



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2014 (31.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/207189 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02M 1/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/063675

(22) Date de dépôt international :
27 juin 2014 (27.06.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1356308 28 juin 2013 (28.06.2013) FR

(71) Déposant : ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH/CH];
Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden (CH).

(72) Inventeur : GARCIA SOTO, Guillermo; 2A rue la Pé-
rouse, F-91300 Massy (FR).

(74) Mandataire : BREVALEX; 95 rue d'Amsterdam, F-75378
Paris Cedex 8 (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, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, 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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues (règle 48.2.h))

(54) Title : MULTIFUNCTION DEVICE FOR CONVERTING POWER

(54) Titre : DISPOSITIF DE CONVERSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE MULTIFONCTION

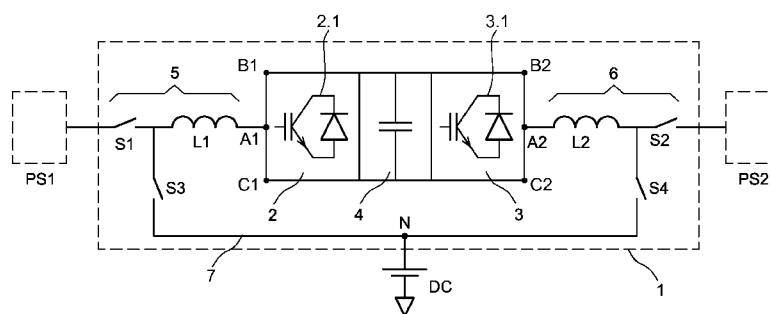


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to a multifunction device for converting power, including a first converter (2) and a second converter (3) associated with a power storage device (4) that is mounted in parallel between the two converters (2, 3), a first inductor (L1)/switch (S1) assembly (5) in series, which is connected, on one side, to the first converter (2) and which is to be connected, on the other side, to a first end power source (PS1), a second inductor (L2)/switch (S2) assembly (6) in series which is connected, on one side, to the second converter (3) and which is to be connected, on the other side, to a second end power source (PS2), at least one shunt arm (7) comprising a first additional switch (S3) connected to the inductor (L1) of the first series assembly (5), and a second additional switch (S4) connected to the inductor (L2) of the second series assembly (6), the first and second additional switches (S3,S4) being connected together at a common node (N) to be connected to a terminal of a direct current (DC) power source.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Dispositif de conversion d'énergie électrique comprenant un premier convertisseur (2) et un second convertisseur (3) associés à un dispositif de stockage d'énergie électrique (4) monté en parallèle entre les deux convertisseurs (2, 3), un premier ensemble (5) inductance (L1) - interrupteur (S1) en série relié, d'un côté, au premier convertisseur (2) et de l'autre devant être relié à une première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1), un second ensemble (6) inductance (L2) - interrupteur (S2) en série relié, d'un côté, au second convertisseur (3) et de l'autre devant être relié à une seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2), au moins une branche en dérivation (7) comportant un premier interrupteur supplémentaire (S3) relié à l'inductance (L1) du premier ensemble série (5), et un second interrupteur supplémentaire (S4) relié à l'inductance (L2) du second ensemble série (6), les premier et second interrupteurs supplémentaires (S3,S4) étant reliés ensemble en un nœud commun (N) destiné à être relié à une borne d'une source d'énergie électrique continue (DC).

DISPOSITIF DE CONVERSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE MULTIFONCTION

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction. Ce convertisseur peut être utilisé en tant que convertisseur AC/DC, DC/AC, convertisseur de fréquence
10 AC/AC avec fonction de stockage d'énergie électrique ou convertisseur de puissance DC/DC.

Les applications visées peuvent être la conversion de fréquence, l'alimentation à quai de navires, l'extraction d'énergie électrique à partir de
15 sources d'énergie électrique tournantes comme des éoliennes ou des hydroliennes, la production d'énergie électrique photovoltaïque, la production d'énergie électrique régulée à partir de sources d'énergie électrique faibles, intermittentes ou cycliques, le
20 réseau ferroviaire.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

L'échange d'énergie électrique entre plusieurs sources d'énergie électrique est complexe dans la mesure où ces sources ne sont pas de même
25 nature alternatives ou continues, ne fonctionnent pas à la même fréquence ou à la même tension.

Dès que l'on utilise au moins trois sources d'énergie, on doit disposer de trois convertisseurs. Dès que l'énergie électrique est intermittente ou

cyclique, il faut prévoir un stockage d'énergie électrique et gérer le stockage.

Dans tous les cas, on arrive à une structure complexe, encombrante, de coût élevé car
5 comportant beaucoup de composants électroniques de puissance. Ces composants sont surdimensionnés en puissance dans les applications où une des sources d'énergie électrique est intermittente ou cyclique.

10 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

La présente invention a justement comme but de proposer un dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction qui ne comporte pas les inconvénients mentionnés plus haut.

Un but de l'invention est en particulier de proposer un dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction simple, bon marché et compact qui est apte à fonctionner avec plus de deux sources
15 d'énergie électrique.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de conversion d'énergie électrique simple et bon marché et compact qui permet de fonctionner avec au moins une source d'énergie intermittente ou cyclique
20 sans souffrir des désagréments liés à l'intermittence ou à la périodicité.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de conversion d'énergie électrique simple et bon marché et compact qui permet de fournir
25 suffisamment de puissance en sortie, même si en entrée on ne dispose que d'une source d'énergie de faible puissance.

Pour y parvenir, la présente invention concerne un dispositif de conversion d'énergie électrique qui ne peut comporter qu'un seul convertisseur tête-bêche à monter via des interrupteurs entre deux sources d'énergie électrique et une branche en dérivation à relier à une source d'énergie électrique continue apte à être déconnectée d'un côté et/ou de l'autre du convertisseur.

Plus précisément, la présente invention est un dispositif de conversion d'énergie électrique comprenant au moins une paire de convertisseurs montés en cascade parmi lesquels un premier convertisseur et un second convertisseur associés à un dispositif de stockage d'énergie électrique monté en parallèle entre les deux convertisseurs de la paire, un premier ensemble série avec une inductance et un interrupteur relié, du côté de l'inductance au premier convertisseur et du côté de l'interrupteur devant être relié à une première source d'énergie électrique d'extrémité, un second ensemble série avec une inductance et un interrupteur relié, du côté de l'inductance au second convertisseur et du côté de l'interrupteur devant être relié à une seconde source d'énergie électrique d'extrémité.

Il comporte, en outre, au moins une branche en dérivation comportant un premier interrupteur supplémentaire relié à l'inductance du premier ensemble série, et un second interrupteur supplémentaire relié à l'inductance du second ensemble série, les premier et second interrupteurs supplémentaires étant reliés

ensemble en un nœud commun destiné à être relié à une borne d'une source d'énergie électrique continue.

Le premier convertisseur et le second convertisseur comportent chacun plusieurs cellules de commutation ayant deux extrémités et une borne milieu, les cellules de commutation étant montées en parallèle par leurs extrémités.

Avantageusement, chaque cellule de commutation comporte deux bras comprenant chacun au moins un interrupteur à semi-conducteur commandé, monté avec une diode roue libre en antiparallèle.

L'inductance du premier ou du second ensemble série peut être reliée par une extrémité à l'interrupteur de l'ensemble série et par l'autre extrémité à une borne milieu d'une cellule de commutation du premier ou du second convertisseur respectivement.

Pour optimiser le processus de conversion alternatif et continu, une inductance supplémentaire peut être reliée d'un côté au nœud commun et de l'autre est destinée à être reliée à la source d'énergie électrique continue.

La branche en dérivation peut être reliée d'un côté à l'une des extrémités ou à l'autre extrémité de l'inductance du premier ensemble série et de l'autre côté à l'une des extrémités ou à l'autre extrémité de l'inductance du second ensemble série.

Le dispositif de conversion d'énergie électrique peut être monophasé ou multiphasé, lorsqu'il est multiphasé, les convertisseurs, les ensembles série

et les interrupteurs supplémentaires étant eux même multiphasés.

Le premier convertisseur et le second convertisseur sont bidirectionnels et forment un
5 convertisseur tête-bêche (ou back-to-back en anglais).

La présente invention concerne également un agencement convertisseur d'énergie électrique qui comporte plusieurs dispositifs de conversion d'énergie électrique ainsi caractérisés, montés en parallèle
10 devant être connectés entre une même première source d'énergie électrique d'extrémité et une même seconde source d'énergie électrique d'extrémité.

La présente invention concerne également une installation de conversion d'énergie électrique comportant un dispositif de conversion d'énergie électrique ainsi caractérisé, une première source d'énergie électrique d'extrémité reliée à l'interrupteur du premier ensemble série, une seconde source d'énergie électrique d'extrémité reliée à
15 l'interrupteur du second ensemble série, une source d'énergie électrique continue reliée à la branche en dérivation ou à chaque branche en dérivation, la première source d'énergie électrique d'extrémité et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité étant
20 chacune soit une source d'énergie électrique continue soit une source d'énergie électrique alternative.

