

TITRE

CONVERTISSEUR DE TENSION, SYSTÈME ÉLECTRIQUE COMPORTANT UN TEL
 CONVERTISSEUR DE TENSION ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL
 CONVERTISSEUR DE TENSION

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un convertisseur de tension, un système électrique comportant un tel convertisseur de tension et un procédé de fabrication d'un tel convertisseur de tension.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

- 10 Il est connu d'utiliser un convertisseur de tension du type comportant :
- un premier dissipateur de chaleur,
 - au moins un interrupteur commandable présentant une face de dissipation de chaleur en contact thermique avec le premier dissipateur de chaleur,
 - 15 - au moins un condensateur.

Dans ce convertisseur de tension connu une face de dissipation de chaleur de chaque condensateur est également en contact thermique avec le premier dissipateur de chaleur.

- 20 L'invention a pour but de proposer un convertisseur de tension avec une fiabilité améliorée.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

À cet effet, il est proposé un convertisseur de tension du type précité, caractérisé en ce que le convertisseur de tension comporte en outre un deuxième dissipateur de chaleur et en ce qu'une face de dissipation de chaleur

de chaque condensateur est en contact thermique avec le deuxième dissipateur de chaleur.

En effet, les inventeurs ont remarqué que les interrupteurs commandables supportaient généralement une température plus élevée que les condensateurs, de sorte qu'un dissipateur de chaleur adapté pour les interrupteurs commandables ne l'étaient pas forcément pour les condensateurs, ce qui conduisait à une détérioration de ces derniers et donc à une fiabilité réduite du convertisseur de tension.

Grâce à l'invention, les condensateurs sont refroidis par un deuxième dissipateur de chaleur, de sorte que si le premier dissipateur de chaleur se trouve à une température trop élevée pour les condensateurs, ces derniers ne sont pas impactés.

De façon optionnelle, le convertisseur de tension comporte un élément conducteur thermique intercalé entre la face de dissipation de chaleur de chaque condensateur et le deuxième dissipateur de chaleur.

De façon optionnelle également, le convertisseur de tension comporte en outre, pour chaque condensateur, un isolant thermique intercalé entre le premier dissipateur de chaleur et le condensateur.

De façon optionnelle également, le convertisseur de tension présente une entrée d'air et une sortie d'air agencées de sorte qu'une aspiration d'air par la sortie d'air crée un flux d'air depuis l'entrée d'air jusqu'à la sortie d'air passant au contact du deuxième dissipateur de chaleur.

De façon optionnelle également, le convertisseur de tension comporte :

- des première et deuxième barres omnibus,
- au moins un module de puissance comportant :
 - au moins une paire de premier et deuxième interrupteurs commandables, chaque interrupteur commandable présentant deux bornes principales et une borne de commande destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable entre ses deux bornes principales, la première borne principale du premier interrupteur commandable étant connectée à la première

barre omnibus et la deuxième borne principale du deuxième interrupteur commandable étant connectée à la deuxième barre omnibus,

5 - pour chaque paire d'interrupteurs commandables, une troisième barre omnibus, la deuxième borne principale du premier interrupteur commandable et la première borne principale du deuxième interrupteur commandable étant connectées à la troisième barre omnibus,

10 - pour chaque module de puissance, un condensateur présentant des première et deuxième bornes connectées respectivement aux première et deuxième barres omnibus, ayant une valeur d'au moins 500 micro Farad, de préférence d'au moins 560 micro Farad, et étant situé suffisamment proche des interrupteurs commandables pour que les barres omnibus définissent, pour chaque paire
15 d'interrupteurs commandables, un chemin de conduction partant de la première borne du condensateur, passant successivement par chacun de ces deux interrupteurs commandables et se terminant à la deuxième borne du condensateur, ce chemin de conduction présentant une inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence
20 d'au plus 30 nano Henry.

De façon optionnelle également, le deuxième dissipateur de chaleur comporte une plaque et des ailettes se projetant depuis la plaque.

De façon optionnelle également, le deuxième dissipateur de chaleur s'étend au-dessus du premier dissipateur de chaleur.

25 De façon optionnelle également, la plaque du deuxième dissipateur de chaleur présente une face inférieure, les ailettes se projetant vers le bas depuis la face inférieure.

De façon optionnelle également, le premier dissipateur de chaleur comporte une plaque présentant une face inférieure et des ailettes se projetant vers le bas
30 depuis la face inférieure de la plaque.

Il est également proposé un système électrique comportant :

- une machine électrique,
- un convertisseur de tension selon l'invention, connecté à la machine électrique (130).

5 De façon optionnelle, la machine électrique s'étend en dessous du premier dissipateur de chaleur.

De façon optionnelle également, la sortie d'air du convertisseur de tension est ménagée au travers du premier dissipateur de chaleur et la machine électrique présente une entrée d'air supérieure et comporte un ventilateur
10 conçu pour aspirer de l'air par l'entrée d'air supérieure de manière à créer une aspiration d'air par la sortie d'air du convertisseur de tension.

De façon optionnelle également, la machine électrique est située à distance du premier dissipateur de chaleur du convertisseur de tension de manière à définir une deuxième entrée d'air entre le premier dissipateur de
15 chaleur du convertisseur de tension et la machine électrique et le ventilateur de la machine électrique est conçu pour aspirer de l'air par l'entrée d'air supérieure de la machine électrique de manière à créer un deuxième flux d'air depuis la deuxième entrée d'air jusqu'à l'entrée d'air supérieure de la machine électrique, le deuxième flux d'air passant au contact du premier dissipateur de
20 chaleur.

Il est également proposé un procédé de fabrication d'un convertisseur de tension selon l'invention, comportant :

- pour chaque module de puissance, la détermination d'une position du condensateur associé suffisamment proche des interrupteurs
25 commandables pour que les barres omnibus définissent, pour chaque paire d'interrupteurs commandables, un chemin de conduction partant de la première borne du condensateur, passant successivement par chacun de ces deux interrupteurs commandables et se terminant à la deuxième borne du condensateur présentant une
30 inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence d'au plus 30 nano Henry,

- la fabrication du convertisseur de tension en plaçant, pour chaque module de puissance, le condensateur associé à la position déterminée.

DESCRIPTION DES FIGURES

5 La figure 1 est un schéma électrique d'un système électrique comportant un convertisseur de tension mettant en œuvre l'invention.

La figure 2 est une vue en trois dimensions d'un condensateur utilisé dans le convertisseur de tension.

La figure 3 est une vue en coupe simplifiée du convertisseur de tension et
10 d'une machine électrique connectée au convertisseur de tension.

La figure 4 est une vue en coupe du convertisseur de tension.

La figure 5 est une vue similaire celle de la figure 3, avec des flux d'air illustrés.

La figure 6 est une vue en trois dimensions d'un module de puissance du
15 convertisseur de tension.

La figure 7 est une vue similaire à celle de la figure 6, avec le condensateur enlevé et avec un chemin de conduction entre les bornes du condensateur illustré.

La figure 8 est une vue en trois dimensions d'un dissipateur de chaleur
20 bas, des condensateurs et des modules de puissance du convertisseur de tension.

La figure 9 est un schéma-blocs illustrant des étapes d'un procédé de fabrication du convertisseur de tension.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

25 En référence à la figure 1, un système électrique 100 mettant en œuvre l'invention va à présent être décrit.

Le système électrique 100 est par exemple destiné à être implanté dans un véhicule automobile.

