

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

①① N° de publication : **3 105 652**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **19 15354**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 02 M 1/12 (2019.12), H 02 J 7/02, B 60 L 53/20**

①②

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Système de filtre hybride monophasé et triphasé, pour un chargeur électrique.

②② Date de dépôt : 20.12.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 25.06.21 Bulletin 21/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 07.01.22 Bulletin 22/01.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Valeo Siemens eAutomotive France  
SAS Société par Actions Simplifiée — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *FIORINA Jean-Noel, BENDANI Larbi  
et SARRAFIN-ARDEBILI Farshid.*

⑦③ Titulaire(s) : *Valeo Siemens eAutomotive France  
SAS Société par Actions Simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : *ARGYMA.*

FR 3 105 652 - B1



## Description

### **Titre de l'invention : Système de filtre hybride monophasé et triphasé, pour un chargeur électrique**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes électriques, en particulier des chargeurs électriques, pour véhicule et vise plus précisément un système électrique équipé de cellules de filtrage « hybride » pour de tels chargeurs, ledit système électrique étant apte à fonctionner en mode de charge monophasé et en mode de charge triphasé.

#### **Technique antérieure**

[0002] Dans les systèmes électriques polyphasés connus, en particulier dans les chargeurs électriques pour véhicule électrique ou hybride, il est connu d'utiliser des filtres dédiés à chaque ligne, autrement dit à chaque phase ainsi qu'à la ligne neutre, pour filtrer les courants du mode différentiel et du mode commun.

[0003] Par courant de mode différentiel, on entend notamment les courants d'ondulation correspondant aux bruits transportés sur les phases d'un système électrique polyphasé et rebouclant par le neutre.

[0004] Par courant de mode commun, on entend les courants parasites dus aux commutations des interrupteurs de puissance du système électrique et circulant entre les phases et la masse électrique ainsi qu'entre le neutre et la masse électrique du système électrique considéré.

[0005] Les courants de mode différentiel et les courants de mode commun correspondent à des perturbations hautes fréquences, notamment supérieures à 100 kHz, affectant les courants transférés par le système électrique.

[0006] Pour filtrer les courants de mode différentiel, on utilise des capacités dites capacités X connectées entre chaque phase et la ligne neutre et, pour filtrer les courants de mode commun, on utilise des capacités dites capacités Y, connectées entre chaque ligne et la masse, autrement dit, en général, le châssis de l'équipement électrique polyphasé.

[0007] Dans l'état de l'art, on utilise des filtres monophasés pour atténuer les courants de mode différentiel et les courants de mode commun, ligne par ligne.

[0008] Toutefois, cela présente différents inconvénients ayant un impact négatif sur l'efficacité du filtrage, en particulier en mode de charge monophasé.

[0009] La valeur totale de la capacité Y sur l'ensemble des lignes conditionne la valeur possible de l'intensité d'un courant de fuite parcourant le châssis, ledit courant de fuite étant ici un courant basse fréquence, autrement dit à la fréquence du réseau électrique externe, soit en général 50 Hz ou 60 Hz. Ce courant de fuite suscite un « courant de

toucher », qui correspond au courant qui circulerait à travers le corps d'une personne touchant le châssis alors que le conducteur de protection serait coupé.

[0010] Ce courant de toucher est limité, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir être garanti que ce courant de toucher ne sera jamais supérieur à un seuil maximal autorisé, pour des raisons de sécurité, ce qui limite de fait la valeur maximale possible pour la capacité Y totale, et donc a fortiori limite la valeur de chaque capacité Y du système électrique.

[0011] Selon l'art antérieur, on a par conséquent, dans un système électrique polyphasé, un filtre composé, au moins d'une capacité X et d'une capacité Y, adapté à « sa » ligne. Comme indiqué précédemment, la valeur de la capacité Y totale est limitée, pour des raisons de sécurité liées à la valeur maximale admissible pour le courant de toucher, de sorte que la capacité Y du filtre monophasé adapté à une ligne donnée est encore plus réduite, ce qui affecte sa capacité à atténuer le courant de mode commun correspondant. Ainsi, plus il y a de lignes, moins chaque filtre monophasé est efficace en raison du fait que la valeur de la capacité Y, distribuée sur l'ensemble des lignes, est respectivement réduite sur chacune des lignes.

[0012] Une solution à ce problème, dans l'état de la technique, consiste à augmenter la taille de l'inductance de chaque ligne. Mais l'inconvénient qui en découle réside dans l'encombrement du système électrique ainsi dimensionné.

[0013] Un autre inconvénient lié au fait d'avoir un filtre monophasé par ligne, en parallèle, dans l'état de l'art, réside dans le fait que cela oblige à conserver une marge de performance de chaque filtre individuel plus exigeante, afin de tenir la performance de filtrage globale requise pour le système électrique dans son ensemble. En effet, sur chaque ligne, en monophasé, des bruits existent et se cumulent. Ainsi, les limites de courant réinjectés vers le réseau électrique externe sont les mêmes pour les fonctionnements en monophasé et en triphasé, de sorte qu'en monophasé le courant réinjecté vers le réseau électrique externe est trois fois plus élevé qu'en triphasé. Par conséquent, classiquement, la marge de performance souhaitée pour chaque filtre monophasé, autrement dit pour chaque ligne, est de l'ordre de 10 dB.

