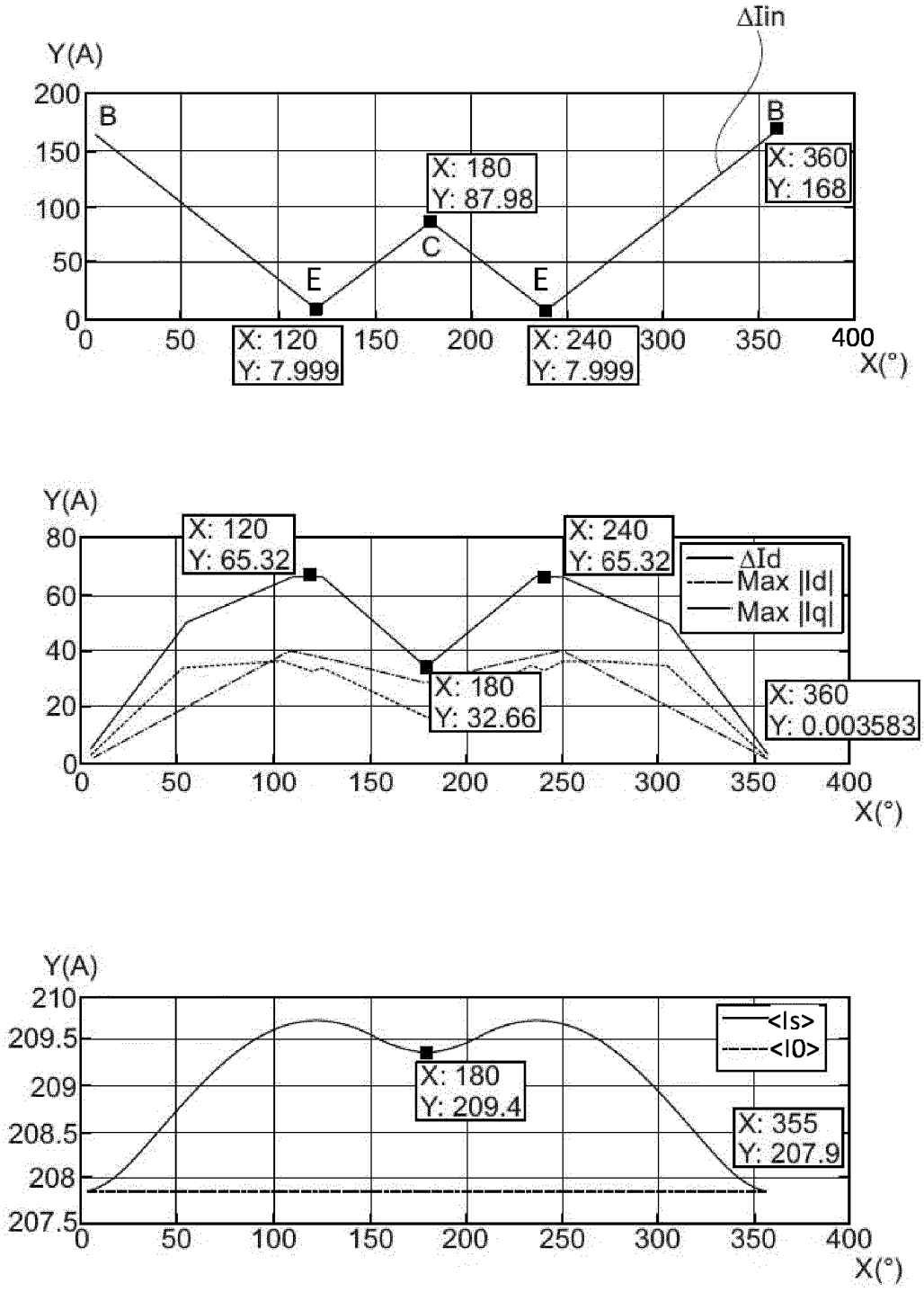
ΔIin
Y(A)
200
150
100
50
0
B
B
X: 180
Y: 87.98
C
X: 360
Y: 168
E
E
X: 120
Y: 7.999
X: 240
Y: 7.999
0
50
150
200
300
350
400
X(°)
Y(A)
80
60
40
20
0
X: 120
Y: 65.32
X: 240
Y: 65.32
ΔId
Max |Id|
Max |Iq|
X: 180
Y: 32.66
X: 360
Y: 0.003583
0
50
100
150
200
250
300
350
400
X(°)
Y(A)
210
209.5
209
208.5
208
207.5
<Is>
<I0>
X: 180
Y: 209.4
X: 355
Y: 207.9
0
50
100
150
200
250
300
350
400
X(°)

