

(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
27 janvier 2022 (27.01.2022)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/018114 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01F 3/10 (2006.01) H01F 17/04 (2006.01)
H01F 17/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/070325

(22) Date de dépôt international :
21 juillet 2021 (21.07.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2007705 22 juillet 2020 (22.07.2020) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MO-
TEUR [FR/FR] ; Immeuble Le Delta 14 avenue des Bé-
guines, 95892 CERGY PONTOISE (FR).

(72) Inventeurs : ALLALI, Nicolas ; c/o VALEO SYSTEMES
DE CONTROLE MOTEUR - Immeuble Le Delta 14 ave-
nue des Béguines, 95892 CERGY PONTOISE (FR). KER-
KAR, Cherif ; c/o VALEO SYSTEMES DE CONTROLE
MOTEUR - Immeuble Le Delta 14 avenue des Béguines,
95892 CERGY PONTOISE (FR).

(74) Mandataire : CARDON, Nicolas ; C/O VALEO SYSTE-
MES DE CONTROLE MOTEUR - Immeuble Le Delta 14
avenue des Béguines, 95892 CERGY PONTOISE (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,

(54) Title: ASSEMBLY COMPRISING AT LEAST A FIRST AND A SECOND PARTIALLY MAGNETICALLY COUPLED IN-
DUCTOR

(54) Titre : ENSEMBLE COMPRENANT AU MOINS UNE PREMIERE ET UNE DEUXIEME INDUCTANCE EN COUPLAGE
MAGNETIQUE PARTIEL

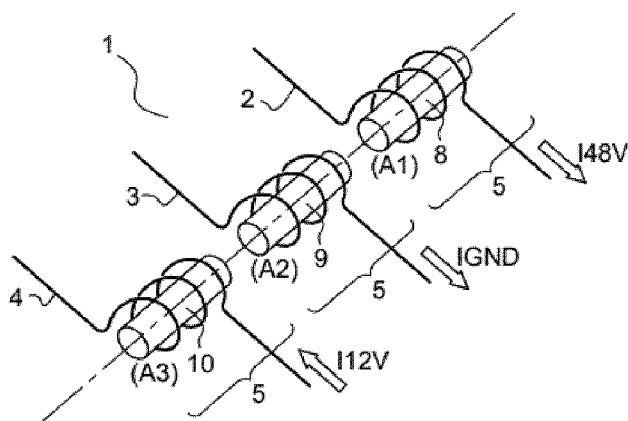


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an assembly (1) comprising: - a support defining a surface for receiving electronic components, - a first inductor comprising a first core made from a magnetic material around which a first electrical conductor is wound, the first core extending along at least one first straight axis, and - a second inductor comprising a second core made from a magnetic material around which a second electrical conductor is wound, the second core extending along at least one second straight axis, the first core and the second core being arranged on the receiving surface in such a way that the first axis and the second axis are aligned, and being opposite each other so that the first inductor and the second inductor are partially magnetically coupled.

(57) Abrégé : Ensemble (1) comprenant : - un support définissant une surface de réception de composants électroniques, - une première inductance comprenant un premier noyau en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un premier conducteur électrique, le premier noyau s'étendant le long d'au moins un premier axe rectiligne, et - une deuxième inductance comprenant un deuxième noyau en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un deuxième conducteur électrique, le deuxième noyau s'étendant le long d'au moins un deuxième axe rectiligne, le premier noyau et le deuxième noyau étant disposés sur la surface de réception de manière à ce que le premier axe et le deuxième axe soient alignés, et étant en regard l'un de l'autre de manière à ce que la première inductance et la deuxième inductance soient en couplage magnétique partiel.

[Suite sur la page suivante]



WO 2022/018114 A1

OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (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, 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))

Ensemble comprenant au moins une première et une deuxième inductance en couplage magnétique partiel

La présente invention concerne un ensemble comprenant au moins une première et une deuxième inductance en couplage magnétique partiel. Un tel ensemble est par exemple intégré à un filtre CEM, par exemple à un filtre traitant simultanément le courant de mode commun et le courant de mode différentiel pour un convertisseur de tension. Le convertisseur est par exemple un convertisseur de tension continue/continue, ou encore un onduleur/redresseur. En variante, cet ensemble peut être intégré à un transformateur, qui peut ou non être intégré au convertisseur précité pour réaliser un convertisseur isolé.

Ce convertisseur de tension peut être intégré à un véhicule hybride ou électrique, telle qu'une automobile, et appartenir au circuit électrique d'alimentation d'un moteur électrique de propulsion de ce véhicule.

Pour filtrer le courant de mode commun et le courant de mode différentiel, il est connu d'utiliser des inductances dédiées pour le filtrage du courant de mode commun et d'autres inductances dédiées pour le filtrage du courant de mode différentiel. Une telle solution est ainsi coûteuse, encombrante et pose des problèmes de déséquilibre des impédances d'entrée du composant intégrant ce filtre CEM.

Pour réaliser un convertisseur résonant isolé à transformateur, il est connu d'utiliser un transformateur et une cellule résonante utilisant un condensateur en série avec une inductance résonante. Là encore, ce nombre élevé de composants génère coût et encombrement.

Il existe un besoin pour remédier aux inconvénients précités.

L'invention a pour objet de répondre à ce besoin et elle y parvient selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un ensemble comprenant :

- un support définissant une surface de réception de composants électroniques,
- une première inductance comprenant un premier noyau en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un premier conducteur électrique, le premier noyau s'étendant le long d'au moins un premier axe rectiligne, et
- une deuxième inductance comprenant un deuxième noyau en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un deuxième conducteur électrique, le deuxième noyau s'étendant le long d'au moins un deuxième axe rectiligne,

le premier noyau et le deuxième noyau étant disposés sur la surface de réception de manière à ce que le premier axe et le deuxième axe soient alignés, et étant en regard l'un de l'autre de manière à ce que la première inductance et la deuxième inductance soient en couplage magnétique partiel.