[0014] Pour pallier au moins en partie les inconvénients précités, la solution proposée réside dans une structure de filtre hybride nativement polyphasé, avec des relais configurés pour permettre de régler le fonctionnement du filtre, soit en monophasé, soit en polyphasé (notamment en triphasé). Notamment, autrement dit, en lieu et place d'un système électrique comportant trois filtres monophasés en parallèle, l'invention propose un système électrique avec un filtre triphasé.

[0015] Selon l'invention, comme cela sera détaillé par la suite, une matrice d'interrupteurs est spécialement configurée pour permettre un fonctionnement optimisé du filtrage, que ce soit en alimentation monophasée ou en alimentation polyphasée, notamment triphasée. L'invention est ainsi particulièrement adaptée à un système électrique

formant un chargeur électrique embarqué (ou « On-Board Charger » en anglais) pour un véhicule électrique ou hybride, ledit chargeur électrique étant apte à fonctionner, et donc à charger une batterie d'alimentation dudit véhicule électrique ou hybride, que ce soit à partir d'une source d'alimentation électrique externe monophasée ou triphasée.

### **Exposé de l'invention**

[0016] Plus précisément, l'invention a pour objet un système électrique, notamment configuré pour assurer la fonction de chargeur électrique entre un réseau électrique externe et une batterie d'un véhicule électrique ou hybride, ledit système électrique comprenant au moins une cellule magnétique connectée à un réseau électrique externe et présentant un noyau magnétique et une pluralité de bobinages enroulés sur ledit noyau magnétique, ladite pluralité de bobinages formant au moins trois lignes dont une ligne neutre, les lignes non neutres étant désignés « les phases », dont une première phase est la phase alimentée lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est monophasé, et dont toutes les phases sont alimentées lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est polyphasé, et la ligne neutre étant désignée « le neutre », la cellule magnétique comprenant une cellule de filtrage, comprenant une capacité X de filtrage de courant de mode différentiel connectée entre chaque phase et le neutre, et une capacité Y de filtrage de courant de mode commun connectée entre chaque phase et une masse électrique du système électrique ainsi qu'entre le neutre et ladite masse électrique, ladite masse électrique étant notamment un châssis du système électrique. Ledit système électrique comprend une matrice d'interrupteurs connectée en amont des capacités X et Y de ladite cellule de filtrage de courant de mode différentiel et de courant de mode commun, ladite matrice d'interrupteurs comprenant un interrupteur en série sur chaque phase à l'exception de la première phase et un interrupteur connecté entre la première phase et chacune des autres phases, ladite matrice d'interrupteurs étant configurée de telle sorte que :

- dans un mode de fonctionnement monophasé, lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est monophasé et alimente uniquement la première phase, les interrupteurs en série sur les phases non alimentées sont ouverts et les interrupteurs connectés entre la première phase et les autres phases sont fermés ;
- dans un mode de fonctionnement polyphasé, lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est polyphasé et alimente toutes les phases, les interrupteurs en série sont fermés et les interrupteurs connectés entre la première phase et les autres phases sont ouverts.

[0017] Ainsi, toutes les phases du système électrique selon l'invention transmettent un courant en sortie et toutes les capacités X et Y sont concernées par le filtrage des

courants de mode différentiel et de mode commun, y compris en monophasé.

[0018] Par conséquent, on augmente la valeur de la capacité Y totale en monophasé, tout en respectant les normes sur le courant de toucher ; par conséquent la taille individuelle des capacités Y peut être réduite.

[0019] Comme les capacités X sont placées après la matrice d'interrupteurs, toutes les capacités X participent au filtrage des ondulations de courant, ce qui permet de réduire le risque de surchauffe de ces capacités X.

[0020] Grâce à l'invention, il est ainsi possible de réduire la taille globale des inductances.

[0021] Selon un mode de réalisation, le système électrique selon l'invention comprend au moins deux cellules magnétiques successives en série, la matrice de d'interrupteurs se trouvant dans la dernière cellule magnétique, c'est-à-dire dans la cellule magnétique la plus éloignée du réseau électrique externe, toujours en amont des capa X et Y des cellules de filtrage de ladite dernière cellule magnétique.

[0022] Selon un mode de réalisation, la cellule de filtrage de courant de mode différentiel comprend aussi, sur chaque ligne, l'inductance de fuite correspondante de la pluralité de bobinages de la cellule magnétique, de façon à réaliser un filtre de type LC des courants de mode différentiel.