La présente invention concerne également une installation de conversion d'énergie électrique comportant un agencement convertisseur d'énergie électrique ainsi caractérisé, une première source d'énergie électrique d'extrémité reliée à
30

l'interrupteur du premier ensemble série, une seconde source d'énergie électrique d'extrémité reliée à l'interrupteur du second ensemble série, une source d'énergie électrique continue reliée à la branche en dérivation ou à chaque branche en dérivation, la première source d'énergie électrique d'extrémité et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité étant chacune soit une source d'énergie électrique continue soit une source d'énergie électrique alternative.

10 Dans l'installation de conversion d'énergie électrique chaque source d'énergie électrique continue peut être choisie parmi une ou plusieurs batteries d'accumulateur, un ou plusieurs super condensateurs, un ou plusieurs bancs de condensateurs, une source de tension, une source photovoltaïque, une pile à combustible.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 montre un premier exemple d'un dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction objet de l'invention ;

la figure 2 montre un deuxième exemple d'un dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction objet de l'invention avec deux branches de dérivation ;

30 les figures 3A, 3B, 3C montrent des exemples d'installation de conversion d'énergie

électrique selon l'invention respectivement de type AC/AC, DC/DC, AC/DC ;

la figure 4 montre un agencement convertisseur d'énergie électrique selon l'invention avec plusieurs dispositifs de conversion d'énergie électrique selon l'invention montée en parallèle ;

les figures 5A, 5B, 5C, 5D montrent plusieurs modes de fonctionnement du dispositif de conversion d'énergie électrique objet de l'invention.

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

On se réfère à la figure 1 qui montre de manière générale un exemple de dispositif de conversion d'énergie électrique multifonction objet de l'invention.

Dans cet exemple, on distingue un convertisseur dit « tête bêche » (back to back en anglais) 1 qui est une paire d'un premier convertisseur 2 et d'un second convertisseur 3 montés en cascade avec un dispositif de stockage d'énergie électrique 4 monté en parallèle entre le premier et le second convertisseur 2, 3.

Les convertisseurs 2, 3 sont statiques de type redresseur ou onduleur et sont bidirectionnels. Ils peuvent être monophasés ou multiphasés.

En se référant également à la figure 2, chaque convertisseur 2, 3 comporte plusieurs cellules de commutation 2.1, 3.1 montées en parallèle. Il y a deux cellules dans un convertisseur monophasé et autant de cellules que de phases dans un convertisseur multiphasé.

Chaque cellule de commutation 2.1, 3.1 comporte deux bras comprenant chacun au moins un interrupteur à semi-conducteur commandé monté avec une diode roue libre en antiparallèle. De préférence, dans chaque bras on a le même nombre d'ensembles interrupteur à semi-conducteur/diode. Lorsqu'il n'y a qu'un seul interrupteur à semi-conducteur dans chaque bras, le convertisseur est bi niveau. S'il en a plusieurs, il est multi niveau.

Pour le premier convertisseur 2, les bras sont référencés 20.1 et 20.2. L'interrupteur à semi-conducteur de chaque bras est référencé respectivement I21, I22. La diode de chaque bras est référencée respectivement D21, D22.

Pour le second convertisseur 3, les bras sont référencés 30.1 et 30.2. L'interrupteur à semi-conducteur de chaque bras est référencé respectivement I31, I32. La diode de chaque bras est référencée respectivement D31, D32.

Les interrupteurs à semi-conducteur peuvent être des transistors IGBT ou des thyristors IGCT par exemple.

Les ensembles interrupteurs à semi-conducteur-diodes d'une cellule de commutation sont montés en série.

Chaque cellule de commutation 2.1, 3.1
5 comporte une borne commune entre ses bras 20.1 et 20.2 ; 30.1 et 30.2 appelée borne milieu, les bornes milieu du premier convertisseur 2 sont appelées A1 et celles du second convertisseur 3 : A2.

Chaque cellule de commutation 2.1, 3.1
10 comporte deux bornes extrêmes et les cellules d'un même convertisseur 2, 3 sont montées en parallèles par ces bornes extrêmes. Les bornes extrêmes des cellules 2.1 du premier convertisseur 2 sont référencées B1 et C1 et celles du second convertisseur 3 : B2 et C2.

15 Le dispositif de stockage d'énergie électrique 4 peut comporter un ou plusieurs condensateurs montés en série. Une variante avec plusieurs condensateurs est représentée sur la figure 2.

20 Le dispositif de conversion d'énergie électrique comporte, de plus, associé au premier convertisseur 2, un premier ensemble série 5 avec une inductance L1 et un interrupteur S1 en série relié, du côté de l'inductance L1 au premier convertisseur 2 et
25 du côté de l'interrupteur S1 devant être relié à une première source d'énergie électrique d'extrémité PS1. Il comporte de plus, associé au second convertisseur 3, un second ensemble série 6 avec une inductance L2 et un interrupteur S2 relié du côté de l'inductance L2 au
30 second convertisseur 3 et de l'autre devant être relié à une seconde source d'énergie électrique d'extrémité

PS2. L'ensemble série 5, 6 formé de l'inductance L1, L2 et de l'interrupteur S1, S2 peut être monophasé ou multiphasé.

Si l'ensemble série est multiphasé comme sur la figure 4, cela signifie qu'il est formé d'autant de sous-ensembles série que de phases.

Chaque sous-ensemble série coopère avec une cellule du convertisseur auquel il est associé. Il comporte une inductance L1.1, L1.2, L1.3, L2.1, L2.2, L2.3 et un interrupteur S1.1, S1.2, S1.3, S2.1, S2.2, S2.3 montés en série, l'inductance étant branchée au point milieu A1, A2 de la cellule associée et l'interrupteur devant être relié à la source d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2.

Si l'ensemble série est monophasé comme sur les figures 3A-3C, il coopère avec l'une seulement des cellules du convertisseur associé. Il est formé de l'inductance L1, L2 en série avec l'interrupteur S1, S2. Il est branché, d'un côté au point milieu A1, A2 de la cellule du convertisseur associé 2, 3. De l'autre côté, il est destiné à être relié à la source d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2. Le point milieu A'1, A'2 de l'autre cellule du convertisseur associé 2, 3 est destiné à être relié à la source d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2 sans insertion d'un ensemble série inductance interrupteur.

Le dispositif de conversion d'énergie électrique objet de l'invention comporte de plus, au moins une branche en dérivation 7 comprenant un premier interrupteur supplémentaire S3 et un second interrupteur supplémentaire S4. Le premier interrupteur

supplémentaire S3 est relié à l'inductance L1 du premier ensemble série 5, le second interrupteur supplémentaire S4 est relié à l'inductance L2 du second ensemble série 6. Le premier interrupteur supplémentaire S3 et le second interrupteur supplémentaire S4 sont reliés ensemble en un nœud commun N destiné à être relié à une borne d'une source d'énergie électrique continue DC. L'autre borne de la source d'énergie électrique continue DC est à porter à un potentiel de référence. Le dispositif de stockage d'énergie électrique 4 est également porté à ce potentiel de référence.

Les interrupteurs supplémentaires S3, S4 de la branche en dérivation 7 peuvent être reliés à l'une ou l'autre des extrémités de l'inductance L1, L2.

Sur la figure 1, il s'agit de l'extrémité qui est reliée à l'interrupteur S1 ou S2 du même ensemble série 5, 6. En variante, il pourrait s'agir de l'extrémité qui est reliée à la borne milieu A1, A2 comme illustré sur la figure 2. De plus sur la figure 2, une inductance supplémentaire L3 est insérée entre le nœud N et la source d'énergie électrique continue DC. Elle permet de dissocier le processus de filtrage alternatif et continu, si PS1 et PS2 sont des sources alternatives. Elle permet donc d'optimiser la conception.

La source d'énergie électrique continue DC est, de préférence, bidirectionnelle, elle est alors apte à fonctionner en récepteur ou en générateur. Mais il est envisageable qu'elle ne soit que monodirectionnelle.

Il en est de même pour les deux sources d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2. Par exemple, l'une peut fonctionner en générateur électrique et l'autre en récepteur électrique lorsque la source
5 d'énergie électrique continue DC n'est pas utilisée.

On peut envisager de prévoir plusieurs branches en dérivation comprenant chacune deux interrupteurs supplémentaires comme sur la figure 2. La seconde branche en dérivation est référencée 7' et ses
10 interrupteurs supplémentaires S3' et S4'. Le nœud commun de cette seconde branche en dérivation 7' est référencé N'. Le nœud commun N' est destiné à être branché à une seconde source d'énergie électrique continue DC'.

15 La seconde source d'énergie électrique continue DC' pourra, par exemple, fonctionner en récepteur alors que la première source d'énergie électrique continue DC fonctionnera en générateur. D'autres fonctionnements sont bien sûr possibles.