Le premier conducteur peut ne pas être bobiné autour du deuxième noyau. Le premier conducteur est par exemple l'unique conducteur électrique bobiné autour du premier noyau.

Le deuxième conducteur peut ne pas être bobiné autour du premier noyau. Le deuxième

conducteur est par exemple l'unique conducteur électrique bobiné autour du deuxième noyau.

Les deux inductances étant en couplage magnétique partiel, on peut associer la partie couplée de ces deux inductances à une première fonction et la partie découplée de ces deux inductances à une autre fonction. On réduit ainsi le nombre de composants nécessaires à l'obtention de ces deux fonctions. Dans le cadre d'une application à du filtrage CEM par exemple, la partie en couplage magnétique de ces deux inductances réalise un filtrage du courant de mode commun tandis que la partie en découplage magnétique de ces deux inductances réalise un filtrage de courant de mode différentiel. Par ailleurs, cet alignement entre les noyaux permet aussi que le courant de saturation dans les inductances ait une valeur plus élevée, de sorte que l'on peut utiliser des valeurs d'inductance plus élevées, améliorant ainsi le filtrage CEM. Dans le cadre d'une application à un convertisseur résonant à transformateur intégré, la partie couplée des deux inductances réalise le transformateur proprement dit tandis que la partie découplée des deux inductances réalise une inductance résonante de filtre LC.

Le couplage magnétique entre les deux inductances est par exemple supérieur à 10%.

Le premier noyau et le deuxième noyau peuvent être directement en regard l'un de l'autre, c'est-à-dire que seul de l'air ou tout autre gaz est interposé entre ces deux noyaux. En variante, une paroi peut être interposée entre ces deux noyaux, par exemple une paroi en plastique.

La distance entre l'extrémité du premier noyau en regard du deuxième noyau et l'extrémité du deuxième noyau en regard du premier noyau peut être comprise entre 1 mm et 40 mm. étant notamment comprise entre 1 mm et 20 mm.

Le premier conducteur peut être parcouru par un premier courant continu, et le deuxième conducteur être parcouru par un deuxième courant continu, différent du premier courant continu. L'ensemble peut dans ce cas former un filtre CEM pour filtrer à la fois le courant de mode commun et le courant de mode différentiel résultant de la circulation de ces courants continus.

En variante, le premier conducteur peut être parcouru par un premier courant alternatif et le deuxième conducteur peut être parcouru par un deuxième courant alternatif, différent du premier courant alternatif. L'ensemble peut dans ce cas former un transformateur résonant.

Dans tout ce qui précède, le nombre de spires de premier conducteur électrique autour du premier noyau peut être égal ou non au nombre de spires de deuxième conducteur électrique autour du deuxième noyau.

Dans tout ce qui précède, chaque noyau magnétique peut être réalisé en ferrite ou en poudre de fer ou même en air.

Dans tout ce qui précède, au moins un des noyaux, notamment chaque noyau, peut se présenter sous la forme d'une tige. Un tel noyau a ainsi une forme géométrique simple.

La section de ce noyau, perpendiculairement à son axe longitudinal, peut être quelconque, par

exemple circulaire, elliptique, ou polygonale telle que carrée ou rectangulaire.

Dans tout ce qui précède, l'ensemble peut comprendre au moins un condensateur formant avec l'une de la première et la deuxième inductance un filtre, par exemple un filtre du courant de mode différentiel et du courant de mode commun, ou un filtre LC résonant.

5 Dans l'une ou l'autre des applications précitées, le premier noyau peut être monobloc et le deuxième noyau peut être monobloc.

En variante, mais toujours dans l'une ou l'autre des applications précitées, l'un au moins du premier et du deuxième noyau est formé par plusieurs tronçons de noyaux distincts, notamment exactement deux tronçons distincts. Le premier noyau est par exemple formé par un premier tronçon
10 autour duquel est bobiné le premier conducteur électrique, et par un premier tronçon additionnel autour duquel est également bobiné le premier conducteur électrique, le bobinage de ce premier conducteur électrique autour du premier tronçon du premier noyau définissant une première et une deuxième borne pour ce premier tronçon, et le bobinage de ce premier conducteur électrique autour du premier tronçon additionnel du premier noyau définissant une première et une deuxième borne
15 pour le premier tronçon additionnel, le premier tronçon et le premier tronçon additionnel étant disposés sur la surface de réception de manière à ce qu'il existe au moins un plan perpendiculaire à la surface de réception coupant chacun desdits tronçons entre sa première et sa deuxième borne, la première borne pour le premier tronçon du premier noyau et la première borne pour le premier tronçon additionnel du premier noyau étant
20 disposées d'un même premier côté de ce plan et la deuxième borne pour le premier tronçon du premier noyau et la deuxième borne pour le premier tronçon additionnel du premier noyau étant disposées d'un même deuxième côté de ce plan, la deuxième borne pour le premier tronçon du premier noyau étant directement connectée électriquement à la deuxième borne pour le premier tronçon additionnel du premier noyau.

25 Chacun de ces tronçons présente par exemple une forme de tige, de sorte que la mise en série de tels tronçons permet d'obtenir une première inductance peu sensible aux bruits hautes fréquences tout en étant réalisée à l'aide de tronçons de géométrie simple et peu coûteux.

Le positionnement relatif des deux tronçons du premier noyau permet de réduire le bruit induit par la traversée par un champ magnétique haute fréquence de ces deux tronçons. En effet, ces
30 tronçons correspondent à des inductances montées en série, avec un trajet du premier courant de la première borne du premier tronçon à la deuxième borne de ce premier tronçon, puis jusqu'à la deuxième borne du premier tronçon additionnel, puis de cette deuxième borne à la première borne du premier tronçon additionnel. Ce trajet du courant permet que le champ magnétique parasite du premier tronçon, causé par la traversée de ce premier tronçon par du champ magnétique haute
35 fréquence, soit proche du champ magnétique parasite du premier tronçon additionnel, causé par la

traversée de ce premier tronçon additionnel par le champ magnétique haute fréquence. En conséquence, la valeur de la tension parasite dans le premier tronçon du premier noyau qui est induite par le champ magnétique parasite de ce premier tronçon peut avoir une valeur proche de celle de la tension parasite dans le premier tronçon additionnel de ce premier noyau qui est induite par le champ magnétique parasite de ce premier tronçon additionnel. Ces tensions étant de signe opposé, la somme de ces tensions est faible, voire même nulle.