Le système électrique 100 comporte tout d'abord une source d'alimentation électrique 102 conçue pour délivrer une tension continue U, par exemple comprise entre 20 V et 100 V, par exemple 48 V. La source d'alimentation électrique 102 comporte par exemple une batterie.

5 Le système électrique 100 comporte en outre une machine électrique 130 comportant plusieurs phases (non représentées) destinées à présenter des tensions de phase respectives.

Le système électrique 100 comporte en outre un convertisseur de tension 104 connecté entre la source d'alimentation électrique 102 et la
10 machine électrique 130 pour effectuer une conversion entre la tension continue U et les tensions de phase.

Le convertisseur de tension 104 comporte tout d'abord une barre omnibus positive 106 et une barre omnibus négative 108 destinées à être connectées à la source d'alimentation électrique 102 pour recevoir la tension
15 continue U, la barre omnibus positive 106 recevant un potentiel électrique haut et la barre omnibus négative 108 recevant un potentiel électrique bas.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre au moins un module de puissance 110 comportant une ou plusieurs barres omnibus de phase 122 destinées être respectivement connectées à une ou plusieurs phases de la
20 machine électrique 130, pour fournir leurs tensions de phase respectives.

Dans l'exemple décrit, le convertisseur de tension 104 comporte trois modules de puissance 110 comportant chacun deux barres omnibus de phase 122 connectées à deux phases de la machine électrique 130.

Plus précisément, dans l'exemple décrit, la machine électrique 130
25 comporte deux systèmes triphasés comportant chacun trois phases, et destinés à être électriquement déphasés de 120° l'un par rapport à l'autre. De préférence, les premières barres omnibus de phase 122 des modules de puissance 110 sont respectivement connectées aux trois phases du premier système triphasé, tandis que les deuxièmes barres omnibus de phase 122 des
30 modules de puissance 110 sont respectivement connectées aux trois phases du deuxième système triphasé.

Chaque module de puissance 110 comporte, pour chaque barre omnibus de phase 122, un interrupteur de côté haut 112 connecté entre la barre omnibus positive 106 et la barre omnibus de phase 122 et un interrupteur de côté bas 114 connecté entre la barre omnibus de phase 122 et la barre omnibus négative 108. Ainsi, les interrupteurs 112, 114 sont agencés de manière à former un bras de hachage, dans lequel la barre omnibus de phase 122 forme un point milieu.

Chaque interrupteur 112, 114 comporte des première et deuxième bornes principales 116, 118 et une borne de commande 120 destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur 112, 114 entre ses deux bornes principales 116, 118 en fonction d'un signal de commande qui lui est appliqué. Les interrupteurs 112, 114 sont de préférence des transistors, par exemple des transistors à effet de champ à structure métal-oxyde-semiconducteur (de l'anglais « Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor » ou MOSFET) présentant une grille formant la borne de commande 120, et un drain et une source formant respectivement les bornes principales 116, 118.

Dans l'exemple décrit, les interrupteurs 112, 114 ont chacun la forme d'une plaque, par exemple sensiblement rectangulaire, présentant une face supérieure et une face inférieure. La première borne principale 116 s'étend sur la face inférieure, tandis que la deuxième borne principale 118 s'étend sur la face supérieure. En outre, la face inférieure forme une face de dissipation de chaleur.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre, pour chaque module de puissance 110, un condensateur 124 présentant une borne positive 126 et une borne négative 128 respectivement connectées à la barre omnibus positive 106 et à la barre omnibus négative 108.

Il sera apprécié que la barre omnibus positive 106, la barre omnibus négative 108 et les barres omnibus de phase 122 sont des éléments rigides conçus pour supporter des courants électriques d'au moins 1 A. Elles présentent de préférence une épaisseur d'au moins 1 mm.

En outre, dans l'exemple décrit, la machine électrique 130 a à la fois une fonction d'alternateur et de moteur électrique. Plus précisément, le véhicule

automobile comporte en outre un moteur thermique (non représenté) présentant un axe de sortie auquel la machine électrique 130 est reliée par une courroie (non représentée). Le moteur thermique est destiné à entraîner des roues du véhicule automobile par l'intermédiaire de son axe de sortie. Ainsi, en

5 fonctionnement comme alternateur, la machine électrique fournit de l'énergie électrique en direction de la source d'alimentation électrique 102 à partir de la rotation de l'axe de sortie. Le convertisseur de tension 104 fonctionne alors comme redresseur. En fonctionnement comme moteur électrique, la machine électrique entraîne l'arbre de sortie (en complément ou bien à la place du

10 moteur thermique). Le convertisseur de tension 104 fonctionne alors comme onduleur.

La machine électrique 130 est par exemple localisée dans une boîte de vitesses ou bien dans un embrayage du véhicule automobile ou bien en lieu et place de l'alternateur.

15 En référence à la figure 2, chaque condensateur 124 est de grande taille. Par exemple, sa plus grande dimension fait au moins 15 mm. Généralement, cette plus grande dimension fait au moins 30 mm. Par exemple, chaque condensateur 124 est de forme générale cylindrique, avec un rayon compris entre 5 et 15 mm et une hauteur comprise entre 18 mm et 40 mm, de

20 préférence entre 20 mm et 35 mm. Chaque condensateur 124 présente en outre une valeur d'au moins 500 micro Farad, de préférence d'au moins 560 micro Farad. Chaque condensateur 124 est par exemple un condensateur chimique.

Par ailleurs, chaque condensateur 124 présente une face inférieure 202 circulaire où sont situées une broche centrale formant sa première borne 126 et

25 deux broches périphériques formant sa deuxième borne 128.

Chaque condensateur 124 présente en outre une face de dissipation de chaleur 204, s'étendant dans l'exemple décrit sur une face supérieure circulaire du condensateur 124.

De préférence, au moins 50%, par exemple au moins 75 %, de la chaleur

30 dissipée, en fonctionnement, par le condensateur 124 est dissipée par la face de dissipation de chaleur 204, tandis que la face de dissipation de chaleur 204

s'étend sur au plus 15 %, par exemple au plus 10%, de la surface totale de ce condensateur 124.

Dans la suite de la description, la structure et la disposition des éléments du convertisseur de tension 104 et de la machine électrique 130 vont être
5 décrits plus en détails, en référence à une direction verticale H-B arbitraire, la lettre « H » représentant le haut et la lettre « B » représentant le bas.

En référence à la figure 3, le convertisseur de tension 104 comporte tout d'abord un dissipateur de chaleur bas 302 comportant une plaque basse 304
10 s'étendant sensiblement horizontalement et présentant une face supérieure 306 où sont situés les interrupteurs commandables 112, 114. La face de dissipation de chaleur de chacun d'eux est en contact thermique avec la face supérieure 306 de la plaque basse 304, dans l'exemple par l'intermédiaire de l'une des barres omnibus 106, 108, 122.

En outre, la plaque basse 304 est munie d'une sortie d'air 308 et
15 d'ouvertures de réception 310 des condensateurs 124, ces ouvertures de réception 310 étant disposées autour de la sortie d'air 308. Les condensateurs 124 sont orientés verticalement avec leur face inférieure 202 dirigée vers le bas, les bornes 126, 128 s'étendant sous la plaque basse 304, et leur face de dissipation de chaleur 204 dirigée vers le haut.