20 Comme source d'énergie électrique continue bidirectionnelle, on peut penser à une ou plusieurs batteries d'accumulateur, un ou plusieurs super condensateurs, un ou plusieurs bancs de condensateurs qui peuvent se recharger électriquement. Comme source
25 d'énergie électrique monodirectionnelle on peut utiliser une source de tension, une source photovoltaïque, une pile à combustible.

Sur la figure 2, le premier convertisseur 2 et le second convertisseur 3 ne sont que schématisés,
30 on n'a représenté qu'une seule de leurs cellules. Ils peuvent être monophasés ou multiphasés. Il en est donc

de même pour les ensembles série 5, 6 et les interrupteurs supplémentaires S3, S4, S3', S4' des branches en dérivation 7, 7'.

On va s'intéresser maintenant aux
5 différentes variantes illustrées aux figures 3A, 3B, 3C. Sur ces figures, on a représenté une installation de conversion d'énergie électrique selon l'invention réalisée à partir d'un dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'invention. Le dispositif
10 de conversion d'énergie électrique est représenté monophasé. Il aurait bien sûr pu être multiphasé.

Sur la figure 3A, on dispose de deux sources d'énergie électrique alternatives d'extrémité : PS1, PS2. Le dispositif de conversion d'énergie
15 électrique a une fonction de conversion AC/AC ou encore de convertisseur de fréquence. La première source d'énergie électrique alternative d'extrémité PS1 a une fonction de générateur électrique et la seconde source d'énergie électrique alternative d'extrémité PS2 a une
20 fonction de récepteur électrique, lorsque la source d'énergie continue DC reliée à la branche en dérivation 7 n'est pas utilisée. Dans le cas d'un dispositif de conversion d'énergie électrique triphasé, la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 pourrait
25 être le réseau électrique triphasé et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 pourrait être le circuit électrique d'un navire à quai par exemple. Il est alors possible que le réseau électrique ne soit pas suffisamment puissant pour satisfaire la demande en
30 énergie du navire.

Dans le domaine ferroviaire, on peut être amené à effectuer une conversion de fréquence entre deux réseaux alternatifs monophasés.

Dans le cas où la première d'énergie
5 électrique d'extrémité PS1 est une ferme éolienne ou hydrolienne par exemple et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 un réseau électrique alternatif, on peut être amené à débrancher la ferme à cause d'un défaut dans le réseau électrique. Les
10 interrupteurs S1 et S4 seront alors maintenus fermés (passants) et les interrupteurs S3 et S2 seront maintenus ouverts (bloqués). On redirigera alors d'énergie produite par la ferme vers la source d'énergie continue DC. Si la ferme produit peu
15 d'énergie, on peut être amené en maintenant ouverts les interrupteurs S1 et S4 et en maintenant fermés les interrupteurs S3 et S2 à extraire de l'énergie de la source d'énergie continue DC, pour alimenter le réseau électrique alternatif après conversion.

20 Sur la figure 3B, on dispose de deux sources d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2 qui sont continues. Le dispositif de conversion d'énergie électrique a une fonction de conversion DC/DC, d'élévateur de tension ou d'abaisseur de tension. La
25 première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 a une fonction de générateur électrique et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 a une fonction de récepteur électrique, lorsque la source d'énergie continue DC reliée à la branche en dérivation
30 7 n'est pas utilisée. La première source d'énergie électrique PS1 pourrait être des cellules

photovoltaïques et la seconde source d'énergie électrique PS2 pourrait être un bus DC. On souhaite généralement que la tension du bus DC soit sensiblement constante quelle que soit la fluctuation de tension
5 délivrée par les cellules photovoltaïques. Le dispositif de conversion d'énergie électrique est généralement un élévateur de tension.

Sur la figure 3C, on dispose d'une première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 alternative
10 et d'une seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 continue. Le dispositif de conversion d'énergie électrique a une fonction de conversion AC/DC, d'élévateur de tension ou d'abaisseur de tension. La première source d'énergie électrique
15 d'extrémité PS1 a une fonction de générateur électrique et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 a une fonction de récepteur électrique lorsque la source d'énergie continue DC reliée à la branche en dérivation 7 n'est pas utilisée. La première source
20 d'énergie électrique d'extrémité PS1 pourrait être le réseau électrique et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 pourrait être l'alimentation d'un véhicule de traction ferroviaire à courant continu. Le premier convertisseur 2 est un
25 convertisseur AC/DC et le second convertisseur 3 est un convertisseur DC/DC qui permet d'ajuster les niveaux de courant et tension continus.

En variante, la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 alternative pourrait être
30 une éolienne ou une hydrolienne et la seconde source

d'énergie électrique d'extrémité PS2 pourrait être des batteries d'accumulateurs.

Il est possible, en variante que la première source d'énergie électrique PS1 soit continue et que la seconde source d'énergie électrique PS2 soit alternative.

Sur la figure 2, on n'a pas représenté les première et seconde sources d'énergie électrique d'extrémité. On pourrait brancher une première source d'énergie électrique d'extrémité continue et une seconde source d'énergie électrique d'extrémité alternative.

La première source d'énergie électrique d'extrémité pourrait être une pile à combustible ou des cellules photovoltaïques et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité pourrait être un réseau de distribution alternatif. Le dispositif de conversion d'énergie électrique permet de réaliser deux opérations, régler les niveaux et la fréquence des grandeurs électriques alternatives de sortie pour correspondre à celles du réseau de distribution alternatif.

Sur les figures 2 et 3C, chaque branche en dérivation 7, 7' est branchée à une borne milieu A1, A2 et comporte une inductance supplémentaire L3, L3' branchée entre le nœud commun N, N' et la source d'énergie électrique continue DC, DC'.

Sur la figure 4, on a représenté un dispositif de conversion d'énergie électrique, objet de l'invention, multiphasé, plus particulièrement triphasé. Il permet de réaliser une conversion AC/AC.

La structure des ensembles série 5, 6 est détaillée avec trois interrupteurs S1.1, S1.2, S1.3, S2.1, S2.2, S2.3 et trois inductances L1.1, L1.2, L1.3, L2.1, L2.2, L2.3 dans chaque ensemble série 5, 6.

5 Chaque ensemble série 5, 6 est branché entre un nœud commun A1, A2 et l'une des sources d'énergie électrique d'extrémité PS1, PS2.

 Il y a deux branches en dérivation 7, 7' et leur structure est également détaillée. Ainsi la
10 première branche en dérivation 7 comporte trois interrupteurs supplémentaires S3.1, S3.2, S3.3, S4.1, S4.2, S4.3 de part et d'autre du nœud commun N, chacun monté entre l'une des inductances L1.1, L1.2, L1.3, L2.1, L2.2, L2.3 et le nœud commun N.

15 La seconde branche en dérivation 7' a la même structure avec les interrupteurs supplémentaires S3.1', S3.2', S3.3', S4.1', S4.2', S4.3'.

 Sur cette figure 4, on a représenté un agencement convertisseur d'énergie électrique, selon
20 l'invention, qui comporte plusieurs dispositifs de conversion électrique selon l'invention, montés en parallèle et devant être connectés entre une même première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 et une même seconde source d'énergie électrique
25 d'extrémité PS2. Dans l'exemple décrit, il n'y a que deux dispositifs de conversion électrique selon l'invention, mais ce n'est pas limitatif. Chaque composant du second dispositif de conversion électrique est appelé avec la même référence que son homologue du
30 premier dispositif de conversion électrique, affectée

du signe ' (prime). C'est pourquoi nous n'énumérons pas toutes les références de la figure 4.

Chaque dispositif de conversion électrique possède au moins une branche en dérivation 7, 7' dont le nœud commun N, N' est destiné à être relié à une source d'énergie électrique continue DC, DC'. Une telle disposition permet de mieux gérer le stockage de l'énergie électrique continue et sa restitution en cas de besoin. Ici également la source d'énergie électrique continue DC, DC' peut servir avoir une fonction de générateur ou de récepteur.

On va maintenant décrire en se référant aux figures 5A, 5B, 5C, 5D, des exemples de fonctionnement d'une installation de conversion d'énergie électrique comportant un dispositif de conversion d'énergie électrique objet de l'invention. Sur ces figures, la structure du dispositif de conversion d'énergie électrique est similaire à celle illustrée sur la figure 2 mais avec une seule branche en dérivation 7. Cette représentation n'est pas limitative.

Sur la figure 5A, la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 est inutilisée, l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5 est bloqué. L'interrupteur S2 du second ensemble série 6 est passant. Dans la branche en dérivation 7, le premier interrupteur supplémentaire S3 relié à l'inductance L1 du premier ensemble série 5 est passant et le second interrupteur supplémentaire S4 relié à l'inductance L2 du second ensemble série 6 est bloqué. La source d'énergie électrique continue DC est en mode générateur, elle débite de l'énergie électrique à

travers le premier interrupteur supplémentaire S3, l'inductance L1 du premier ensemble série 5, le convertisseur tête bêche à partir du premier convertisseur 2, le second ensemble série 6 et alimente la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 qui fonctionne en récepteur.