La connexion électrique de la deuxième borne du premier tronçon du premier noyau à la deuxième borne du premier tronçon additionnel du premier noyau est directe signifie qu'il n'y pas de composant autre qu'un pur conducteur électrique tel par exemple qu'un câble électrique, ou une couche électriquement conductrice, ou une piste électriquement conductrice, qui relie ces deux bornes entre elles.

Le premier conducteur électrique peut définir autour du premier tronçon du premier noyau un nombre de spires égal au nombre de spires que définit ce premier conducteur électrique autour du premier tronçon additionnel du premier noyau.

Le premier tronçon du premier noyau peut s'étendre selon un axe rectiligne et le premier tronçon additionnel de ce premier noyau peut s'étendre selon un autre axe rectiligne, l'un de ces axes rectilignes définissant le premier axe du premier noyau.

L'axe rectiligne selon lequel s'étend le premier tronçon du premier noyau et l'axe rectiligne selon lequel s'étend le premier tronçon additionnel du premier noyau peuvent être parallèles.

Le choix pour réaliser le premier noyau d'un premier tronçon et d'un premier tronçon additionnel structurellement parlant identiques, le choix pour le premier conducteur électrique d'un même nombre de spires autour desdits tronçons de premier noyau, et le choix d'un parallélisme entre les axes desdits tronçons peut permettre que les champs magnétiques parasites mentionnés précédemment soient égaux, de sorte que la somme des tensions parasites est nulle.

La distance entre l'axe selon lequel s'étend le premier tronçon du premier noyau et l'axe selon lequel s'étend le premier tronçon additionnel du premier noyau peut être comprise entre 5 mm et 1 cm, voire entre 5 mm et 10 cm.

Dans tout ce qui précède, la projection sur la surface de réception de la droite reliant ensemble les premières bornes des deux tronçons précités du premier noyau peut être parallèle à la projection sur cette surface de réception de la droite reliant ensemble les deuxièmes bornes de ces deux tronçons. Lorsque ces deux projections sur la surface de réception sont parallèles, elles peuvent être perpendiculaires à la projection sur la surface de réception du premier axe et à la projection sur la surface de réception du deuxième axe.

Chacun du premier tronçon du premier noyau et du premier tronçon additionnel du premier noyau est de préférence dépourvu d'un boîtier disposé autour de tout ou partie du bobinage autour dudit

tronçon.

Tout ce qui vient d'être précisé s'applique encore au deuxième noyau. Ce dernier peut ainsi formé par un deuxième tronçon autour duquel est bobiné le deuxième conducteur électrique, et par un deuxième tronçon additionnel autour duquel est également bobiné le deuxième conducteur électrique, le bobinage de ce deuxième conducteur électrique autour du deuxième tronçon du deuxième noyau définissant une première et une deuxième borne pour ce deuxième tronçon, et le bobinage de ce deuxième conducteur électrique autour du deuxième tronçon additionnel du deuxième noyau définissant une première et une deuxième borne pour le deuxième tronçon additionnel, le deuxième tronçon et le deuxième tronçon additionnel étant disposés sur la surface de réception de manière à ce qu'il existe au moins un plan perpendiculaire à la surface de réception coupant chacun desdits tronçons entre sa première et sa deuxième borne, la première borne pour le deuxième tronçon du deuxième noyau et la première borne pour le deuxième tronçon additionnel du deuxième noyau étant disposées d'un même premier côté de ce plan et la deuxième borne pour le deuxième tronçon du deuxième noyau et la deuxième borne pour le deuxième tronçon additionnel du deuxième noyau étant disposées d'un même deuxième côté de ce plan, la deuxième borne pour le deuxième tronçon du deuxième noyau étant directement connectée électriquement à la deuxième borne pour le deuxième tronçon additionnel du deuxième noyau.

Chacun de ces tronçons présente par exemple une forme de tige, de sorte que la mise en série de tels tronçons permet d'obtenir une deuxième inductance peu sensible aux bruits hautes fréquences tout en étant réalisé à l'aide de tronçons de géométrie simple et peu coûteux.

Le positionnement relatif des deux tronçons du deuxième noyau permet de réduire le bruit induit par la traversée par un champ magnétique haute fréquence de ces deux tronçons.

Le choix pour réaliser le deuxième noyau d'un deuxième tronçon et d'un deuxième tronçon additionnel structurellement parlant identiques, le choix pour le deuxième conducteur électrique d'un même nombre de spires autour desdits tronçons de deuxième noyau, et le choix d'un parallélisme entre les axes desdits tronçons peut permettre que les champs magnétiques parasites mentionnés précédemment soient égaux, de sorte que la somme des tensions parasites est nulle.

Lorsque le premier noyau est réalisé à l'aide de deux tronçons et lorsque le deuxième noyau est réalisé à l'aide de deux tronçons, un tronçon du premier noyau peut être aligné avec un tronçon du deuxième noyau et l'autre tronçon du premier noyau peut être aligné avec l'autre tronçon du deuxième noyau.

Dans tout ce qui précède, l'ensemble peut comprendre une troisième inductance comprenant un troisième noyau en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un troisième conducteur électrique, le troisième noyau s'étendant le long d'un troisième axe rectiligne, le premier, le deuxième et le troisième noyaux étant disposés sur la surface de réception de manière à ce que le

premier axe, le deuxième axe et le troisième axe soient alignés, et ces noyaux étant deux à deux en regard l'un de l'autre de manière à ce que les inductances correspondantes soient deux à deux en couplage magnétique partiel.