20 Le dissipateur de chaleur bas 302 comporte en outre des ailettes basses 312 s'étendant sur une face inférieure 314 de la plaque basse 304.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre un dissipateur de chaleur haut 316 s'étendant au-dessus du dissipateur de chaleur bas 302, à distance de ce dernier.

25 Le dissipateur de chaleur haut 316 comporte une plaque haute 318 sensiblement horizontale s'étendant au-dessus de la plaque basse 304 du dissipateur de chaleur bas 302.

La plaque haute 318 présente une face supérieure 320 au contact de l'air ambiant.

Le dissipateur de chaleur haut 316 comporte en outre des ailettes hautes 322 se projetant vers le bas depuis une face inférieure 324 de la plaque haute 318.

5 La plaque 318 comporte en outre des bossages 326 dirigés vers le bas avec lesquelles les faces de dissipation de chaleur 204 des condensateurs 124 sont respectivement en contact thermique. Dans, l'exemple décrit, un élément conducteur thermique 328 est intercalé entre la face de dissipation de chaleur 204 et le bossage 326. L'élément conducteur thermique est par exemple de la colle thermique.

10 Le convertisseur de tension 104 comporte en outre une carte de circuit imprimé 336 comporte des composants électriques agencés pour contrôler les interrupteurs commandables 112, 114.

Le convertisseur de tension 104 comporte en outre un boîtier 330 de réception de la carte de circuit imprimé 336 s'étendant entre le dissipateur de
15 chaleur bas 302 et le dissipateur de chaleur haut 316.

Le boîtier 330 comporte une plaque intermédiaire 332 sensiblement horizontale, située entre la plaque 304 du dissipateur de chaleur bas 302 et la plaque 318 du dissipateur de chaleur haut 316. La carte de circuit imprimé 336 s'étend sur une face supérieure 338 de la plaque intermédiaire 332.

20 La plaque intermédiaire 332 est munie d'ouvertures de passage 334 respectivement des condensateurs 124.

Le dissipateur de chaleur haut 316 et le boîtier 330 délimitent entre eux une entrée d'air latérale haute 340, donnant sur les ailettes hautes 322.

Par ailleurs, la machine électrique 130 s'étend en-dessous du dissipateur
25 de chaleur bas 302, à distance de ce dernier de manière à définir un passage d'air présentant une entrée d'air latérale basse 342 donnant sur les ailettes basses 312.

La machine électrique 130 présente une entrée d'air supérieure 344 et une sortie d'air latérale 346 et comporte un ventilateur 348 actionné par un
30 rotor (non représenté) de la machine électrique 130 et agencé pour aspirer de l'air par l'entrée d'air supérieure 344.

En référence à la figure 4, le convertisseur de tension 104 comporte en outre, pour chaque condensateur 124, un logement 402, par exemple en matière plastique, entourant ce condensateur 124 et formant un isolant thermique.

En particulier, le logement 402 s'étend dans l'ouverture de réception 310
 5 du condensateur 124 ménagée dans la plaque basse 304 de manière à s'intercaler entre le dissipateur de chaleur bas 302 et le condensateur 124. Ainsi, le condensateur 124 est isolé thermiquement du dissipateur de chaleur bas 302. En outre, le logement 402 s'élève jusqu'au dissipateur de chaleur haut 316 en passant dans l'ouverture de passage 334 ménagée dans la plaque
 10 intermédiaire 332. Dans l'exemple décrit, le logement 402 s'élève jusqu'au bossage 326 associé au condensateur 124, et est fixé de manière étanche à ce bossage 326 par de la colle 404. En outre, une partie inférieure du logement 402 s'étend sous la face inférieure 202 du condensateur 124. Ainsi, le condensateur 124 est isolé thermiquement de son environnement, sauf au niveau de sa face de
 15 dissipation de chaleur 204 qui est en contact thermique avec le dissipateur de chaleur haut 316. En outre, dans l'exemple décrit, les bornes 126, 128 du condensateur 124 et les portions des barres omnibus 106, 108 situées au niveau des bornes 126, 128 sont noyées dans la partie inférieure du logement 402.

En référence à la figure 5, le refroidissement du convertisseur de tension
 20 104 va à présent être décrit.

En fonctionnement, le ventilateur 348 de la machine électrique 130 aspire de l'air par l'entrée d'air supérieure 344 de la machine électrique 130 et le rejette par la sortie d'air latérale 346 de la machine électrique 130.

Cette aspiration d'air crée un premier flux d'air 502 depuis l'entrée d'air
 25 latérale haute 340 jusqu'à la sortie d'air 308 passant au contact du dissipateur de chaleur haut 316, et plus précisément des ailettes hautes 322. Ce premier flux d'air 502 évacue ainsi la chaleur du dissipateur de chaleur haut 316 et refroidit de ce fait les condensateurs 124 qui sont en contact thermique avec le dissipateur de chaleur haut 316.

30 Par ailleurs, l'aspiration d'air par le ventilateur 348 crée un deuxième flux d'air 504 depuis l'entrée d'air latérale basse 342 jusqu'à l'entrée d'air

supérieure 344 de la machine électrique 130, passant au contact du dissipateur de chaleur bas 302, et plus précisément des ailettes basses 312. Ce deuxième flux d'air 504 évacue ainsi la chaleur du dissipateur de chaleur bas 302 et refroidit de ce fait les interrupteurs commandables 112, 114 qui sont en contact
5 thermique avec le dissipateur de chaleur bas 302.

L'air entourant le convertisseur de tension 104 est à une température ambiante valant généralement autour de 120° C.

Or, l'air sortant de la machine thermique 130 par sa sortie d'air latérale 346 est chauffée par le stator de la machine thermique 130, de sorte que l'air au
10 niveau de cette sortie d'air latérale 346 est à une température dite chaude, quelques degrés plus élevée que la température ambiante, par exemple elle vaut 125° C.

L'entrée d'air latérale basse 342 étant située juste au-dessus de la sortie d'air latérale de la machine thermique 130, le deuxième flux d'air 504 fait entrer
15 dans le convertisseur de tension 104 de l'air à la température chaude. Cela ne pose pas de problème pour le refroidissement des interrupteurs commandables 112, 114 car ces derniers supportent des températures élevées.

Les condensateurs 124 de leur côté supportent une température plus basse, qui risquerait d'être dépassée s'ils étaient refroidis par le dissipateur de
20 chaleur bas 302, qui est refroidi par le deuxième flux d'air 504 utilisant de l'air à température chaude. En outre, les condensateurs 124 étant disposés, comme cela sera expliqué plus en détail lors de la description des figures 6 à 8, très proches des interrupteurs 112, 114, la chaleur émise par ces interrupteurs 112, 114 dans le dissipateur de chaleur bas 302 rendrait encore plus difficile
25 l'utilisation du dissipateur de chaleur bas 302 pour refroidir les condensateurs 124.

C'est pour cela que l'utilisation du dissipateur de chaleur haut 316 permet de refroidir les condensateurs 124. En outre, dans l'exemple décrit, le fait que l'entrée d'air latérale haute 340 soit située plus haute que l'entrée d'air
30 latérale basse 342 permet d'éviter de refroidir le dissipateur de chaleur haut

316 à partir de l'air rejeté par la sortie d'air latérale 346 de la machine électrique 130.