[0023] Selon un mode de réalisation, la cellule de filtrage de courant de mode commun comprend aussi, sur chaque ligne, l'inductance correspondante de la pluralité de bobinages de la cellule magnétique, de façon à réaliser un filtre de type LC des courants de mode commun.

[0024] Selon un mode de réalisation, la matrice d'interrupteurs est connectée entre la pluralité de bobinages de la cellule magnétique et les capacités X de la cellule de filtrage.

[0025] Notamment, le système électrique comprend une capacité X connectée en entrée du système électrique, entre chaque phase et le neutre, configurée de façon à réduire l'impédance d'entrée du système électrique.

[0026] Selon un mode de réalisation, la matrice d'interrupteurs est composée d'un nombre de relais égal au nombre de lignes.

[0027] Selon un mode de réalisation, le système électrique selon l'invention comprend exactement trois phases, soit une première phase, une deuxième phase et une troisième phase, adaptées à être alimentées en énergie électrique par un réseau externe triphasé, le système électrique présentant alors trois phases, dont la première phase, en plus du neutre, soit quatre lignes.

[0028] Selon un mode de réalisation, les bobinages de la ou des cellule(s) magnétique(s) sont configurés pour passer 48A de courant électrique via la première phase et le neutre et pour passer 16A de courant électrique sur les deuxième et troisième phases.

[0029] Selon un mode de réalisation, la matrice d'interrupteurs comprend un premier in-

interrupteur connecté entre la première phase et la deuxième phase, un deuxième interrupteur connecté en série sur la deuxième phase, en entrée de la cellule magnétique ou de la cellule magnétique la plus éloignée de l'entrée du système électrique, un troisième interrupteur connecté en série sur la troisième phase, en entrée de la cellule magnétique ou de la cellule magnétique la plus éloignée de l'entrée du système électrique, et un quatrième interrupteur connecté entre la première phase et la troisième phase, dans lequel :

- en mode de fonctionnement monophasé, les premiers et quatrièmes interrupteurs sont fermés et les deuxième et troisième interrupteurs sont ouverts et,
- en mode de fonctionnement triphasé, les premiers et quatrièmes interrupteurs sont ouverts et les deuxième et troisième interrupteurs sont fermés.

[0030] Selon un mode de réalisation, la ou les cellules magnétiques comprennent un noyau magnétique et quatre bobinages formant respectivement les trois phases et le neutre, le bobinage formant la première phase, destinée à recevoir le courant du réseau électrique externe en mode de fonctionnement monophasé, étant diamétralement opposé au bobinage formant le neutre.

[0031] Notamment, le système électrique selon l'invention forme un chargeur électrique pour un véhicule électrique ou hybride.

### **Brève description des dessins**

[0032] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels des références identiques sont données à des objets semblables et sur lesquels :

[0033] [fig.1] est une représentation schématique d'un chargeur électrique triphasé selon l'état de l'art ;

[0034] [fig.2] est une représentation schématique d'un exemple de système électrique selon l'invention, en mode de fonctionnement triphasé ;

[0035] [fig.3] est une représentation schématique d'un exemple de système électrique selon l'invention, en mode de fonctionnement monophasé ;

[0036] [fig.4] est un diagramme de performance du filtrage dans un exemple de système électrique selon l'invention.

[0037] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour permettre de mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

### **Description des modes de réalisation**

[0038] La figure 1 montre un système électrique, notamment un chargeur électrique apte à fonctionner en monophasé ou en triphasé. Autrement dit, le chargeur électrique re-

présenté sur la figure 1 peut charger une batterie, notamment une batterie d'un véhicule électrique ou hybride connectée à la borne de sortie U+ / U-, à partir d'une énergie électrique fournie par un réseau électrique externe monophasé ou triphasé.

- [0039] En monophasé, l'alimentation électrique externe fournit du courant sur la ligne L1 uniquement. Les relais connectés sur les entrées des lignes L2 et L3 sont ouverts. En triphasé, les trois lignes L1, L2, L3, autrement dit les trois phases du chargeur électrique triphasé représenté, sont alimentées en énergie électrique. Le système électrique présente également une ligne neutre N.
- [0040] De manière classique, chaque phase L1, L2, L3 comprend un circuit de précharge P en amont d'un circuit convertisseur à correction de facteur de puissance PFC présentant trois phases en parallèle suivi de trois circuits convertisseurs de tension continus, par exemple de type LLC sans que cela soit une limitation, également en parallèles.
- [0041] Des éléments de filtrage ACF sont connectés en entrée, pour traiter les courants alternatifs fournis à chaque phase L1, L2, L3 et des éléments de filtrage DCF sont connectés en sortie du chargeur électrique, pour traiter le courant continu délivré à la batterie.
- [0042] Comme cela est connu, les circuits convertisseurs sont réalisés au moyen de bobinages enroulés autour d'un noyau magnétique respectif, formant des transformateurs commandés par des agencements de semi-conducteurs, notamment des interrupteurs, tels que des MOSFETs, pouvant être connectés de façon à former des ponts en H par exemple.
- [0043] En référence aux figures 2 et 3, il est proposé une solution de filtrage dite hybride fonctionnant efficacement en monophasé comme en triphasé. Les capacités CDM1, CDM2, CDM3 sont des capacités X adaptées pour participer au filtrage des courants de mode différentiel et les capacités CY sont des capacités Y adaptées pour participer au filtrage des courants de mode commun.
- [0044] Les capacités X CDM1, CDM2, CDM3 sont connectées entre chaque phase A, B, C et le neutre N.
- [0045] Les capacités Y CY sont connectées entre chaque phase A, B, C et la masse électrique, correspondant ici au châssis du système électrique, ainsi qu'entre le neutre N et ladite masse électrique.
- [0046] Des premières capacités X CDM1 sont connectées en entrée du système électrique, permettent de limiter l'impédance d'entrée du système électrique.
- [0047] Le système électrique représenté sur les figures 2 et 3 comprend deux cellules magnétiques organisés autour d'un noyau magnétique respectif autour duquel sont enroulés des bobinages correspondants aux quatre lignes du système, à savoir les trois phases A, B, C et le neutre. Ces trois phases A, B, C et ce neutre N sont connectés, en