Autrement dit, le long d'un axe commun formé par la réunion des premier, deuxième et troisième axes, on trouve successivement le premier noyau, le deuxième noyau, et le troisième noyau, et :

- la première inductance est en couplage magnétique partiel avec chacune de la deuxième inductance et de la troisième inductance,

- la deuxième inductance est en couplage magnétique partiel avec chacune de la première inductance et de la troisième inductance, et

- la troisième inductance est en couplage magnétique partiel avec chacune de la première inductance et de la deuxième inductance.

Le troisième conducteur peut ne pas être bobiné autour du premier noyau et ne pas être bobiné autour du deuxième noyau. Le troisième conducteur est par exemple l'unique conducteur électrique bobiné autour du troisième noyau.

Similairement à ce qui a déjà été exposé, la mise en regard des noyaux deux à deux peut être directe ou non.

La distance entre les extrémités en regard des noyaux peut être comprise entre 1 mm et 40 mm. étant notamment comprise entre 1 mm et 20 mm.

Le troisième noyau peut être monobloc ou être formé par la réunion de plusieurs tronçons de noyau distincts. Dans ce dernier cas, le troisième noyau peut être formé par un troisième tronçon autour duquel est bobiné le troisième conducteur électrique, et par un troisième tronçon additionnel autour duquel est également bobiné le troisième conducteur électrique, le bobinage de ce troisième conducteur électrique autour du troisième tronçon du troisième noyau définissant une première et une deuxième borne pour ce troisième tronçon, et le bobinage de ce troisième conducteur électrique autour du troisième tronçon additionnel du troisième noyau définissant une première et une deuxième borne pour le troisième tronçon additionnel,

le troisième tronçon et le troisième tronçon additionnel étant disposés sur la surface de réception de manière à ce qu'il existe au moins un plan perpendiculaire à la surface de réception coupant chacun desdits tronçons entre sa première et sa deuxième borne, la première borne pour le troisième tronçon du troisième noyau et la première borne pour le troisième tronçon additionnel du troisième noyau étant disposées d'un même premier côté de ce plan et la deuxième borne pour le troisième tronçon du troisième noyau et la deuxième borne pour le troisième tronçon additionnel du troisième noyau étant disposées d'un même deuxième côté de ce plan,

la deuxième borne pour le troisième tronçon du troisième noyau étant directement connectée

électriquement à la deuxième borne pour le troisième tronçon additionnel du troisième noyau.

Chacun de ces tronçons présente par exemple une forme de tige, de sorte que la mise en série de tels tronçons permet d'obtenir une troisième inductance peu sensible aux bruits hautes fréquences tout en étant réalisé à l'aide de tronçons de géométrie simple et peu coûteux.

5 Le positionnement relatif des deux tronçons du troisième noyau permet de réduire le bruit induit par la traversée par un champ magnétique haute fréquence de ces deux tronçons

Le choix pour réaliser le troisième noyau d'un troisième tronçon et d'un troisième tronçon additionnel structurellement parlant identiques, le choix pour le troisième conducteur électrique d'un même nombre de spires autour desdits tronçons de troisième noyau, et le choix d'un parallélisme
10 entre les axes desdits tronçons peut permettre que les champs magnétiques parasites mentionnés précédemment soient égaux, de sorte que la somme des tensions parasites est nulle.

Un tel ensemble à trois noyaux alignés et en couplage magnétique partiel peut être utilisé pour réaliser un filtre d'interférences électromagnétiques, le premier conducteur étant à un premier potentiel électrique continu, le deuxième conducteur étant à la masse, et le troisième conducteur étant
15 un deuxième potentiel électrique continu, différent du premier potentiel électrique continu.

Le support peut, notamment via la surface de réception, porter d'autres composants électroniques, par exemple un ou plusieurs interrupteurs électroniques dont au moins un est commandable. Ces interrupteurs électroniques peuvent définir un ou plusieurs bras de commutation. Dans tout ce qui précède, chaque interrupteur électronique peut être commandable. Chaque interrupteur commandable
20 peut être un transistor utilisant du nitrure de gallium (GaN) ou du carbure de silicium (SiC) ou du silicium.

Le support peut être une portion d'une carte électronique, par exemple une portion d'une carte de circuit imprimé, la surface de réception étant par exemple une surface d'extrémité de cette portion de carte.

25 L'ensemble peut appartenir à un convertisseur de tension. Il s'agit par exemple d'un convertisseur de tension continue/continue, par exemple entre une tension continue de 12V et une tension continue de 48V, ou encore entre une tension continue de 12V et une tension continue de valeur supérieure à 300V. Un tel convertisseur peut être intégré au réseau de bord d'un véhicule électrique ou hybride. Dans un tel cas, le premier conducteur peut véhiculer le potentiel électrique à 48V ou de valeur
30 supérieure à 300 V, le deuxième conducteur est à la masse, et le troisième conducteur peut véhiculer le potentiel électrique à 12V.

En variante, il peut s'agir d'un onduleur/redresseur, auquel cas la tension continue a par exemple une valeur de 12V ou de 48V ou de valeur supérieure à 300V.

Le convertisseur de tension peut comprendre plusieurs bras de commutation montés en parallèle,
35 par exemple entre un et six bras de commutation.

Lorsque l'ensemble appartient à un transformateur résonant, le premier conducteur correspond par exemple au primaire de ce transformateur et le deuxième conducteur et le troisième conducteur peuvent correspondre à deux secondaires en parallèle pour ce transformateur.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples non limitatifs de mises en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 représente de façon schématique un ensemble selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, intégré à un filtre CEM pour convertisseur de tension,

- la figure 2 représente de façon schématique une variante de l'ensemble de la figure 1, toujours intégré à un filtre CEM,

- la figure 3 représente un détail de l'ensemble de la figure 2, et

- la figure 4 représente de façon schématique un transformateur résonant réalisé à l'aide de l'ensemble de la figure 1.

On a représenté à la figure 1 un ensemble 1 pour un filtre CEM d'un convertisseur de tension. Le convertisseur de tension est ici un convertisseur de courant continu/continu 12V/48V d'un circuit électrique d'alimentation d'un moteur de propulsion de véhicule. L'invention n'est cependant pas limitée à un tel exemple.