En référence à la figure 6, dans l'exemple décrit, les barres omnibus 106, 108, 122 comportent respectivement des portions planes 6202, 6204, 6206
5 horizontales et coplanaires, et s'étendant les unes à côté des autres, sur la plaque basse 304 du dissipateur de chaleur bas 302.

Par ailleurs, dans l'exemple décrit, le première borne principale 116 de chaque interrupteur commandable 112, 114 s'étend sur au moins une partie de sa face inférieure, tandis que sa deuxième borne principale 118 s'étend sur au
10 moins une partie de sa face supérieure.

Pour chaque paire d'interrupteurs commandables 112, 114, la face inférieure du premier interrupteur 112 est plaquée contre l'une parmi la portion plane 6202 de la première barre omnibus 106 et la portion plane 6206 de la troisième barre omnibus 122, de manière à connecter sa première borne
15 principale 116 à la première barre omnibus 106 ou à la troisième barre omnibus 122. Dans l'exemple décrit, la face inférieure du premier interrupteur commandable 112 est plaquée contre la portion plane 6202 de la première barre omnibus 106. En outre, la face supérieure du premier interrupteur 112 est connectée via au moins une languette conductrice 6208 à l'autre parmi la
20 portion plane 6202 de la première barre omnibus 106 et la portion plane 6206 de la troisième barre omnibus 122, de manière à connecter sa deuxième borne principale 116 à la première barre omnibus 106 ou à la troisième barre omnibus 122. Dans l'exemple décrit, la face supérieure du premier interrupteur 112 est connectée via trois languettes conductrices 6208 à la portion plane
25 6206 de la troisième barre omnibus 122.

Par ailleurs, pour chaque paire d'interrupteurs commandables 112, 114, la face inférieure du deuxième interrupteur commandable 114 est plaquée contre l'une parmi la portion plane 6204 de la deuxième barre omnibus 108 et la portion plane 6206 de la troisième barre omnibus 122, de manière à
30 connecter sa première borne principale 116 à la deuxième barre omnibus 108 ou à la troisième barre omnibus 122. Dans l'exemple décrit, la face inférieure du

deuxième interrupteur 114 est plaquée contre la portion plane 6206 de la troisième barre omnibus 122. En outre, la face supérieure du deuxième interrupteur 114 est connectée via au moins une languette conductrice 6210 à l'autre parmi la portion plane 6204 de la deuxième barre omnibus 108 et la
 5 portion plane 6206 de la troisième barre omnibus 122, de manière à connecter sa deuxième borne principale 118 à la deuxième barre omnibus 108 ou à la troisième barre omnibus 122. Dans l'exemple décrit, la face supérieure du deuxième interrupteur 114 est connectée via trois languettes conductrices 6210 à la portion plane 6204 de la deuxième barre omnibus 108.

10 Ainsi, du fait de la disposition des barres omnibus 106, 108, 122 qui s'étendent les unes à côté des autres au lieu d'être empilées, il est possible de limiter l'encombrement vertical du module de puissance 110.

Par ailleurs, les bornes de commande 120 des interrupteurs commandables 112, 114 s'étendent dans l'exemple décrit sur leur face
 15 supérieure et sont connectées à des broches de commande 6212 connectées aux composants électrique du circuit imprimé 336.

En référence à la figure 7, pour chaque module de puissance 110, le condensateur 124 associé est destiné à s'étendre le long d'un axe 7402, par exemple à être centré sur cet axe 7402. De préférence, cet axe 7402 est vertical.
 20 Par ailleurs, la première barre omnibus 106 présente une première perforation 7404 destinée à recevoir la broche formant la première borne 126 du condensateur 124 et la deuxième barre omnibus 108 présente deux deuxième perforations 7406 destinées à respectivement recevoir les deux ergots formant sa deuxième borne 128. De préférence, l'axe 7402 passe par cette perforation
 25 7404.

Les barres omnibus 106, 108, 122 définissent, pour chaque paire d'interrupteurs commandables 112, 114, un chemin de conduction 7408 partant de la première borne 126 du condensateur 124 (représentée sur la figure 7, par la première perforation 7404), passant successivement par chacun
 30 de ces deux interrupteurs commandables 112, 114 et se terminant à la deuxième borne du condensateur 124 (représentée sur la figure 7, par l'une des

deuxièmes perforations 7406). Sur la figure 7, seul le chemin de conduction 7408 d'une des deux paires d'interrupteurs commandables 112, 114 est représenté. Un autre chemin de conduction similaire existe bien sûr également pour l'autre paire d'interrupteurs commandables 112, 114.

5 L'axe 7402, et donc le condensateur 124, est situé suffisamment proche des interrupteurs commandables 112, 114 pour que chaque chemin de conduction 7408 présente une inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence d'au plus 30 nano Henry. Pour obtenir une inductance aussi petite, le chemin de conduction 7408 présente de préférence une longueur d'au plus 100
10 mm, de préférence encore d'au plus 70 mm. En outre, toujours pour obtenir une inductance aussi petite, chaque interrupteur commandable 112, 114 est de préférence situé à une distance comprise entre 10 et 30 mm de l'axe 7402, de préférence encore entre 15 et 25 mm. Ainsi, les interrupteurs commandables 112, 114 sont à la fois, d'une part, suffisamment éloignés de l'axe 7402 pour
15 permettre l'installation du condensateur 124 et, d'autre part, suffisamment proches pour que chaque chemin d'induction 7408 puisse être assez court pour présenter l'inductance souhaitée. Dans l'exemple décrit, les interrupteurs commandables 112, 114 sont situés aux quatre coins d'un trapèze présentant une petite base (distance entre les deux interrupteurs de côté haut 112) et une
20 grande base (distance entre les deux interrupteurs de côté bas). L'axe 7402 est situé à moins de 10 mm du milieu de la grande base. Ainsi, les interrupteurs 112, 114 entourent le condensateur 124, ce qui permet de les disposer à proximité du condensateur 124.

En référence à la figure 8, les condensateurs 124 sont de préférence
25 positionnés plus proches de la sortie d'air 308 du convertisseur de tension 104 que les modules de puissance 110, et en particulier que les interrupteurs commandables 112, 114. Ainsi, les condensateurs 124 sont situés au centre et les modules de puissance 110 à la périphérie du convertisseur de tension 104.

Grâce à leur disposition au centre du convertisseur de tension 104, les
30 condensateurs 124 n'empêchent pas les flux d'air 502, 504 représentés sur la

figure 5 de passer par les modules de puissance 110, alors qu'ils sont placés respectivement au plus près des modules de puissance 110.

En référence à la figure 9, un procédé 9600 de fabrication du convertisseur de tension 104 va à présent être décrit.

5 Au cours d'une étape 9602, une position de chaque condensateur 124 est déterminée, de sorte que cette position soit suffisamment proche des interrupteurs commandables 112, 114 du module de puissance 110 associé, pour que les barres omnibus 106, 108, 122 définissent, pour chaque paire d'interrupteurs commandables 112, 114, un chemin de conduction 7408
10 partant de la première borne 126 du condensateur 124, passant successivement par chacun de ces deux interrupteurs commandables 112, 114 et se terminant à la deuxième borne 128 du condensateur 124 présentant une inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence d'au plus 30 nano Henry. Cette détermination peut par exemple être réalisée au moyen d'une simulation
15 informatique ou bien de manière empirique.