- sortie du système électrique, à des bornes respectives Cell A, Cell B, Cell C et Neutral auxquelles peut se connecter un équipement électrique tiers, notamment un convertisseur DC/DC en vue de charger une batterie de véhicule électrique ou hybride
- [0048] Les cellules magnétiques ont pour fonction de filtrer les perturbations de mode commun et de mode différentiel.
- [0049] Selon le mode de réalisation représenté sur les figures 2 et 3, une matrice d'interrupteurs est prévue dans la deuxième cellule magnétique et est composée de quatre relais S1, S2, S3, S4. La première phase A correspond à la phase qui est alimentée en énergie électrique en mode monophasé. La première phase A ne comprend pas de relais de la matrice d'interrupteurs en série. En revanche, la première phase A est connectée à chacune des deux autres phases B, C par l'intermédiaire d'un relais respectif S1, S4. En outre, chacune desdites deux autres phases B, C comprend un relais respectif S2, S3 connecté en série en entrée du circuit convertisseur résonnant alimenté par la phase B, C correspondante.
- [0050] Dans l'exemple représenté, le système électrique comprend deux cellules magnétiques. Toutefois, il peut y avoir davantage de cellules magnétiques en série. Dans tous les cas, la matrice d'interrupteurs est de préférence positionnée dans la dernière cellule, c'est-à-dire dans la cellule magnétique la plus éloigné de l'entrée du système électrique, connectée au réseau électrique externe. En pratique, de préférence, on prévoit un blindage entre les cellules magnétiques successives afin d'éviter que des perturbations électriques se propagent vers l'amont, notamment vers le réseau électrique externe.
- [0051] La matrice d'interrupteurs S1, S2, S3, S4 est disposée, dans la cellule de filtrage de la dernière cellule magnétique, en amont des capacités X et Y de filtrage et en aval du noyau magnétique et des bobinages. En effet, en plaçant la matrice d'interrupteurs en aval des capacités X et Y, on risquerait d'augmenter le bruit sur les lignes, voire de susciter des courts-circuits, en haute fréquence, via les couplages entre les pistes conductrices, et de transférer notamment des perturbations provenant par exemple d'un convertisseur de puissance connecté en sortie du système électrique, vers le réseau électrique externe.
- [0052] La matrice d'interrupteurs est donc disposée entre le noyau magnétique de la dernière cellule magnétique, autour duquel sont enroulés des bobinages, autrement la dernière « self », et les capacités X et Y de la cellule de filtrage associée à cette dernière cellule magnétique.
- [0053] Selon ce mode de réalisation, dans chaque cellule de filtrage, c'est-à-dire pour chaque phase, les capacités Y CY réalisent, avec l'inductance LCM1, LCM2 de la cellule magnétique, un circuit de type LC pour filtrer les courants de mode commun.
- [0054] D'un autre côté, les capacités X CDM1, CDM2, CDM3 réalisent, avec l'inductance

de fuite LDM1, LDM2 de la cellule magnétique, un circuit de type LC pour filtrer les courants de mode différentiel. Bien que l'exploitation de l'inductance de fuite de la cellule magnétique soit préférée, il est possible, alternativement, de prévoir des inductances LDM1, LDM2 spécifiques connectées en série sur chaque phase A, B, C.

[0055] Ainsi, pour une ligne, une cellule de filtrage est en pratique composée de la self associée aux capacités X et aux capacités Y connectée à cette ligne.