Sur la figure 5B, la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 est inutilisée, l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5 est bloqué. L'interrupteur S2 du second ensemble série 6 est passant. Dans la branche en dérivation 7, le premier interrupteur supplémentaire S3 relié à l'inductance L1 du premier ensemble série 5 est passant et le second interrupteur supplémentaire S4 relié à l'inductance L2 du second ensemble série 6 est bloqué. La seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 fonctionne en générateur, elle débite de l'énergie électrique à travers le second ensemble série 6, le convertisseur tête bêche à partir du second convertisseur 3, l'inductance L1 du premier ensemble série 5, le premier interrupteur supplémentaire S3, et recharge la source d'énergie électrique continue DC qui fonctionne en récepteur.

Sur la figure 5C, la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 est inutilisée, l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5 est passant. L'interrupteur S2 du second ensemble série 6 est bloqué. Dans la branche en dérivation 7, le premier interrupteur supplémentaire S3 relié à l'inductance L1 du premier ensemble série 5 est bloqué et le second interrupteur supplémentaire S4 relié à l'inductance L2

du second ensemble série 6 est passant. La première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 fonctionne en générateur, elle débite de l'énergie électrique à travers le premier ensemble série 5, le convertisseur tête bêche à partir du premier convertisseur 2, l'inductance L2 du second ensemble série 6, le second interrupteur supplémentaire S4, et recharge la source d'énergie électrique continue DC qui fonctionne en récepteur.

Sur la figure 5D, la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 est inutilisée, l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5 est passant. L'interrupteur S2 du second ensemble série 6 est bloqué. Dans la branche en dérivation 7, le premier interrupteur supplémentaire S3 relié à l'inductance L1 du premier ensemble série 5 est bloqué et le second interrupteur supplémentaire S4 relié à l'inductance L2 du second ensemble série 6 est passant. La source d'énergie électrique continue DC est en mode générateur, elle débite de l'énergie électrique à travers le second interrupteur supplémentaire S4, l'inductance L2 du second ensemble série 6, le convertisseur tête bêche à partir du second convertisseur 3, le premier ensemble série 5 et alimente la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 qui fonctionne en récepteur.

Il est bien sûr possible d'envisager d'autres modes de fonctionnement de l'installation de conversion d'énergie électrique. Ces modes de fonctionnement ne sont pas représentés pour ne pas multiplier inutilement le nombre de figures. On suppose

que l'installation de conversion d'énergie électrique est similaire à celle représentée aux figures 5.

On peut, par exemple, utiliser une seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 continue, une première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 continue ou alternative. On peut maintenir passant l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5, l'interrupteur S2 du second ensemble série 6, le second interrupteur supplémentaire S4, et bloqué le premier interrupteur supplémentaire S3. La première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 débite dans la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 via le premier convertisseur 2 et le second convertisseur 3. La source d'énergie électrique continue DC débite aussi dans la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2. La source d'énergie électrique continue DC amène un complément d'énergie à la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 que ne peut lui fournir la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1.

A l'inverse, on peut maintenir passant l'interrupteur S1 du premier ensemble série 5, l'interrupteur S2 du second ensemble série 6, le premier interrupteur supplémentaire S3, et bloqué le second interrupteur supplémentaire S4. La seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2 débite dans la première source d'énergie électrique d'extrémité PS2 via le second convertisseur et le premier convertisseur. La source d'énergie électrique continue DC débite aussi dans la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1. La source d'énergie

électrique continue DC amène un complément d'énergie à la première source d'énergie électrique d'extrémité PS1 que ne peut lui fournir la seconde source d'énergie électrique d'extrémité PS2.

5 Avec ces explications, l'homme du métier n'a pas de problème pour faire fonctionner le dispositif de conversion d'énergie électrique de la figure 2 ou l'agencement convertisseur d'énergie électrique à plusieurs dispositifs de conversion
10 d'énergie électrique de la figure 4.

Ainsi, dans la structure la plus simple, un seul convertisseur tête-bêche peut gérer les trois sources d'énergie électrique. C'est un gain important en coût et volume par rapport à l'art antérieur.
15 L'agencement des interrupteurs supplémentaires et ceux des ensembles série permettent d'arriver à ce résultat.

La production d'énergie électrique de manière intermittente ne pose aucun problème dans une installation de conversion d'énergie électrique selon l'invention. Il en est de même avec la production
20 d'énergie photovoltaïque.

L'installation de conversion électrique peut être utilisée avec une source d'énergie électrique faible qui peut être boostée pour satisfaire à une
25 demande en énergie plus importante.

Bien que plusieurs modes de réalisation de la présente invention aient été décrits de façon détaillée, on comprendra que différents changements et modifications puissent être apportés sans sortir du
30 cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de conversion d'énergie électrique comprenant

5 au moins une paire de convertisseurs (2, 3) montés en cascade parmi lesquels un premier convertisseur (2) et un second convertisseur (3) comportant chacun plusieurs cellules de commutation (2.1, 3.1) ayant deux extrémités et une borne milieu, 10 toutes les cellules de commutation (2.1, 3.1) du premier et du second convertisseur étant montées en parallèle par leurs extrémités (B1, C1, B2, C2), les convertisseurs de la paire étant associés à un dispositif de stockage d'énergie électrique (4) monté 15 en parallèle entre les deux convertisseurs (2, 3) de la paire,

 un premier ensemble série (5) avec une inductance (L1) et un interrupteur (S1) relié, du côté de l'inductance (L1) au premier convertisseur (2) et du 20 côté de l'interrupteur (S1) devant être relié à une première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1), l'inductance (L1) étant reliée au premier convertisseur (2) au niveau de la borne milieu (A1) d'une des cellules de commutation du premier convertisseur (2),

25 un second ensemble série (6) avec une inductance (L2) et un interrupteur (S2) relié, du côté de l'inductance (L2) au second convertisseur (3) et du côté de l'interrupteur (S2) devant être relié à une seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2), 30 l'inductance (L2) étant reliée au second convertisseur

(3) au niveau de la borne milieu (A2) d'une des cellules de commutation du second convertisseur (3),
au moins une branche en dérivation (7) comportant un premier interrupteur supplémentaire (S3)
5 relié à l'inductance (L1) du premier ensemble série (5), et un second interrupteur supplémentaire (S4) relié à l'inductance (L2) du second ensemble série (6), les premier et second interrupteurs supplémentaires (S3,S4) étant reliés ensemble en un nœud commun (N), ce
10 nœud commun (N) étant destiné à être relié à une borne d'une source d'énergie électrique continue (DC).

2. Dispositif de conversion d'énergie électrique selon la revendication 1, dans lequel chaque
15 cellule de commutation (2.1, 3.1) comporte deux bras comprenant chacun au moins un interrupteur à semi-conducteur (I2.1, I2.2, I3.1, I3.2) commandé monté avec une diode roue libre (D21, D22, D31, D32) en antiparallèle.

20 3. Dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel une inductance supplémentaire (L3) est reliée d'un côté au nœud commun (N) et de l'autre est destinée
25 à être reliée à la source d'énergie électrique continue (DC).

30 4. Dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la branche en dérivation (7) est reliée, d'un côté, à l'une des extrémités ou à l'autre extrémité de

l'inductance (L1) du premier ensemble série (5) et, de l'autre côté, à l'une des extrémités ou à l'autre extrémité de l'inductance (L2) du second ensemble série (6).

5

5. Dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est monophasé ou multiphasé, lorsqu'il est multiphasé, les convertisseurs (2, 3),
10 les ensembles série (5, 6) et les interrupteurs supplémentaires (S3, S4) étant eux même multiphasés.

6. Dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications précédentes,
15 dans lequel le premier convertisseur (2) et le second convertisseur (3) sont bidirectionnels et forment un convertisseur tête-bêche.

7. Agencement convertisseur d'énergie électrique caractérisé en ce qu'il comporte :
20 plusieurs dispositifs de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications 1 à 6, montés en parallèles devant être connectée entre une même première source d'énergie électrique d'extrémité
25 (PS1) et une même seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2).

8. Installation de conversion d'énergie électrique comportant :
30 un dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'une des revendications 1 à 6,

une première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1) reliée à l'interrupteur (S1) du premier ensemble série (5),

une seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2) reliée à l'interrupteur (S2) du second ensemble série (6),

une source d'énergie électrique continue (DC) reliée à la branche en dérivation (7) ou à chaque branche en dérivation (7, 7'), la première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1) et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2) étant chacune soit une source d'énergie électrique continue soit une source d'énergie électrique alternative.