Au cours d'une étape 9604, le convertisseur de tension 104 est fabriqué en plaçant, pour chaque module de puissance 110, le condensateur 124 associé à la position déterminée à l'étape précédente.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit
20 précédemment, mais est au contraire définie par les revendications qui suivent. Il sera en effet apparent à l'homme du métier que des modifications peuvent y être apportées.

En particulier, les entrées et sorties d'air peuvent comporter une ou plusieurs ouvertures.

25 Par ailleurs, les termes utilisés dans les revendications ne doivent pas être compris comme limités aux éléments du mode de réalisation décrit précédemment, mais doivent au contraire être compris comme couvrant tous les éléments équivalents que l'homme du métier peut déduire à partir de ses connaissances générales.

REVENDECATIONS

1. Convertisseur de tension (104) comportant :
 - un premier dissipateur de chaleur (302),
 - au moins un interrupteur commandable (112, 114) présentant une
 - 5 face de dissipation de chaleur en contact thermique avec le premier dissipateur de chaleur (302),
 - au moins un condensateur (124),
 caractérisé en ce que le convertisseur de tension (104) comporte en outre un deuxième dissipateur de chaleur (316) et en ce qu'une face de dissipation de

chaleur (204) de chaque condensateur (124) est en contact thermique avec le

10 deuxième dissipateur de chaleur (316).

2. Convertisseur de tension (104) selon la revendication 1, comportant un élément conducteur thermique (328) intercalé entre la face de dissipation de

chaleur (204) de chaque condensateur (124) et le deuxième dissipateur de

15 chaleur (316).

3. Convertisseur de tension (104) selon la revendication 1 ou 2, comportant en outre, pour chaque condensateur (124), un isolant thermique (402) intercalé

entre le premier dissipateur de chaleur (302) et le condensateur (124).

4. Convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des

20 revendications 1 à 3, présentant une entrée d'air (340) et une sortie d'air (308) agencées de sorte qu'une aspiration d'air par la sortie d'air (308) crée un flux

d'air (502) depuis l'entrée d'air (340) jusqu'à la sortie d'air (308) passant au

contact du deuxième dissipateur de chaleur (316).

5. Convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des

25 revendications 1 à 4, comportant :
 - des première et deuxième barres omnibus (106, 108),
 - au moins un module de puissance (110) comportant :

- 5 - au moins une paire de premier et deuxième interrupteurs commandables (112, 114), chaque interrupteur commandable (112, 114) présentant deux bornes principales (116, 118) et une borne de commande (120) destinée à sélectivement ouvrir et fermer l'interrupteur commandable (112, 114) entre ses deux bornes principales (116, 118), la première borne principale (116) du premier interrupteur commandable (112) étant connectée à la première barre omnibus (106) et la deuxième borne principale (118) du deuxième interrupteur commandable (114) étant connectée à la deuxième barre omnibus (108),

10
- 15 - pour chaque paire d'interrupteurs commandables (112, 114), une troisième barre omnibus (122), la deuxième borne principale (118) du premier interrupteur commandable (112) et la première borne principale (116) du deuxième interrupteur commandable (114) étant connectées à la troisième barre omnibus (122),
- 20 - pour chaque module de puissance (110), un condensateur (124) présentant des première et deuxième bornes (126, 128) connectées respectivement aux première et deuxième barres omnibus (106, 108), ayant une valeur d'au moins 500 micro Farad, de préférence d'au moins 560 micro Farad, et étant situé suffisamment proche des interrupteurs commandables (112, 114) pour que les barres omnibus (106, 108, 122) définissent, pour chaque paire d'interrupteurs commandables (112, 114), un chemin de conduction (7408) partant de la première borne (126) du condensateur (124),

25 passant successivement par chacun de ces deux interrupteurs commandables (112, 114) et se terminant à la deuxième borne (128) du condensateur (124), ce chemin de conduction (7408) présentant une inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence d'au plus 30 nano Henry.

6. Convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le deuxième dissipateur de chaleur (316) comporte une plaque (318) et des ailettes (322) se projetant depuis la plaque (318).
- 5 7. Convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le deuxième dissipateur de chaleur (316) s'étend au-dessus du premier dissipateur de chaleur (302).
8. Convertisseur de tension (104) selon les revendications 6 et 7 prises ensemble, dans lequel la plaque (318) du deuxième dissipateur de chaleur (316)
10 présente une face inférieure (324), les ailettes (322) se projetant vers le bas depuis la face inférieure (324).
9. Convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le premier dissipateur de chaleur (302) comporte une plaque (304) présentant une face inférieure (314) et des ailettes
15 (312) se projetant vers le bas depuis ladite face inférieure (314) de la plaque (304).
10. Système électrique (100) comportant :
- une machine électrique (130),
- un convertisseur de tension (104) selon l'une quelconque des
20 revendications 1 à 9, connecté à la machine électrique (130).
11. Système électrique selon la revendication 10, dans lequel la machine électrique (130) s'étend en dessous du premier dissipateur de chaleur (302).
12. Système électrique selon la revendication 11, dans lequel le convertisseur de tension (104) est conforme à la revendication 4, dans lequel la
25 sortie d'air (308) du convertisseur de tension (104) est ménagée au travers du premier dissipateur de chaleur (302) et dans lequel la machine électrique (130)

présente une entrée d'air supérieure (344) et comporte un ventilateur (348) conçu pour aspirer de l'air par l'entrée d'air supérieure (344) de manière à créer une aspiration d'air par la sortie d'air (308) du convertisseur de tension (104).

5 13. Système électrique selon la revendication 12, dans lequel la machine électrique (130) est située à distance du premier dissipateur de chaleur (302) du convertisseur de tension (104) de manière à définir une deuxième entrée d'air (342) entre le premier dissipateur de chaleur (302) du convertisseur de tension (104) et la machine électrique (130) et dans lequel le ventilateur (348)
10 de la machine électrique (130) est conçu pour aspirer de l'air par l'entrée d'air supérieure (344) de la machine électrique (130) de manière à créer un deuxième flux d'air (504) depuis la deuxième entrée d'air (342) jusqu'à l'entrée d'air supérieure (344) de la machine électrique (130), le deuxième flux d'air (504) passant au contact du premier dissipateur de chaleur (302).

15 14. Procédé de fabrication (9600) d'un convertisseur de tension (104) selon la revendication 5, comportant :

- pour chaque module de puissance (110), la détermination (9602) d'une position du condensateur (124) associé suffisamment proche des interrupteurs commandables (112, 114) pour que les barres omnibus (106, 108, 122) définissent, pour chaque paire
20 d'interrupteurs commandables (112, 114), un chemin de conduction (7408) partant de la première borne (126) du condensateur (124), passant successivement par chacun de ces deux interrupteurs commandables (112, 114) et se terminant à la deuxième borne (128)
25 du condensateur (124) présentant une inductance d'au plus 40 nano Henry, de préférence d'au plus 30 nano Henry,
- la fabrication (9604) du convertisseur de tension (104) en plaçant, pour chaque module de puissance (110), le condensateur (124) associé à la position déterminée.