Le convertisseur de tension comprend des interrupteurs électroniques non représentés, tels que des transistors à effet de champ, permettant la conversion de tension 12V/48V, et un connecteur électrique permettant de raccorder le convertisseur au réseau 12 V du véhicule d'une part et au réseau 48 V du véhicule d'autre part.

Trois conducteurs électriques véhiculant dans l'exemple décrit un courant continu sont présents :

- un premier conducteur 2,

- un deuxième conducteur 3 formant une masse électrique, et

- un troisième conducteur 4.

On constate sur cette figure que ces trois conducteurs sont sensiblement alignés et que le sens du courant dans les conducteurs 2 et 3 est le même, par opposition à celui dans le conducteur 4.

Pour filtrer les interférences CEM, l'ensemble 1 comprend des inductances 5 qui seront décrites ultérieurement, ces inductances 5 étant portées par une surface de réception d'un support 6 qui est par exemple une portion de carte de circuit imprimé.

Trois inductances 5 sont ici prévues et ces inductances 5 sont ici disposées sur la surface de réception du support 6 de manière à être deux à deux en couplage magnétique partiel. Le couplage magnétique entre deux inductances 5 est par exemple supérieur à 10%.

Dans l'exemple considéré :

- l'une des inductances 5 est une première inductance comprenant un premier noyau 8 en un matériau magnétique autour duquel est bobiné le premier conducteur électrique 2, le premier noyau 8

s'étendant le long d'au moins un premier axe rectiligne (A1),

- une autre inductance 5 est une deuxième inductance comprenant un deuxième noyau 9 en un matériau magnétique autour duquel est bobiné le deuxième conducteur électrique 3, le deuxième noyau 9 s'étendant le long d'au moins un deuxième axe rectiligne (A2), et

- 5 - l'inductance 5 restante est une troisième inductance comprenant un troisième noyau 10 en un matériau magnétique autour duquel est bobiné le troisième conducteur électrique 4, le troisième noyau 10 s'étendant le long d'au moins un troisième axe rectiligne (A3).

Comme on peut le voir sur la figure 1, les axes (A1), (A2) et (A3) sont alignés. Par ailleurs, dans l'exemple décrit, chaque noyau magnétique 8, 9, 10 est monobloc. Chaque noyau magnétique 8, 9, 10 est par ailleurs réalisé en ferrite ou en poudre de fer. Chaque noyau magnétique 8, 9, 10 se présente ici sous la forme d'une tige.

Toujours dans l'exemple de la figure 1, les noyaux 8, 9 et 10 sont deux à deux directement en regard l'un de l'autre, seul de l'air étant interposé entre ces noyaux. La distance entre les extrémités en regard de ces noyaux, c'est-à-dire :

- 15 - la distance entre une extrémité du premier noyau 8 et l'extrémité en regard du deuxième noyau 9, et
- la distance entre une extrémité du deuxième noyau 9 et l'extrémité en regard du troisième noyau 10, peut être comprise entre 1 mm et 40 mm. étant notamment comprise entre 1 mm et 20 mm.

Le couplage magnétique partiel entre ces inductances 5 leur permet de former à la fois une inductance pour du filtrage du courant de mode commun par leur partie magnétiquement couplée, et
20 une inductance pour du filtrage du courant de mode commun par leur partie magnétiquement découplée.

Dans la variante représentée sur les figures 2 et 3, chaque noyau magnétique 8, 9, 10 n'est plus réalisé de façon monobloc mais à l'aide de deux tronçons distincts.

Ainsi, le premier noyau 8 est formé par deux tronçons 8a et 8b qui sont distincts et disposés en
25 série. Chacun de ces tronçons 8a, 8b s'étend ici selon un axe rectiligne et ces tronçons 8a et 8b sont disposés sur le support 2 de manière à ce que l'axe (A1A) selon lequel s'étend le premier tronçon 8a soit parallèle à l'axe (A1B) selon lequel s'étend le premier tronçon additionnel 8b. La distance entre la projection sur la surface de réception de l'axe (A1A) et la projection sur la surface de réception de l'axe (A1B) est ici comprise entre 5 mm et 1 cm.

30 Autour de chaque tronçon 8a, 8b du premier noyau 8 est bobiné le premier conducteur 2 de manière à former des spires autour dudit tronçon entre une première borne et une deuxième borne pour ce tronçon. Le nombre de spires peut être égal, d'un tronçon à l'autre du premier noyau 8.

Le premier conducteur électrique 2 est ainsi bobiné entre la première borne 20 et la deuxième borne 21 du premier tronçon 8a et ce premier conducteur électrique 2 est bobiné entre la première
35 borne 22 et la deuxième borne 23 du premier tronçon additionnel 8b.

On a représenté sur la figure 3 un plan (P) perpendiculaire à la surface de réception du support 6 et qui coupe chaque tronçon 8a, 8b du premier noyau 8 entre ses deux bornes. La première borne 20 du premier tronçon 8a et la première borne 23 du premier tronçon additionnel 8b sont ici disposées d'un même premier côté du plan (P) et la deuxième borne 21 du premier tronçon 8a et la deuxième borne 22 du premier tronçon additionnel 8b sont disposées d'un même deuxième côté du plan (P).

On constate dans l'exemple décrit que la deuxième borne 21 du premier tronçon 8a est directement connectée électriquement à la deuxième borne 22 du premier tronçon additionnel 8b. Le premier tronçon 8a et le premier tronçon additionnel 8b du premier noyau 8 sont ainsi disposés en série et parcourus par le courant selon le trajet suivant dans le premier conducteur 2 :

- entrée dans le premier noyau 8 par la première borne 20 du premier tronçon 8a de ce premier noyau 8,
- parcours dans le premier tronçon 8a du premier noyau 8 jusqu'à la deuxième borne 21 de ce premier tronçon 8a,
- sortie du premier tronçon 8a par la deuxième borne 21 et parcours jusqu'à l'entrée dans le premier tronçon additionnel 8b du premier noyau 8 par sa deuxième borne 22,
- parcours dans le premier tronçon additionnel 8b du premier noyau 8 jusqu'à la première borne 23 de ce premier tronçon additionnel 8b,
- sortie du premier noyau 8 par la première borne 23 du premier tronçon additionnel 8b de ce premier noyau 8.