9. Installation de conversion d'énergie électrique comportant :

un agencement convertisseur d'énergie électrique selon la revendication 7,

une première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1) reliée à l'interrupteur (S1) du premier ensemble série (5),

une seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2) reliée à l'interrupteur (S2) du second ensemble série (6),

une source d'énergie électrique continue (DC) reliée à la branche en dérivation (7) ou à chaque branche en dérivation (7, 7'), la première source d'énergie électrique d'extrémité (PS1) et la seconde source d'énergie électrique d'extrémité (PS2) étant chacune soit une source d'énergie électrique continue soit une source d'énergie électrique alternative.

10. Installation de conversion d'énergie
électrique selon l'une des revendications 8 ou 9, dans
laquelle chaque source d'énergie électrique continue
5 (DC, DC') est choisie parmi une ou plusieurs batteries
d'accumulateur, un ou plusieurs super condensateurs, un
ou plusieurs bancs de condensateurs, une source de
tension, une source photovoltaïque, une pile à
combustible.

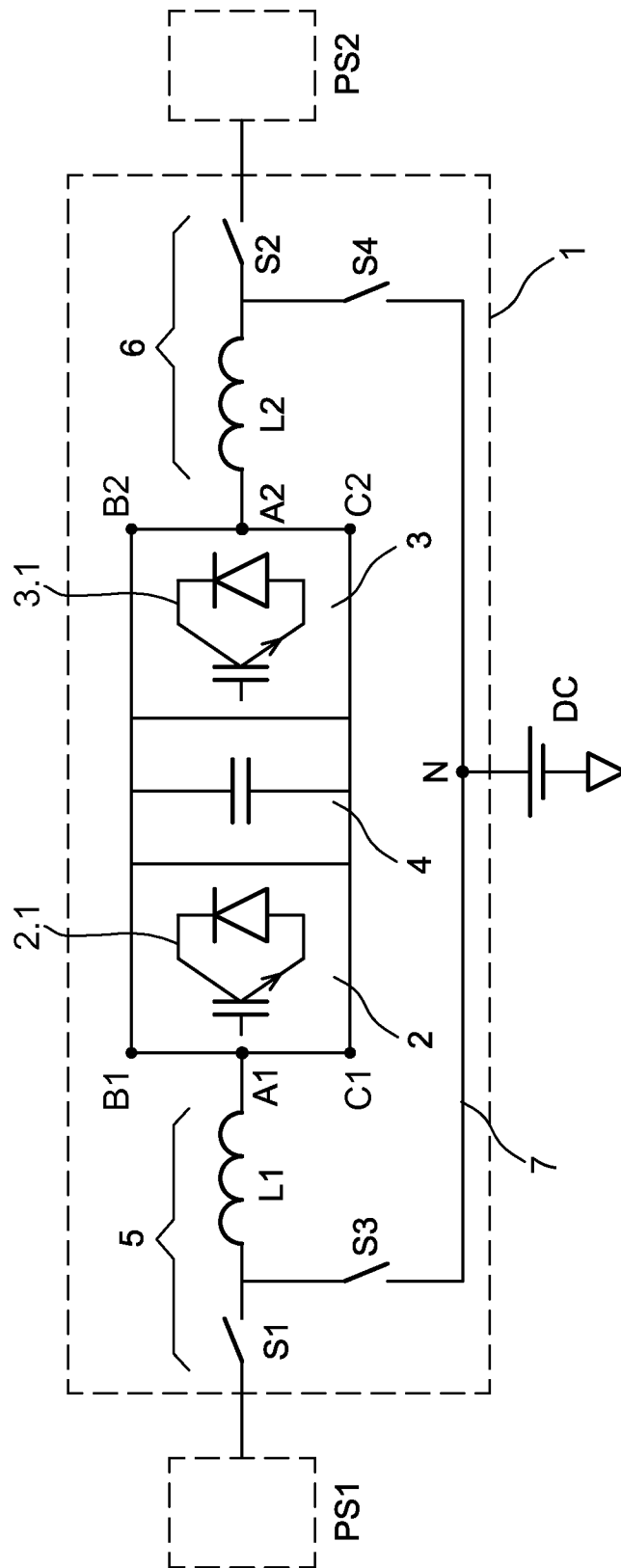


Fig. 1

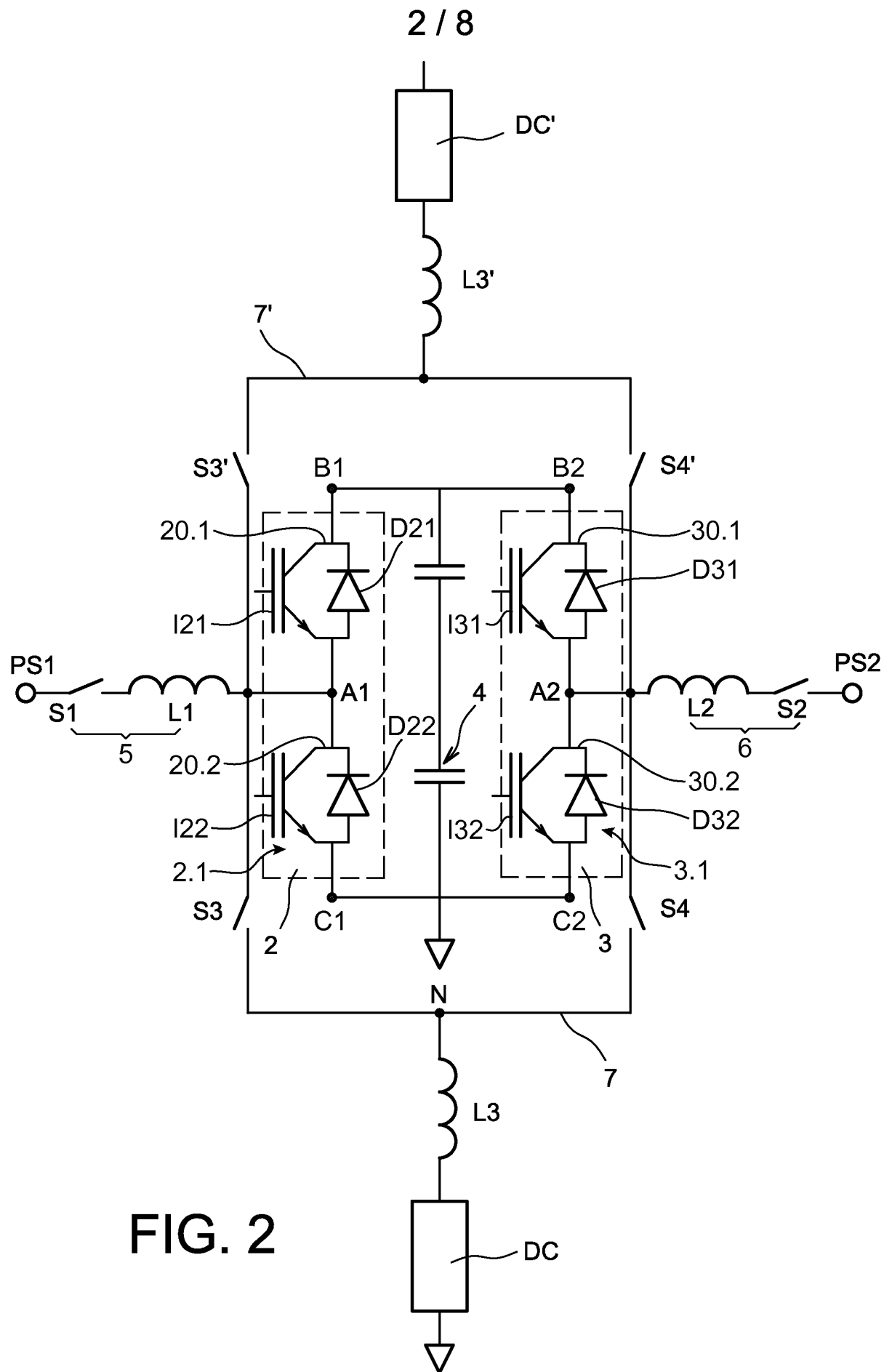


FIG. 2

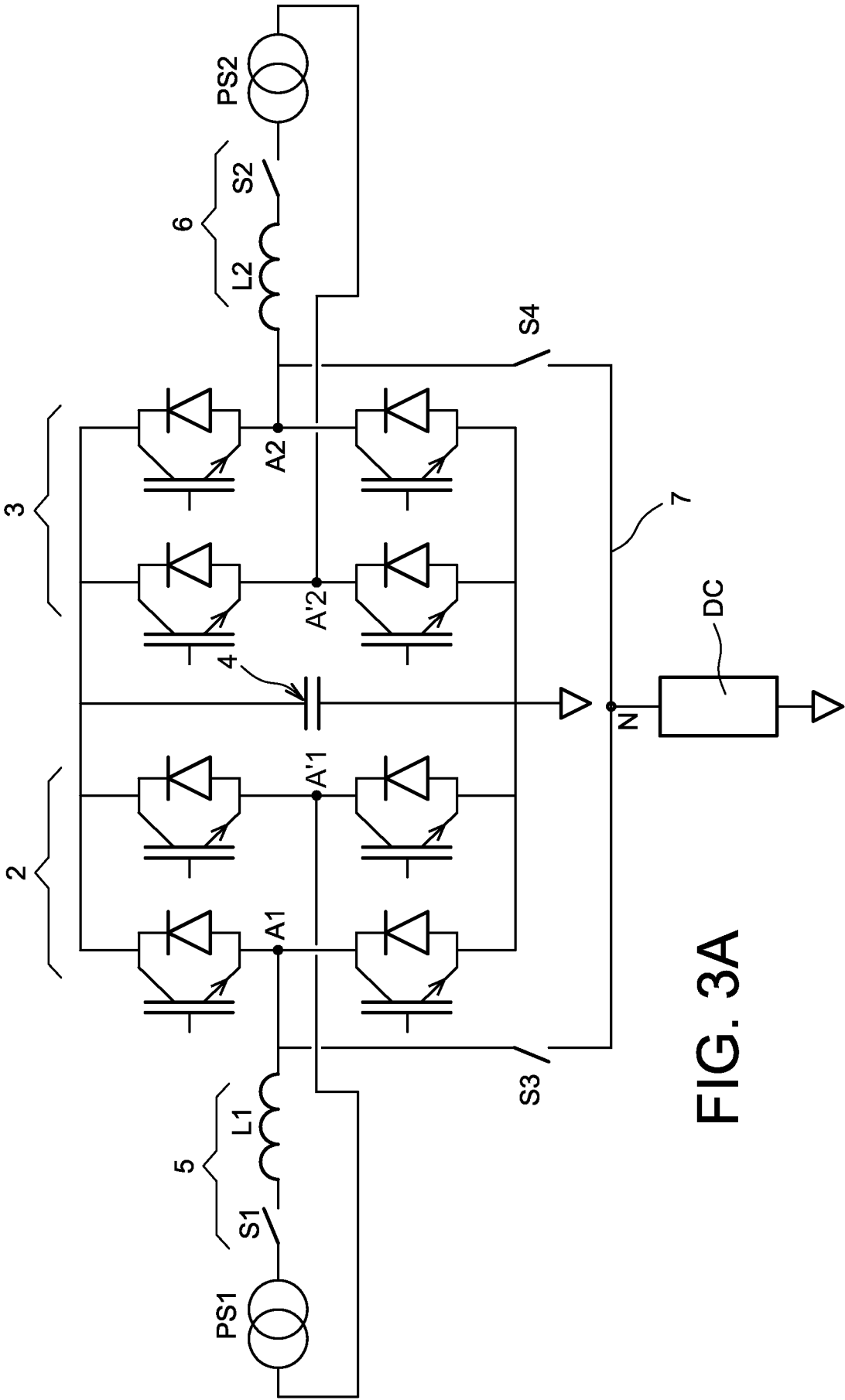


FIG. 3A

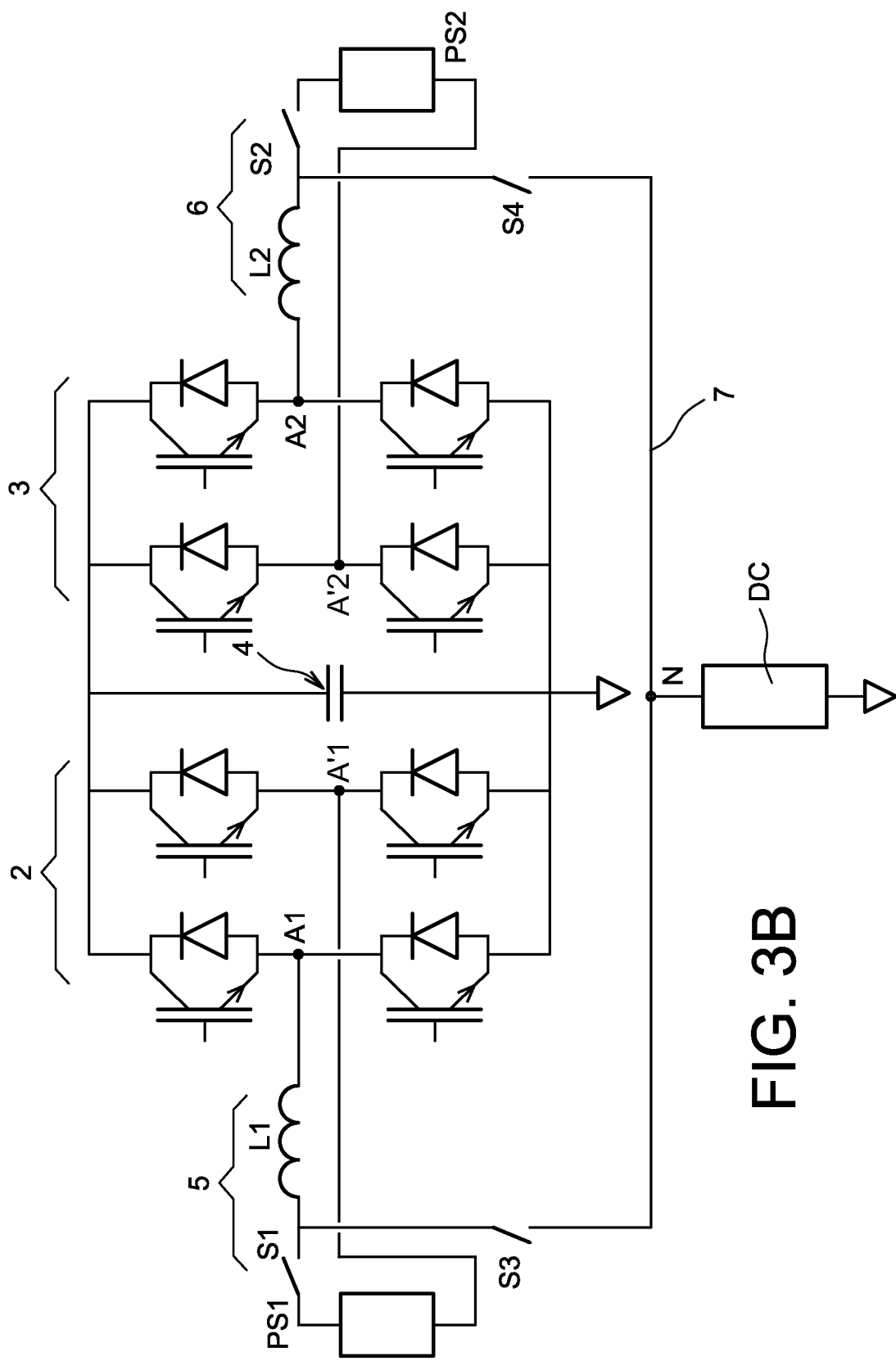


FIG. 3B

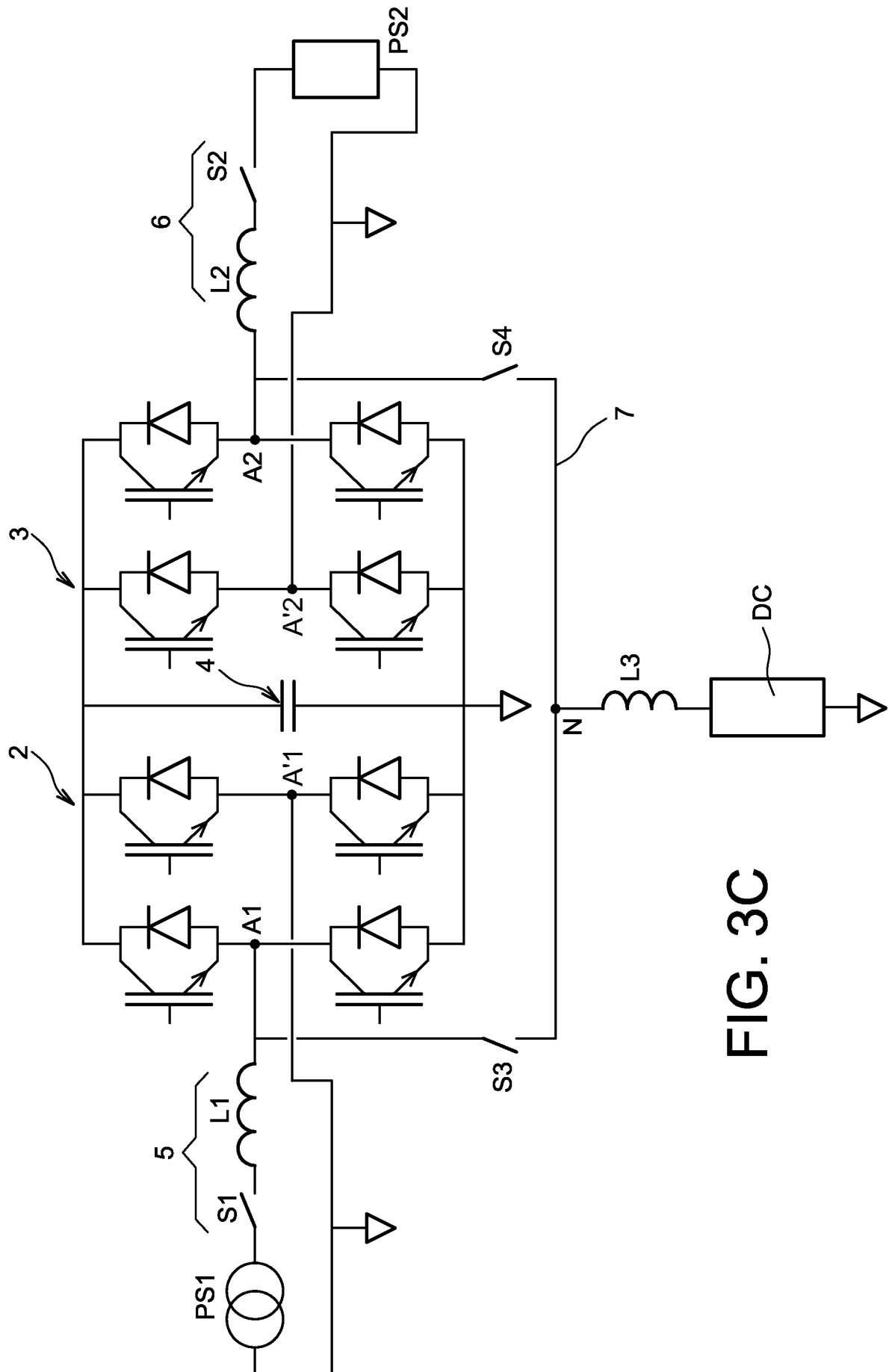


FIG. 3C

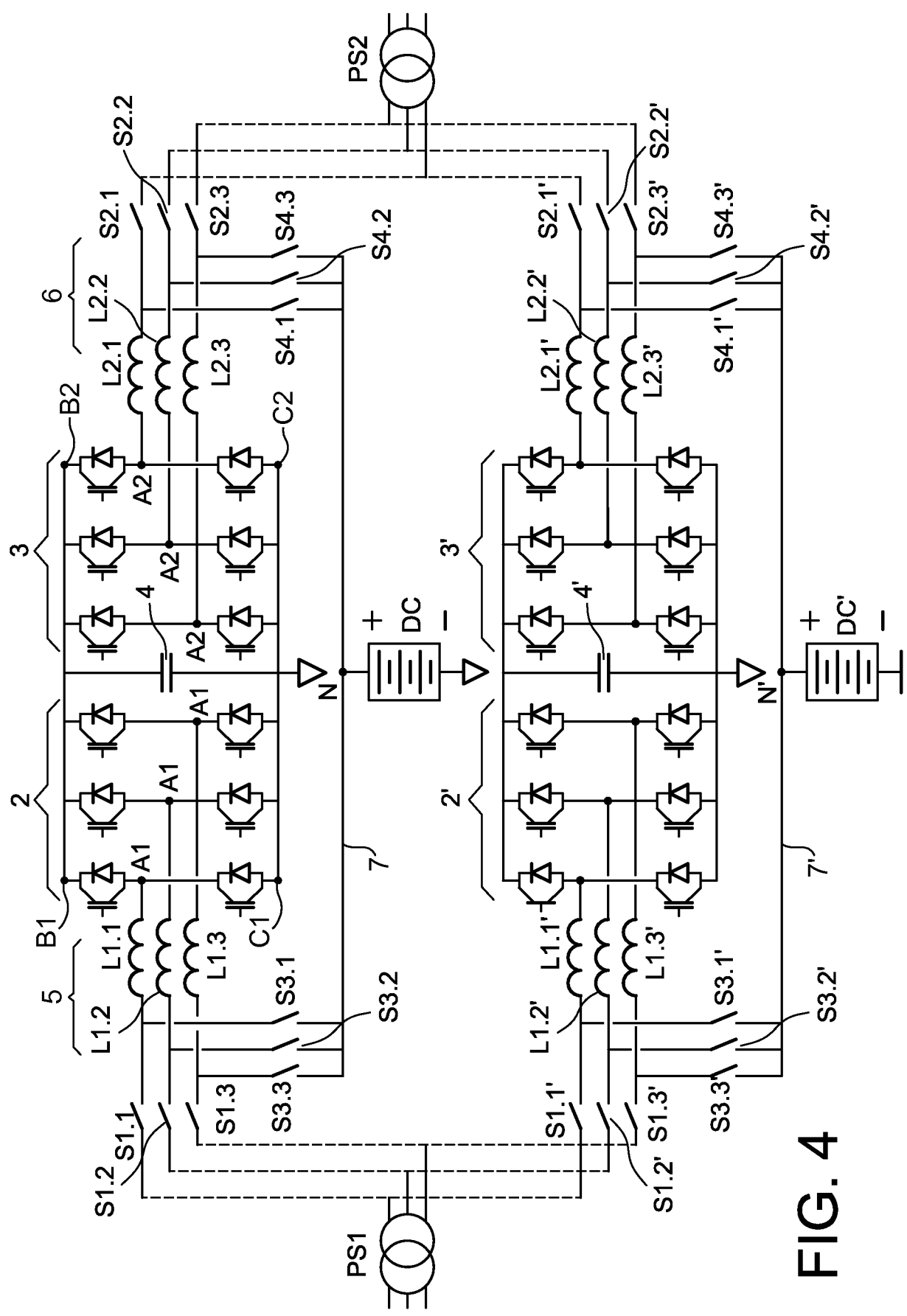


FIG. 4

7 / 8

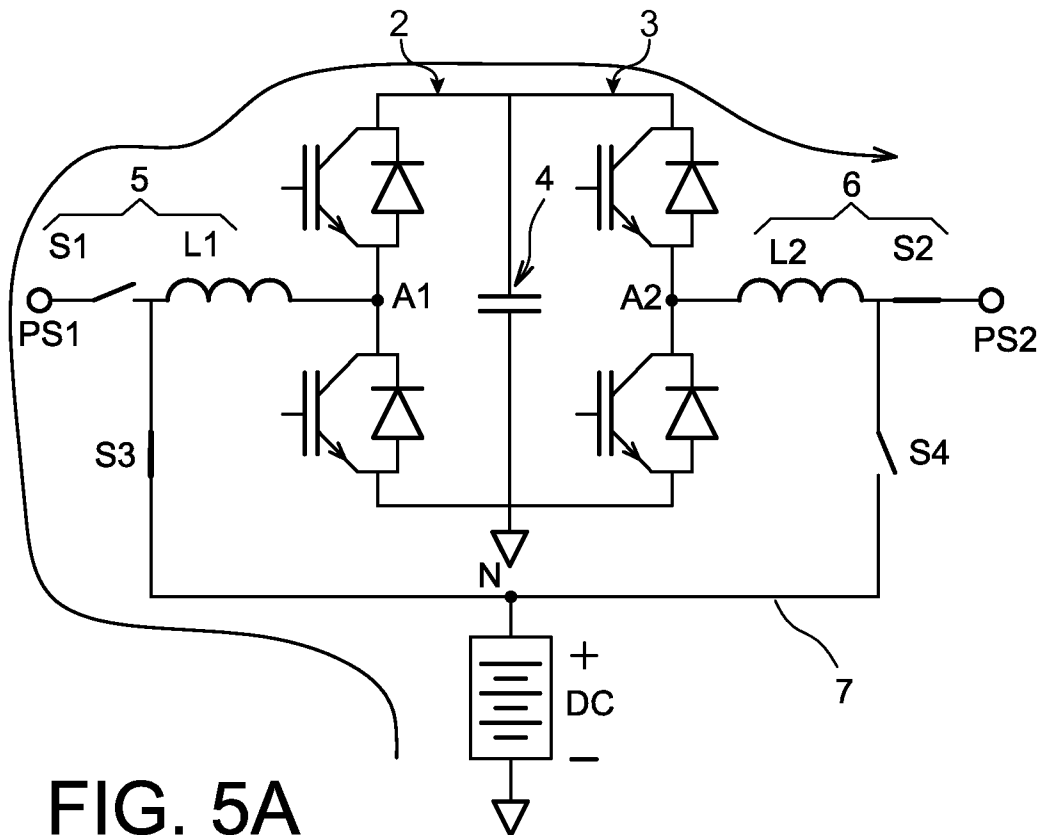


FIG. 5A

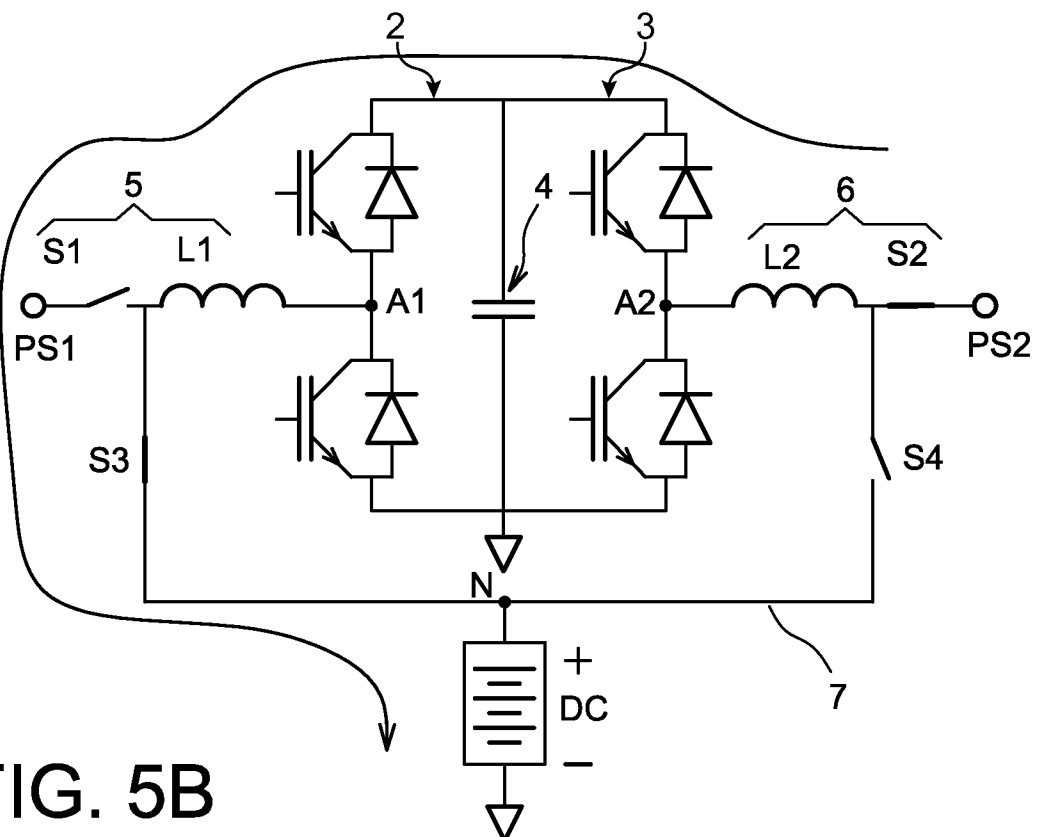