Figure 1

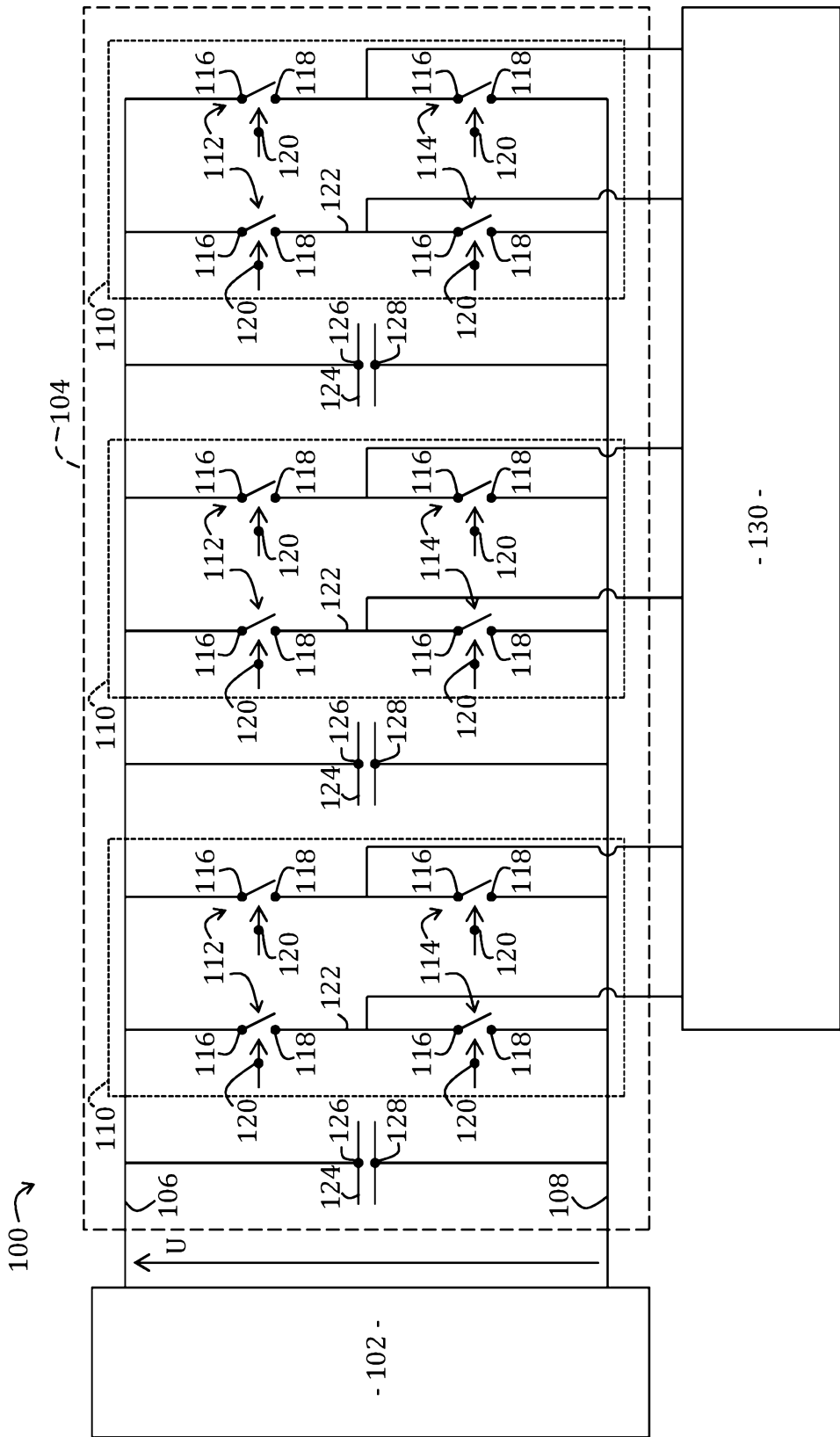


Figure 2

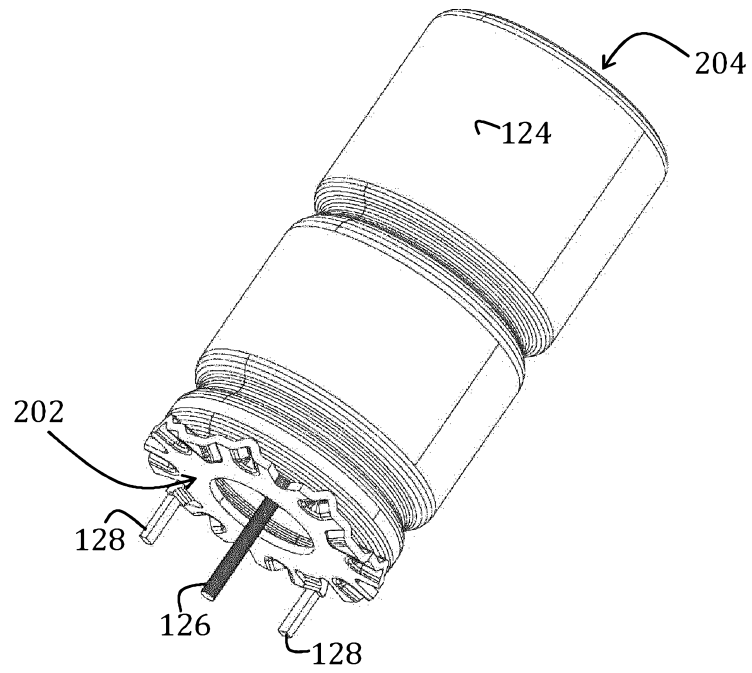


Figure 3