[0056] **Modes de fonctionnement**

[0057] Le système électrique selon l'invention, notamment décrit précédemment dans un contexte de chargeur électrique monophasé et triphasé, présente un mode de fonctionnement monophasé et un mode de fonctionnement triphasé. En particulier, dans l'exemple où le système électrique est un chargeur électrique monophasé et triphasé, le système électrique selon l'invention présente un mode de fonctionnement monophasé et un mode de fonctionnement triphasé. Grâce à son architecture, notamment grâce à la matrice d'interrupteurs et à son positionnement judicieux, le système électrique selon l'invention permet de filtrer, autrement dit d'atténuer, efficacement les courants de fuite différentiels et les courants de mode commun, avec un dimensionnement et un encombrement réduit et en respectant les exigences de sécurité.

[0058] Le mode de fonctionnement triphasé correspond, dans le cas d'un chargeur électrique, à un mode où un réseau électrique externe triphasé fournit un courant électrique sur les trois phases A, B, C en vue de charger une batterie, notamment une batterie de véhicule électrique ou hybride, après conversion du courant électrique triphasé via les cellules magnétiques du chargeur électrique. Par exemple, chaque phase A, B, C conduit alors un courant d'environ 16 A. En mode de fonctionnement triphasé, il n'y a en effet pas de courant dans le neutre puisque la somme des trois courants circulant sur les phases est nulle.

[0059] Selon l'invention, dans ce contexte, en référence à la figure 2, les relais S2, S3 de la matrice d'interrupteurs sont fermés et donc passants, c'est-à-dire qu'ils conduisent le courant électrique ou encore qu'ils sont à l'état ON. Les autres relais S1, S4 sont ouverts.

[0060] Ainsi, naturellement, les cellules de filtrage de chaque phase sont mises à contribution.

[0061] La présente invention est particulièrement avantageuse en mode de fonctionnement monophasé. Ici, dans le cas d'un chargeur électrique, un réseau électrique externe monophasé fournit un courant électrique sur la première phase A uniquement, toujours en vue de charger une batterie, notamment une batterie de véhicule électrique ou hybride, après conversion du courant électrique triphasé via les cellules magnétiques du chargeur électrique. Dans cet exemple, en regard du mode de fonctionnement triphasé, la première phase A conduit alors un courant d'environ 48 A. En mode de

fonctionnement monophasé, aucun courant électrique n'est injecté depuis le réseau électrique externe sur les autres phases (distinctes de la première phase) B, C.

- [0062] Selon l'invention, dans ce contexte, en référence à la figure 3, les relais S1, S4 de la matrice d'interrupteurs sont fermés et donc passants, c'est-à-dire qu'ils conduisent le courant électrique ou encore qu'ils sont à l'état ON. Les autres relais S2, S3 sont ouverts.
- [0063] Ainsi, la matrice d'interrupteurs est commandée de sorte à distribuer le courant électrique sur trois bornes de sortie Cell A, Cell B, Cell C du système électrique, par exemple pour alimenter un convertisseur de puissance en vue de charger une batterie d'un véhicule électrique ou hybride. Dans le même temps, le courant électrique traverse les cellules de filtrage des trois phases A, B, C. Ainsi, en référence à la figure 3, quatre capacités Y CY sont mises à contribution au niveau de la dernière cellule magnétique pour atténuer les courants de mode commun. De la sorte, on augmente fortement le nombre de capacités Y sollicitées pour le filtrage des courants de mode commun en fonctionnement monophasé. En conséquence, le respect du courant de toucher, qui est fonction de la valeur de la capacité Y total du système électrique est plus aisée à tenir pour des performances de filtrage équivalente. En effet, comme davantage de capacités Y sont sollicitées, on peut choisir des capacités Y de valeur plus faible que dans l'état de l'art pour obtenir un même niveau d'atténuation des courants de mode commun, voire un niveau supérieur.
- [0064] Même en mode de fonctionnement monophasé, l'ensemble des capacités Y CY participent donc à la création de courant de fuite en cas de déconnexion du neutre, de sorte que le courant de toucher reste bien inférieur au seuil souhaité, notamment par exemple au seuil de 2,5 mA.
- [0065] Il en va de même pour les capacités X. Ainsi, toujours en référence à la figure 3, deux capacités X CDM3 supplémentaires sont mises à contribution par rapport à un système de l'art antérieur qui ne solliciterait pas les capacités X CDM3 connectés entre les phases B, C distinctes de la première phase A et le neutre N. Les ondulations de courant sont ainsi plus facilement atténuées.
- [0066] Un autre avantage qui découle de l'invention réside dans le fait que, comme indiqué précédemment, la self, autrement dit les bobinages enroulés autour d'un noyau magnétique pour former les cellules magnétiques, participent à la réalisation du filtrage en réalisant, avec les capacités X et Y, respectivement un circuit LC. Ainsi, la souplesse obtenue sur la valeur des capacités X et Y, grâce à l'invention, permet aussi de réduire la taille des bobinages et donc l'encombrement du système électrique.
- [0067] Ainsi, grâce à l'invention, la matrice d'interrupteurs est positionnée de telle sorte qu'elle permet, en monophasé, d'augmenter le nombre de capacité X, Y impliquées tout en respectant la limite de courant de toucher et en permettant d'obtenir un système

électrique moins encombrant.