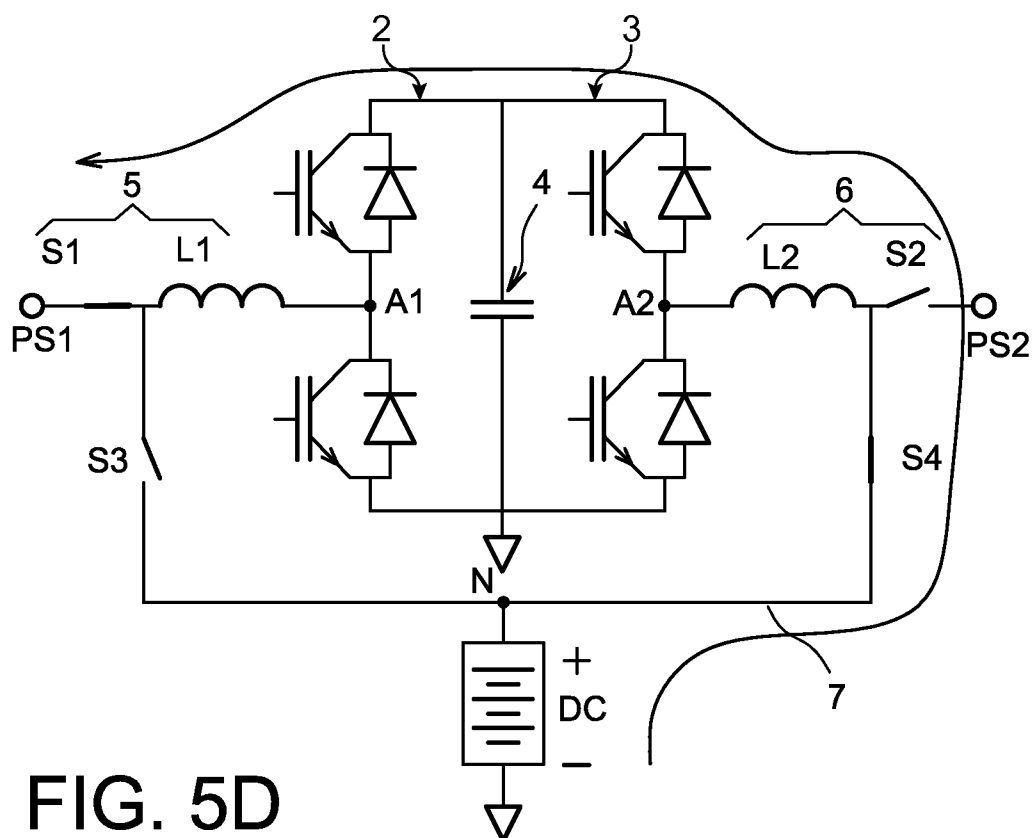
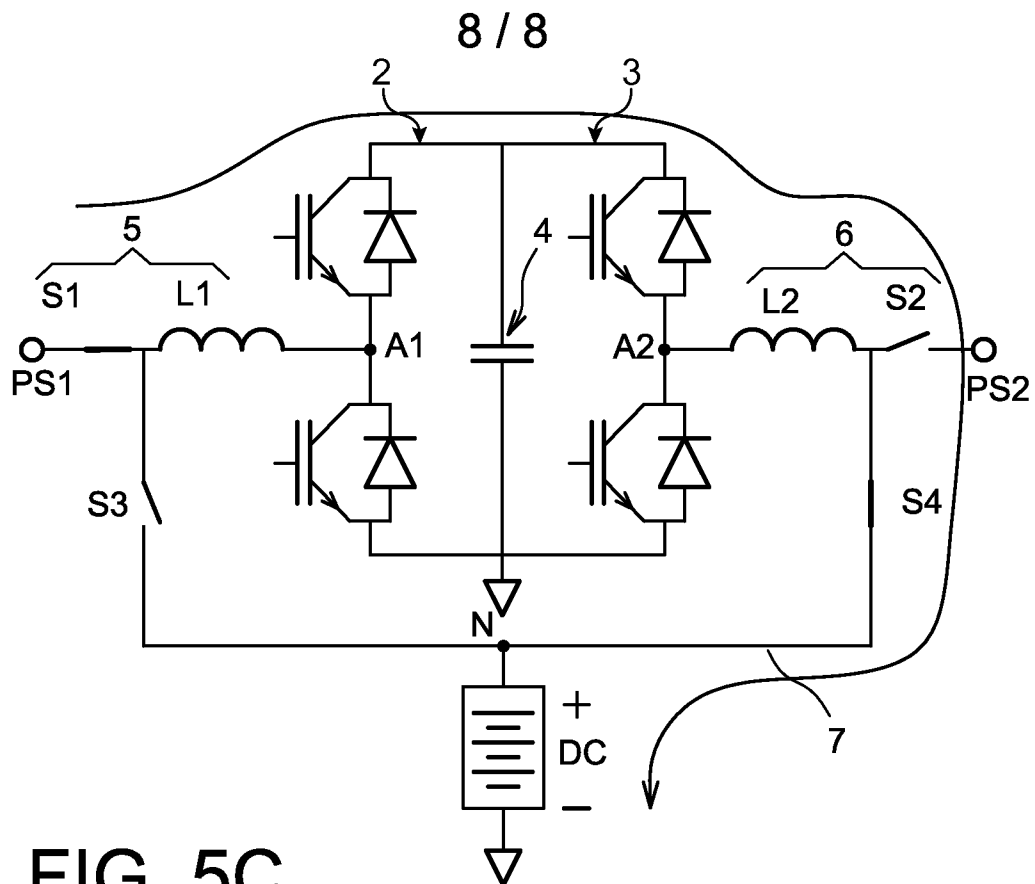


FIG. 5B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/063675

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02M1/10

ADD.

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)

H02M

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	WO 2004/112231 A2 (RWE PILLER GMBH [DE]; BRIEST RALF [DE]) 23 December 2004 (2004-12-23) figure 3 -----	1-10



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

4 November 2014

Date of mailing of the international search report

12/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Taccoen, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/063675

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004112231 A2	23-12-2004	EP 1639691 A2 WO 2004112231 A2	29-03-2006 23-12-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2014/063675

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02M1/10
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)
H02M

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	WO 2004/112231 A2 (RWE PILLER GMBH [DE]; BRIEST RALF [DE]) 23 décembre 2004 (2004-12-23) figure 3 -----	1-10



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

4 novembre 2014

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/11/2014

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Taccoen, J

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/EP2014/063675

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (avril 2005)