Le courant effectue ainsi un aller-retour du fait du positionnement de ces deux tronçons 8a et 8b du premier noyau 8.

De cette façon, la valeur du champ magnétique parasite BN1 reçu par le tronçon 8a est égale à la valeur du champ magnétique parasite BN2 reçu par le premier tronçon additionnel 8b. En conséquence, la valeur de la tension parasite dans le premier tronçon 8a induite par le champ magnétique BN1 est égale à la valeur de la tension parasite dans le premier tronçon additionnel 8b induite par le champ magnétique BN2. Ces tensions parasites étant de signe opposé, la somme de ces tensions parasites est nulle, dans l'exemple décrit.

Comme on peut le voir sur la figure 2, le deuxième noyau 9 met dans cet exemple en œuvre de façon similaire un deuxième tronçon 9a et un deuxième tronçon additionnel 9b, et le troisième noyau 10 met également en œuvre de façon similaire un troisième tronçon 10a et un troisième tronçon additionnel 10b. On constate sur la figure 2 :

- que les axes (A1A), (A2A), (A3A) respectivement associés aux tronçons 8a, 9a, 10a sont alignés, et
- que les axes (A1B), (A2B), et (A3B) respectivement associés aux tronçons 8b, 9b et 10b sont également alignés.

Dans les exemples des figures 1 à 3, chaque conducteur électrique 2, 3 et 4 est parcouru par du

courant continu.

L'invention n'est cependant pas limitée à ce cas. Dans l'exemple de la figure 4, on utilise l'ensemble de la figure 1 pour réaliser un convertisseur résonant avec transformateur intégré, et chaque conducteur électrique est parcouru par du courant alternatif. Comme on peut le voir sur la figure 4, le premier conducteur électrique 2 correspond ici à un enroulement primaire d'un transformateur intégré à un convertisseur de tension continu/continu, tandis que le deuxième conducteur électrique 3 et le troisième conducteur électrique 4 correspondent chacun à un enroulement secondaire pour ce transformateur, ces deux enroulements secondaires étant montés en parallèles.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

Revendications

1. Ensemble (1) comprenant :

- un support (6) définissant une surface de réception de composants électroniques,

- une première inductance (5) comprenant un premier noyau (8) en un matériau magnétique autour
5 duquel est bobiné un premier conducteur électrique (2), le premier noyau (8) s'étendant le long d'au moins un premier axe rectiligne (A1 ; A1A, A1B), et

- une deuxième inductance (5) comprenant un deuxième noyau (9) en un matériau magnétique autour
duquel est bobiné un deuxième conducteur électrique (3), le deuxième noyau (9) s'étendant le long
d'au moins un deuxième axe rectiligne (A2 ; A2A, A2B),

10 le premier noyau (8) et le deuxième noyau (9) étant disposés sur la surface de réception de manière à ce que le premier axe et le deuxième axe soient alignés, et étant en regard l'un de l'autre de manière à ce que la première inductance et la deuxième inductance soient en couplage magnétique partiel.

2. Ensemble selon la revendication 1, la distance entre l'extrémité du premier noyau (8) en
regard du deuxième noyau (9) et l'extrémité du deuxième noyau (9) en regard du premier noyau (8)
15 étant comprise entre 1 et 40 mm.

3. Ensemble selon la revendication 1 ou 2, le premier conducteur (2) étant parcouru par un
premier courant continu, et le deuxième conducteur (3) étant parcouru par un deuxième courant
continu, différent du premier courant continu.

4. Ensemble selon la revendication 1 ou 2, le premier conducteur (2) étant parcouru par un
20 premier courant alternatif, et le deuxième conducteur (3) étant parcouru par un deuxième courant
alternatif, différent du premier courant alternatif.

5. Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, le premier noyau (8)
étant monobloc et le deuxième noyau (9) étant monobloc, chaque noyau (8, 9) se présentant
notamment sous forme de tige.

25 6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, l'un au moins du premier
(8) et du deuxième (9) noyau étant formé par plusieurs tronçons de noyaux distincts (8a, 8b ; 9a, 9b),
notamment exactement deux tronçons distincts.

7. Ensemble selon la revendication 6, le premier noyau (8) étant formé par un premier
tronçon (8a) autour duquel est bobiné le premier conducteur électrique (2), et par un premier tronçon
30 additionnel (8b) autour duquel est également bobiné le premier conducteur électrique (2), le bobinage
de ce premier conducteur électrique autour du premier tronçon (8a) du premier noyau définissant une
première (20) et une deuxième borne (21) pour ce premier tronçon (8a), et le bobinage de ce premier
conducteur électrique autour du premier tronçon additionnel (8b) du premier noyau définissant une
première (23) et une deuxième (22) borne pour le premier tronçon additionnel (8b),

35 le premier tronçon (8a) et le premier tronçon additionnel (8b) étant disposés sur la surface

de réception de manière à ce qu'il existe au moins un plan (P) perpendiculaire à la surface de réception coupant chacun desdits tronçons (8a, 8b) entre sa première et sa deuxième borne, la première borne (20) pour le premier tronçon (8a) du premier noyau et la première borne (23) pour le premier tronçon additionnel (8b) du premier noyau étant disposées d'un même premier côté de ce plan (P) et la deuxième borne (21) pour le premier tronçon (8a) du premier noyau et la deuxième borne (22) pour le premier tronçon additionnel (8b) du premier noyau étant disposées d'un même deuxième côté de ce plan (P),

la deuxième borne (21) pour le premier tronçon du premier noyau étant directement connectée électriquement à la deuxième borne (22) pour le premier tronçon additionnel du premier noyau.