[0068] Par exemple, toujours dans le contexte d'un chargeur électrique monophasé et triphasé pour charger une batterie électrique de véhicule électrique ou hybride, la présente invention permet de choisir une capacité Y ayant une valeur de 6,2 nF par ligne, contre 4,1nF par ligne dans l'art antérieur, tout en garantissant un courant de toucher inférieur à 2,5 mA. L'inductance de chaque bobinage de la cellule magnétique peut être égale à 5 mH, contre égale ou supérieure à 20 mH dans l'art antérieur.

[0069] Le positionnement de la matrice d'interrupteurs dans la dernière cellule magnétique pour l'éloigner de l'entrée du système électrique permet d'éviter des phénomènes de couplage électro-magnétique entre les relais S1, S2, S3, S4 et les bornes d'entrée du système électrique.

[0070] En outre, en référence à la figure 4, on a représenté la performance de filtrage, du point de vue de l'atténuation, en fonction de la fréquence f, en fonctionnement monophasé M et en fonctionnement triphasé T avec, en mode triphasé, 3,5 kW de puissance électrique transférée par phase A, B, C, et, en mode monophasé, 11 kW de puissance électrique transférée après avoir été injectée sur la première phase L1. Comme on peut le voir, la performance en mode monophasé est améliorée d'environ 10 dB.

[0071] **Mode de réalisation de la self**

[0072] S'agissant de la réalisation des cellules magnétiques, on précise que, selon un mode de réalisation préféré, lors de l'agencement des bobinages autour du noyau magnétique, on s'assurera d'éloigner au maximum le bobinage destiné à former la première phase vis-à-vis du neutre. Autrement dit, sur un noyau magnétique en forme d'anneau, l'enroulement du bobinage correspondant à la première phase et celui correspondant au neutre seront disposés l'un en face de l'autre ; autrement dit, ils seront diamétralement opposés par rapport à l'anneau du noyau magnétique. De la sorte, en mode de fonctionnement monophasé, on maximise l'inductance de fuite qui participe à la réalisation du filtrage, comme expliqué précédemment, en formant un circuit LC, notamment, avec les capacités Y ou avec les capacités X. En maximisant l'inductance de fuite en mode de fonctionnement monophasé, on améliore directement la performance de filtrage dans ce mode de fonctionnement sans altérer la performance de filtrage en mode de fonctionne triphasé.

## Revendications

[Revendication 1]

Système électrique, notamment configuré pour assurer la fonction de chargeur électrique entre un réseau électrique externe et une batterie d'un véhicule électrique ou hybride, ledit système électrique comprenant au moins une cellule magnétique connectée à un réseau électrique externe et présentant un noyau magnétique et une pluralité de bobinages enroulés sur ledit noyau magnétique, ladite pluralité de bobinages formant au moins trois lignes (A, B, C, N) dont une ligne neutre (N), les lignes non neutres (A, B, C) étant désignés « les phases », dont une première phase (A) est la phase alimentée lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est monophasé, et dont toutes les phases (A, B, C) sont alimentées lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est polyphasé, et la ligne neutre étant désignée « le neutre », la cellule magnétique comprenant :

une cellule de filtrage, comprenant une capacité X (CDM1, CDM2, CDM3) de filtrage de courant de mode différentiel connectée entre chaque phase (A, B, C) et le neutre (N), et une capacité Y (CY) de filtrage de courant de mode commun connectée entre chaque phase (A, B, C) et une masse électrique du système électrique ainsi qu'entre le neutre (N) et ladite masse électrique, ladite masse électrique étant notamment un châssis du système électrique ;

ledit système électrique comprenant une matrice d'interrupteurs connectée en amont des capacités X (CDM1, CDM2, CDM3) et Y (CY) de ladite cellule de filtrage de courant de mode différentiel et de courant de mode commun, ladite matrice d'interrupteurs comprenant un interrupteur en série (S2, S3) sur chaque phase (B, C) à l'exception de la première phase (A) et un interrupteur connecté entre la première phase (A) et chacune des autres phases (B, C), ladite matrice d'interrupteurs étant configurée de telle sorte que :

- dans un mode de fonctionnement monophasé, lorsque le réseau électrique externe qui alimente le système électrique est monophasé et alimente uniquement la première phase (A), les interrupteurs en série (S2, S3) sur les phases non alimentées (B, C) sont ouverts et les interrupteurs (S1, S4) connectés entre la première phase (A) et les autres phases (B, C) sont fermés ;

- dans un mode de fonctionnement polyphasé, lorsque le réseau

électrique externe qui alimente le système électrique est polyphasé et alimente toutes les phases (A, B, C), les interrupteurs en série (S2, S3) sont fermés et les interrupteurs (S1, S4) connectés entre la première phase (A) et les autres phases (B, C) sont ouverts.