Fig.7

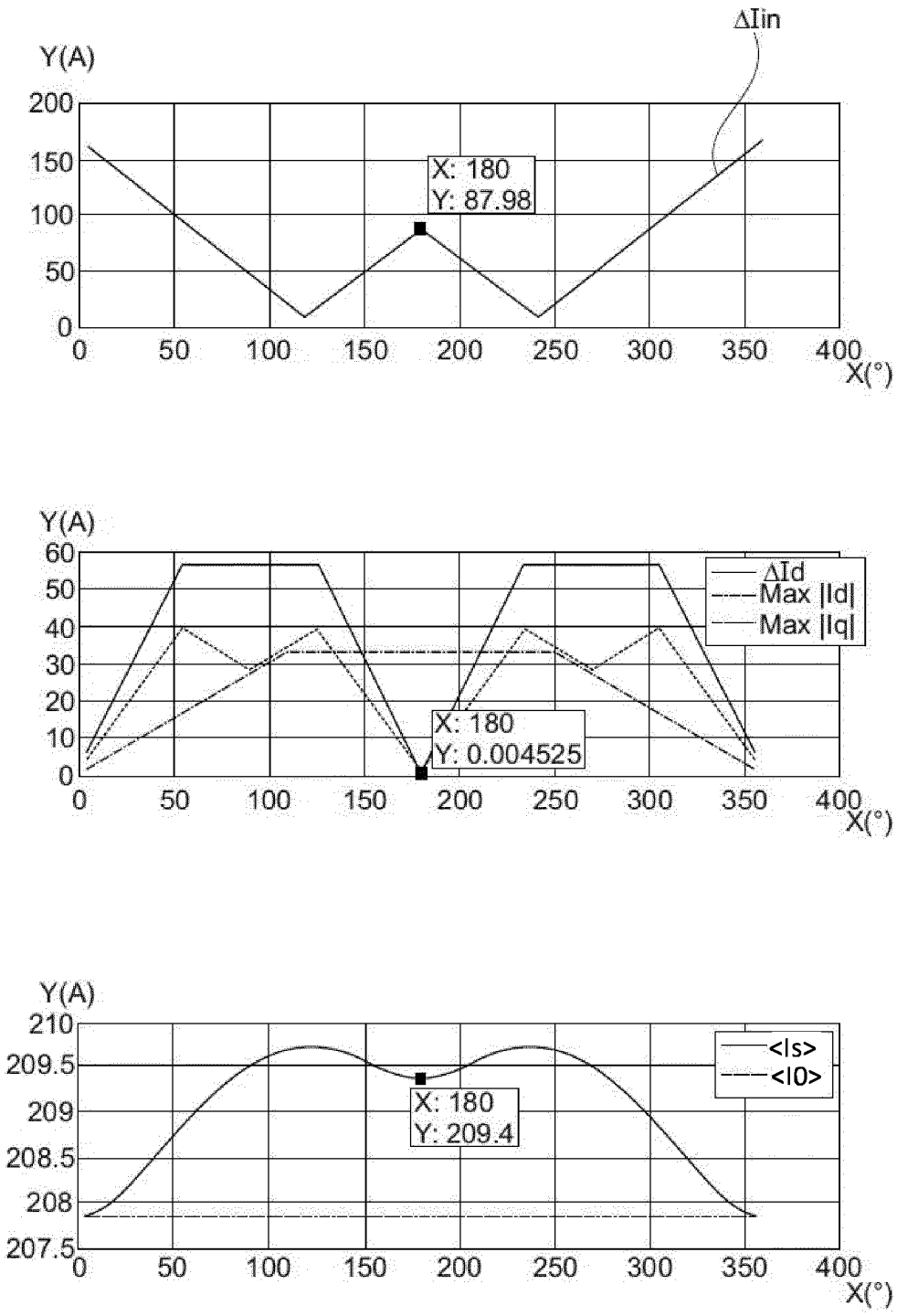
ΔIin
Y(A)
200
150
100
50
0
X: 180
Y: 87.98
0 50 100 150 200 250 300 350 400
X(°)
Y(A)
60
50
40
30
20
10
0
ΔId
Max |Id|
Max |Iq|
X: 180
Y: 0.004525
0 50 100 150 200 250 300 350 400
X(°)
Y(A)
210
209.5
209
208.5
208
207.5
<Is>
<I0>
X: 180
Y: 209.4
0 50 100 150 200 250 300 350 400
X(°)

Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2024/070175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 3/00(2019.01)i; ***B60L 53/24***(2019.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 114590173 A (BEAI DIJI CO LTD) 07 June 2022 (2022-06-07)	1,6,7
A	figures 5a-5b	2-5,8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 October 2024	**24 October 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands (Kingdom of the)**	**Bellatalla, Filippo**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/070175

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 114590173 A	07 June 2022	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2024/070175

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B60L3/00 B60L53/24
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B60L

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	CN 114 590 173 A (BEAI DIJI CO LTD) 7 juin 2022 (2022-06-07)	1,6,7
A	figures 5a-5b	2-5,8-10

\-----

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
15 octobre 2024	24/10/2024

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bellatalla, Filippo

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2024/070175

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 114590173 A	07-06-2022	AUCUN	