8. Ensemble selon la revendication 7, le premier conducteur électrique (2) définissant autour du premier tronçon (8a) du premier noyau (8) un nombre de spires égal au nombre de spires que définit ce premier conducteur électrique (2) autour du premier tronçon additionnel (8b) du premier noyau (8), et

le premier tronçon (8a) du premier noyau (8) s'étendant selon un axe rectiligne (A1A) et le premier tronçon additionnel (8b) de ce premier noyau s'étendant selon un autre axe rectiligne (A1B), ces axes rectilignes (A1A) et (A1B) étant parallèles.

9. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, chaque tronçon de noyau magnétique se présentant sous forme de tige.

10. Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, le premier conducteur (2) n'étant pas bobiné autour du deuxième noyau (9) et le deuxième conducteur (3) n'étant pas bobiné autour du premier noyau (8).

11. Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une troisième inductance (5) comprenant un troisième noyau (10) en un matériau magnétique autour duquel est bobiné un troisième conducteur électrique (4), le troisième noyau s'étendant le long d'un troisième axe rectiligne (A3), le premier (8), le deuxième (9) et le troisième (10) noyaux étant disposés sur la surface de réception de manière à ce que le premier axe (A1), le deuxième axe (A2) et le troisième axe (A3) soient alignés,

et ces noyaux étant deux à deux en regard l'un de l'autre de manière à ce que les inductances correspondantes soient deux à deux en couplage magnétique partiel.

12. Filtre d'interférences électromagnétiques, comprenant un ensemble selon la revendication précédente, le premier conducteur (2) étant à un premier potentiel électrique continu, notamment à 48V, le deuxième conducteur (3) étant à la masse, et le troisième conducteur (4) étant un deuxième potentiel électrique continu, différent du premier potentiel électrique continu,

notamment à 12V.