- [Revendication 2] Système électrique selon la revendication 1, comprenant au moins deux cellules magnétiques successives en série, la matrice de d'interrupteurs (S1, S2, S3, S4) se trouvant dans la dernière cellule magnétique, c'est-à-dire dans la cellule magnétique la plus éloignée du réseau électrique externe, toujours en amont des capa X et Y des cellules de filtrage de ladite dernière cellule magnétique.
- [Revendication 3] Système électrique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la cellule de filtrage de courant de mode différentiel comprend aussi, sur chaque ligne, l'inductance de fuite correspondante (LDM2) de la pluralité de bobinages de la cellule magnétique, de façon à réaliser un filtre de type LC des courants de mode différentiel.
- [Revendication 4] Système électrique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la cellule de filtrage de courant de mode commun comprend aussi, sur chaque ligne, l'inductance correspondante (LCM2) de la pluralité de bobinages de la cellule magnétique, de façon à réaliser un filtre de type LC des courants de mode commun.
- [Revendication 5] Système électrique selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la matrice d'interrupteurs (S1, S2, S3, S4) est connectée entre la pluralité de bobinages de la cellule magnétique et les capacités X (CDM3) de la cellule de filtrage.
- [Revendication 6] Système électrique selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant une capacité X (CDM1) connectée en entrée du système électrique, entre chaque phase (A, B, C) et le neutre (N), configurée de façon à réduire l'impédance d'entrée du système électrique.
- [Revendication 7] Système électrique selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel la matrice d'interrupteurs (S1, S2, S3, S4) est composée d'un nombre de relais égal au nombre de lignes.
- [Revendication 8] Système électrique selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant exactement trois phases (A, B, C), soit une première phase (A), une deuxième phase (B) et une troisième phase (C), adaptées à être alimentées en énergie électrique par un réseau externe triphasé, le système électrique présentant alors trois phases (A, B, C), dont la première phase (A), en plus du neutre (N), soit quatre lignes.
- [Revendication 9] Système électrique selon la revendication 8, dans lequel les bobinages

de la ou des cellule(s) magnétique(s) sont configurés pour passer 48A de courant électrique via la première phase (A) et le neutre (N) et pour passer 16A de courant électrique sur les deuxième et troisième phases (B, C).

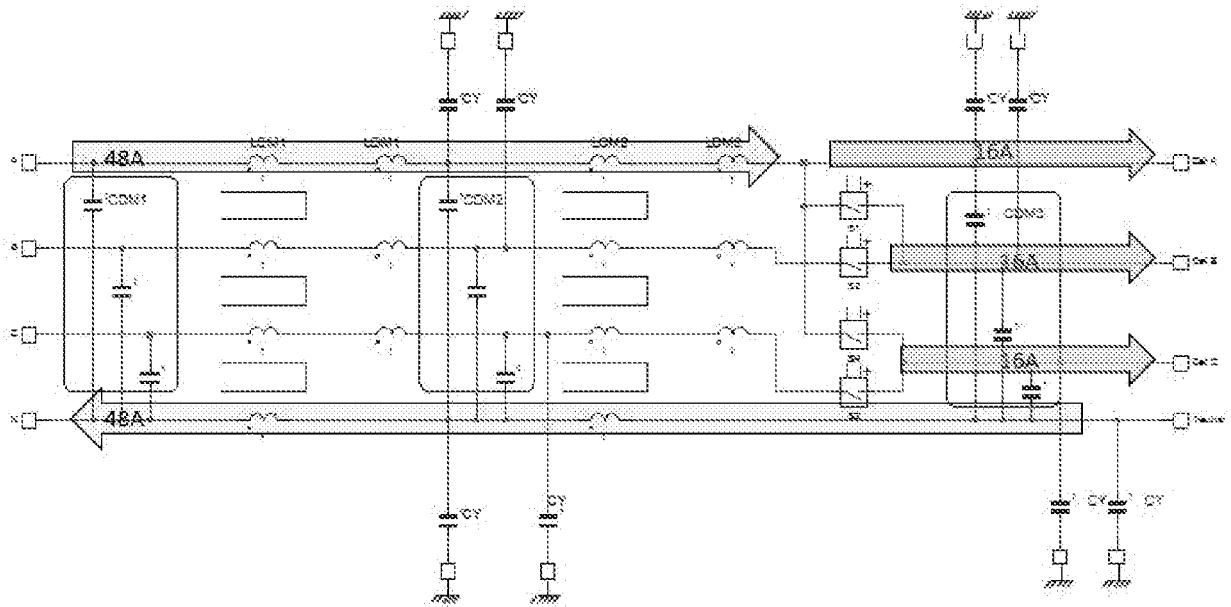
- [Revendication 10] Système électrique selon la revendication 8 ou 9, dans lequel la matrice d'interrupteurs (S1, S2, S3, S4) comprend un premier interrupteur (S1) connecté entre la première phase (A) et la deuxième phase (B), un deuxième interrupteur (S2) connecté en série sur la deuxième phase (B), en entrée de la cellule magnétique ou de la cellule magnétique la plus éloignée de l'entrée du système électrique, un troisième interrupteur (S3) connecté en série sur la troisième phase (C), en entrée de la cellule magnétique ou de la cellule magnétique la plus éloignée de l'entrée du système électrique, et un quatrième interrupteur (S4) connecté entre la première phase (A) et la troisième phase (C), dans lequel :
- en mode de fonctionnement monophasé, les premiers et quatrièmes interrupteurs (S1, S4) sont fermés et les deuxième et troisième interrupteurs (S2, S3) sont ouverts et,
  - en mode de fonctionnement triphasé, les premiers et quatrièmes interrupteurs (S1, S4) sont ouverts et les deuxième et troisième interrupteurs (S2, S3) sont fermés.