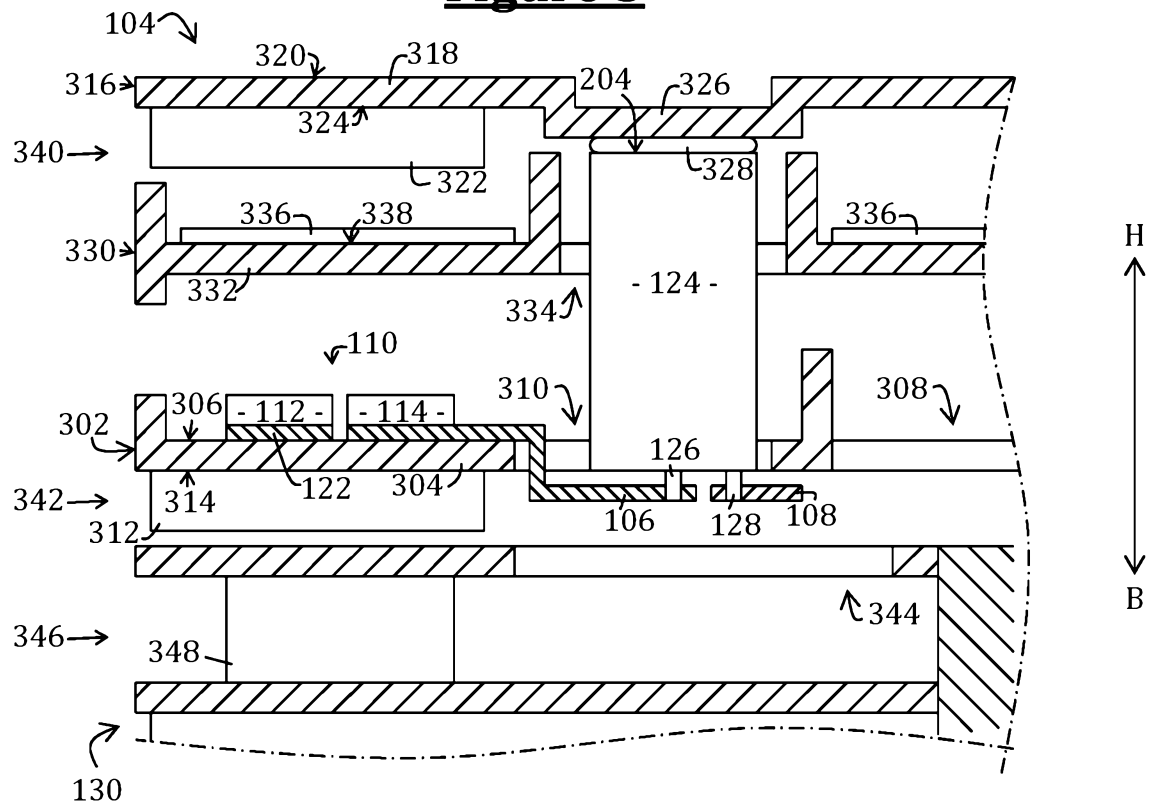


Figure 4

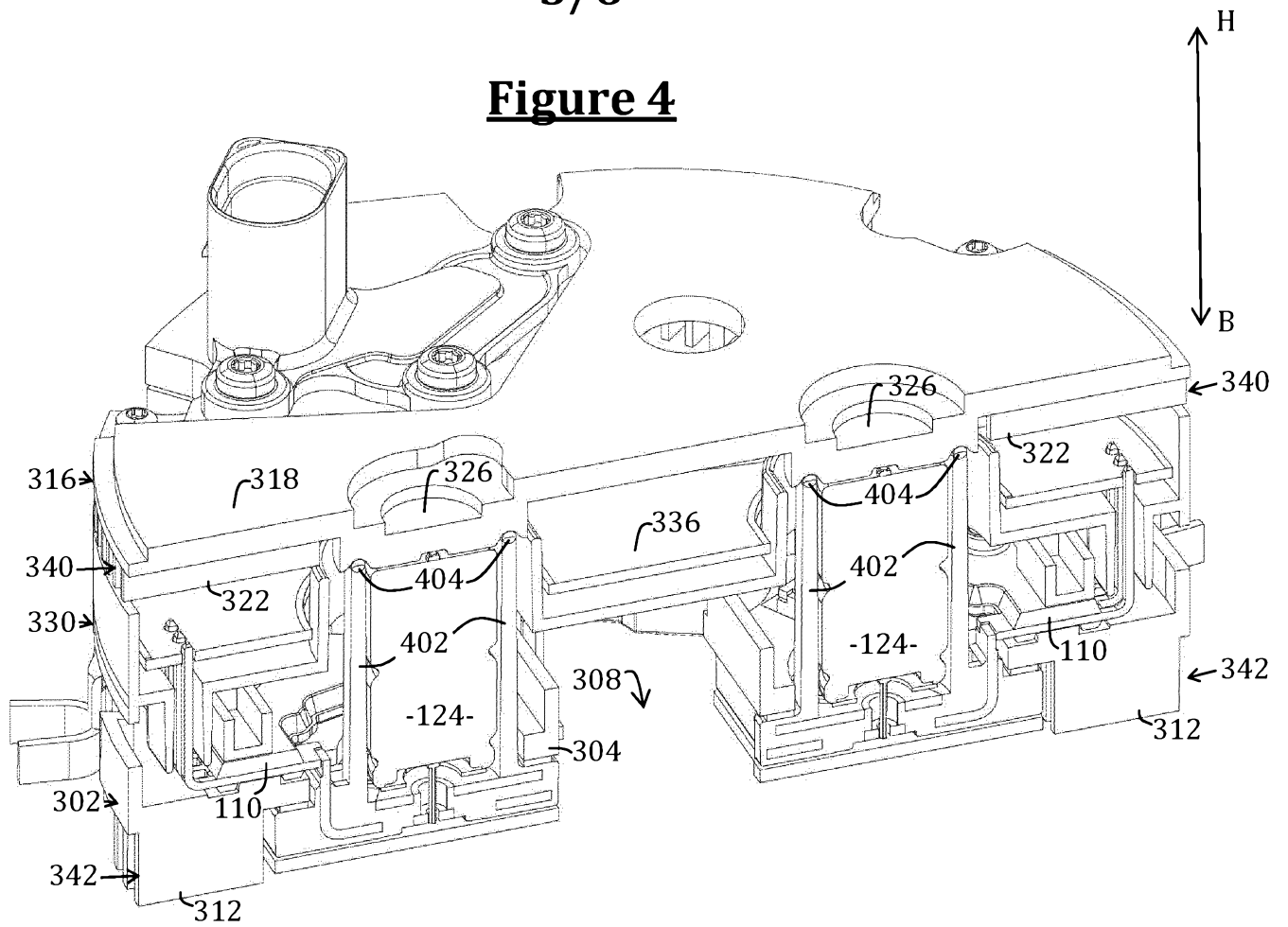


Figure 5

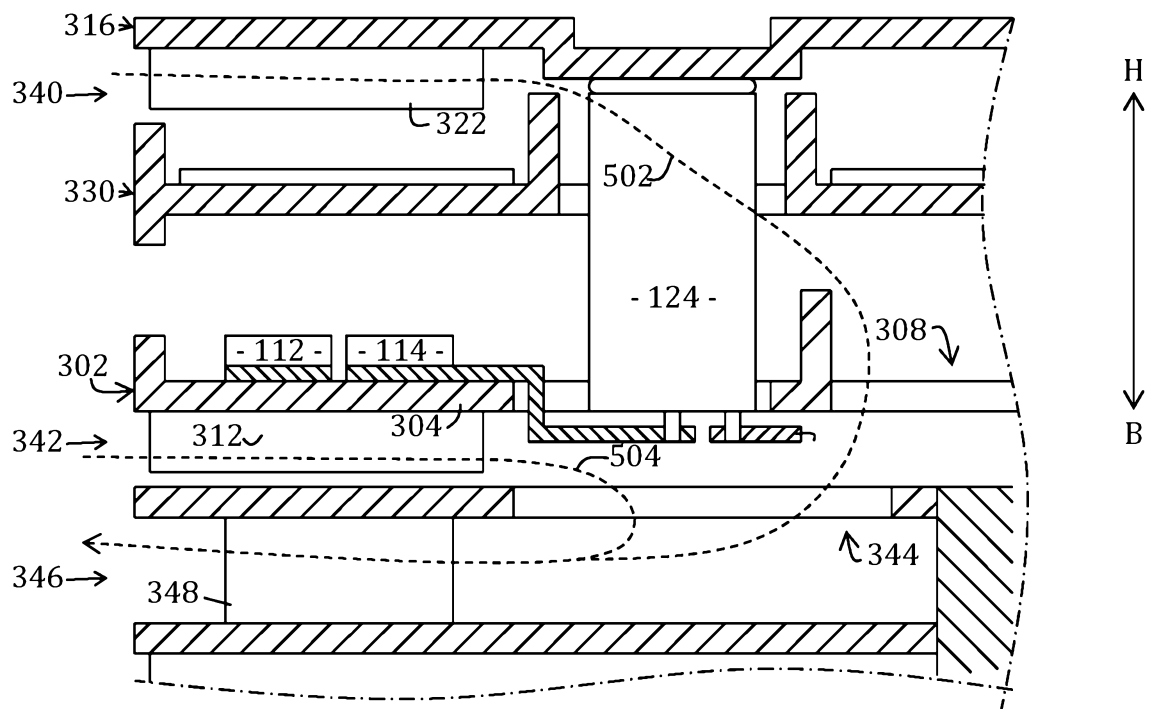