1/2

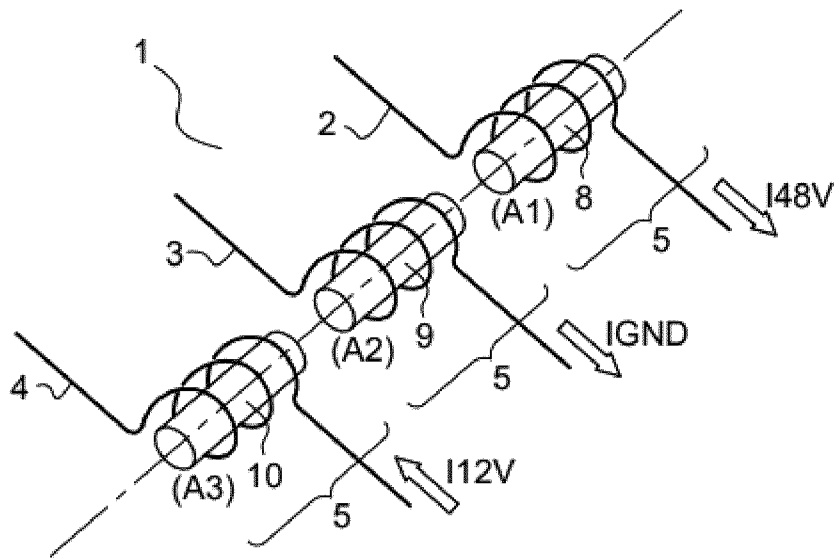


Fig. 1

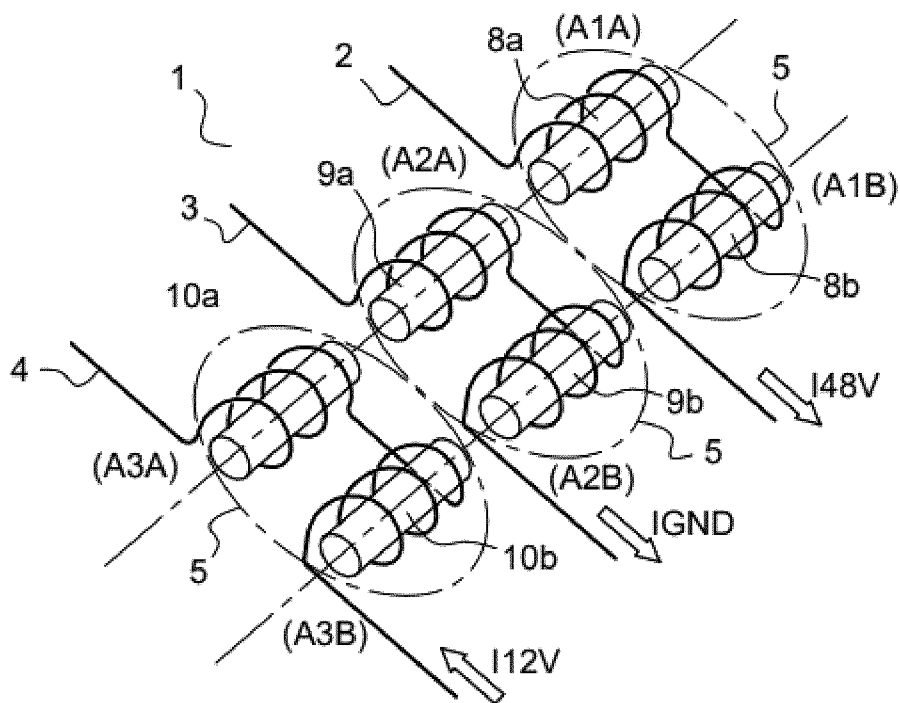


Fig. 2

2/2

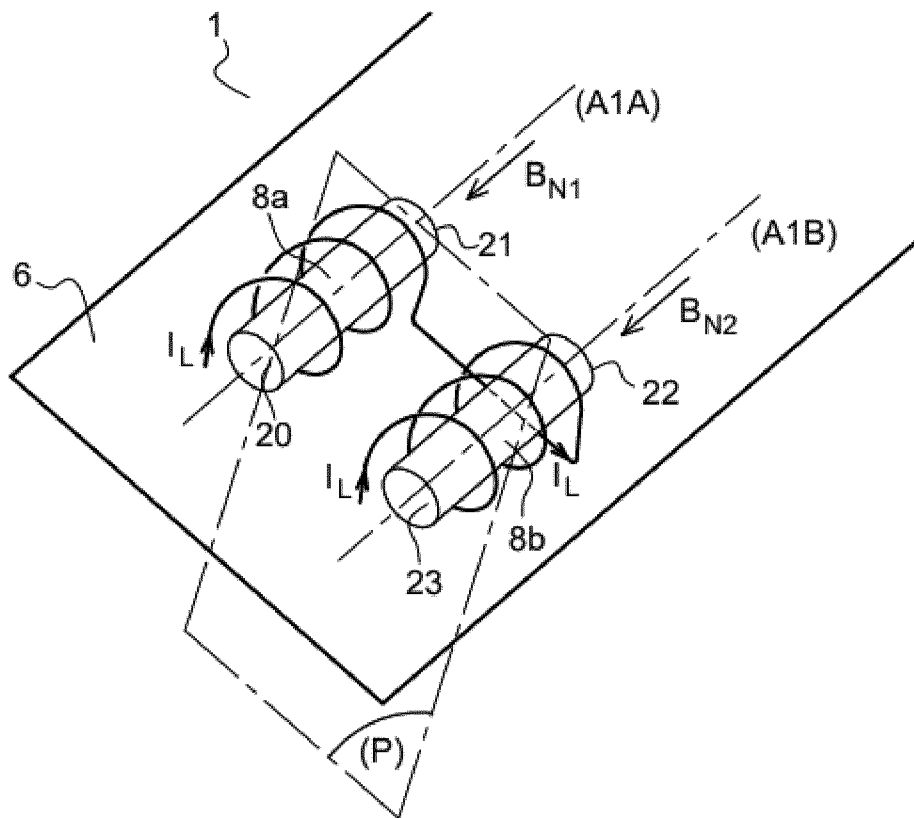


Fig. 3

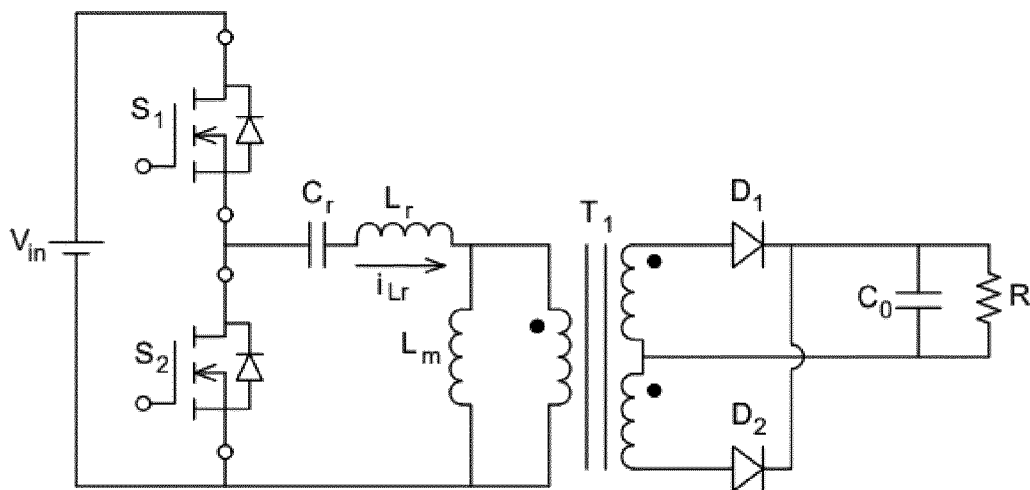


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/070325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01F 3/10**(2006.01)i; **H01F 17/00**(2006.01)i; **H01F 17/04**(2006.01)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)

H01F

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2906944 A1 (SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER [FR]) 11 April 2008 (2008-04-11) figures 1-3 page 3, paragraphs 3,4	1-12
A	WO 2010139607 A1 (TECHNETIX GROUP LTD [GB]; CHAPMAN PAUL [GB]; SHELLEY GARETH [GB]) 09 December 2010 (2010-12-09) abstract; figures 1,4b	5,6,9
A	US 2007188920 A1 (CHOI HYUNG [KR] ET AL) 16 August 2007 (2007-08-16) abstract; figure 2	7,8



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

30 September 2021

Date of mailing of the international search report

18 October 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Rouzier, Brice

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/070325

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2906944	A1	11 April 2008	CN	101202496	A	18 June 2008
				EP	1909388	A1	09 April 2008
				FR	2906944	A1	11 April 2008
				JP	2008103716	A	01 May 2008
				US	2008037298	A1	14 February 2008
WO	2010139607	A1	09 December 2010	US	2010308948	A1	09 December 2010
				WO	2010139607	A1	09 December 2010
US	2007188920	A1	16 August 2007	JP	2007221145	A	30 August 2007
				US	2007188920	A1	16 August 2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/070325

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01F3/10 H01F17/00 H01F17/04 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) H01F		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 906 944 A1 (SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER [FR]) 11 avril 2008 (2008-04-11) figures 1-3 page 3, alinéas 3,4 -----	1-12
A	WO 2010/139607 A1 (TECHNETIX GROUP LTD [GB]; CHAPMAN PAUL [GB]; SHELLEY GARETH [GB]) 9 décembre 2010 (2010-12-09) abrégé; figures 1,4b -----	5,6,9
A	US 2007/188920 A1 (CHOI HYUNG [KR] ET AL) 16 août 2007 (2007-08-16) abrégé; figure 2 -----	7,8
☐ 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	
30 septembre 2021	18/10/2021	
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		Rouzier, Brice

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/070325

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2906944	A1	11-04-2008	CN 101202496 A	18-06-2008
			EP 1909388 A1	09-04-2008
			FR 2906944 A1	11-04-2008
			JP 2008103716 A	01-05-2008
			US 2008037298 A1	14-02-2008

WO 2010139607	A1	09-12-2010	US 2010308948 A1	09-12-2010
			WO 2010139607 A1	09-12-2010

US 2007188920	A1	16-08-2007	JP 2007221145 A	30-08-2007
			US 2007188920 A1	16-08-2007