- [Revendication 11] Système électrique selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel la ou les cellules magnétiques comprennent un noyau magnétique et quatre bobinages formant respectivement les trois phases (A, B, C) et le neutre (N), le bobinage formant la première phase (A), destinée à recevoir le courant du réseau électrique externe en mode de fonctionnement monophasé, étant diamétralement opposé au bobinage formant le neutre (N).

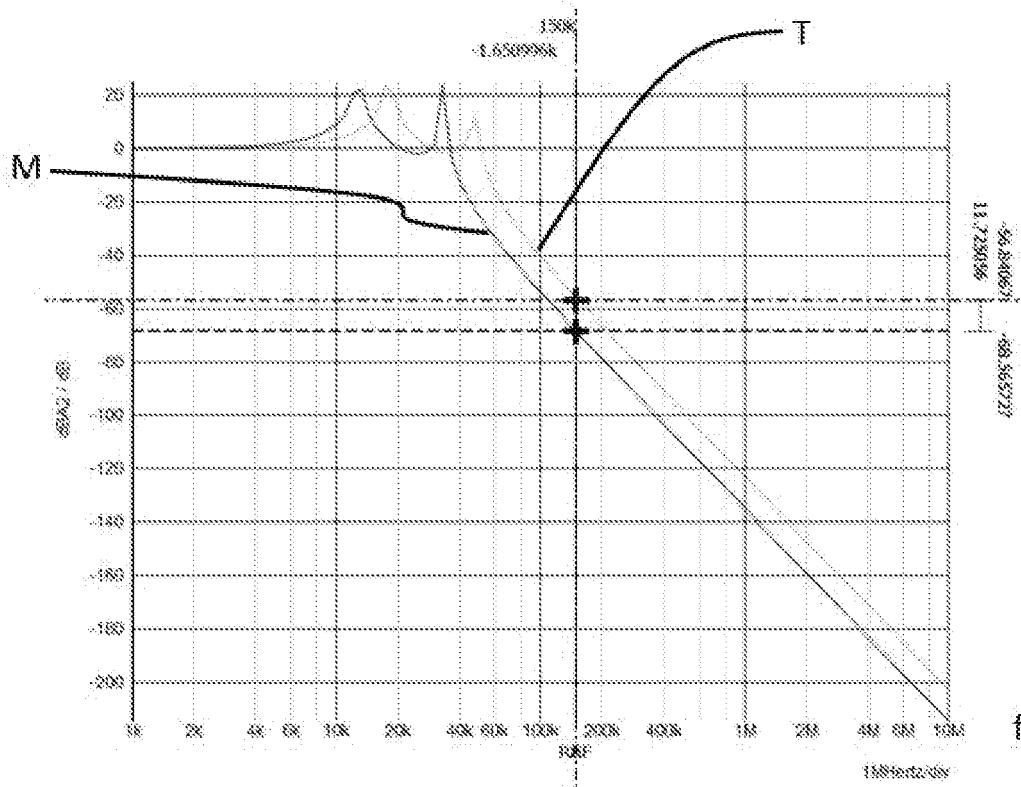
- [Revendication 12] Système électrique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel formant un chargeur électrique pour un véhicule électrique ou hybride.



[Fig. 3]



[Fig. 4]



# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

CN 105 896 693 A (ZHONGNENG E-POWER NEW ENERGY TECH CO LTD)  
24 août 2016 (2016-08-24)

US 2014/268933 A1 (ZHOU JINPING [TW] ET AL) 18 septembre 2014 (2014-09-18)

CN 101 192 791 A (EMERSON NETWORK POWER CO LTD [SE]) 4 juin 2008 (2008-06-04)

US 2016/121740 A1 (ZAKI SAMI ROBERT [DE])  
5 mai 2016 (2016-05-05)

CN 110 233 514 A (DELTA ELECTRONICS INC)  
13 septembre 2019 (2019-09-13)  
& EP 3 621 174 A1 (DELTA ELECTRONICS INC [CN]) 11 mars 2020 (2020-03-11)

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

NEANT

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

NEANT