Figure 6

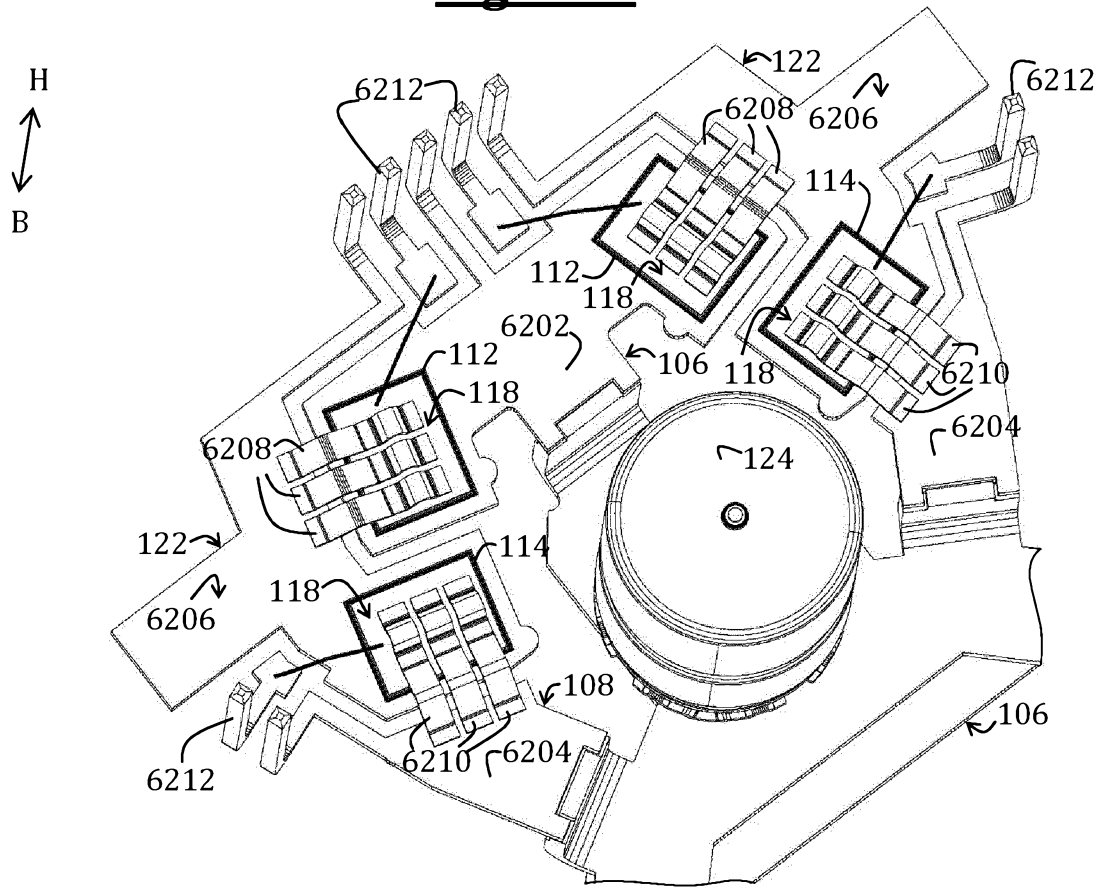


Figure 7

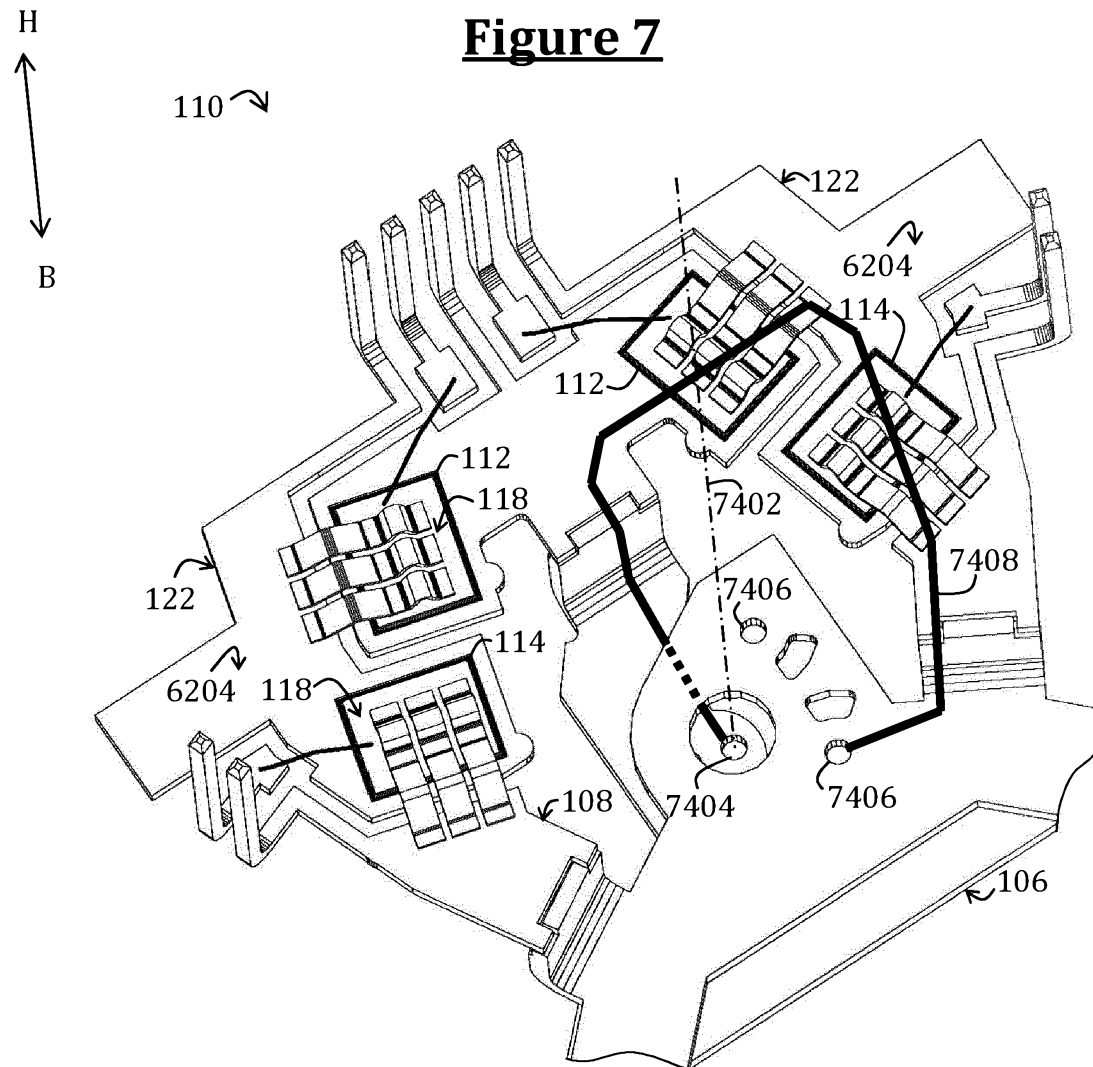


Figure 8

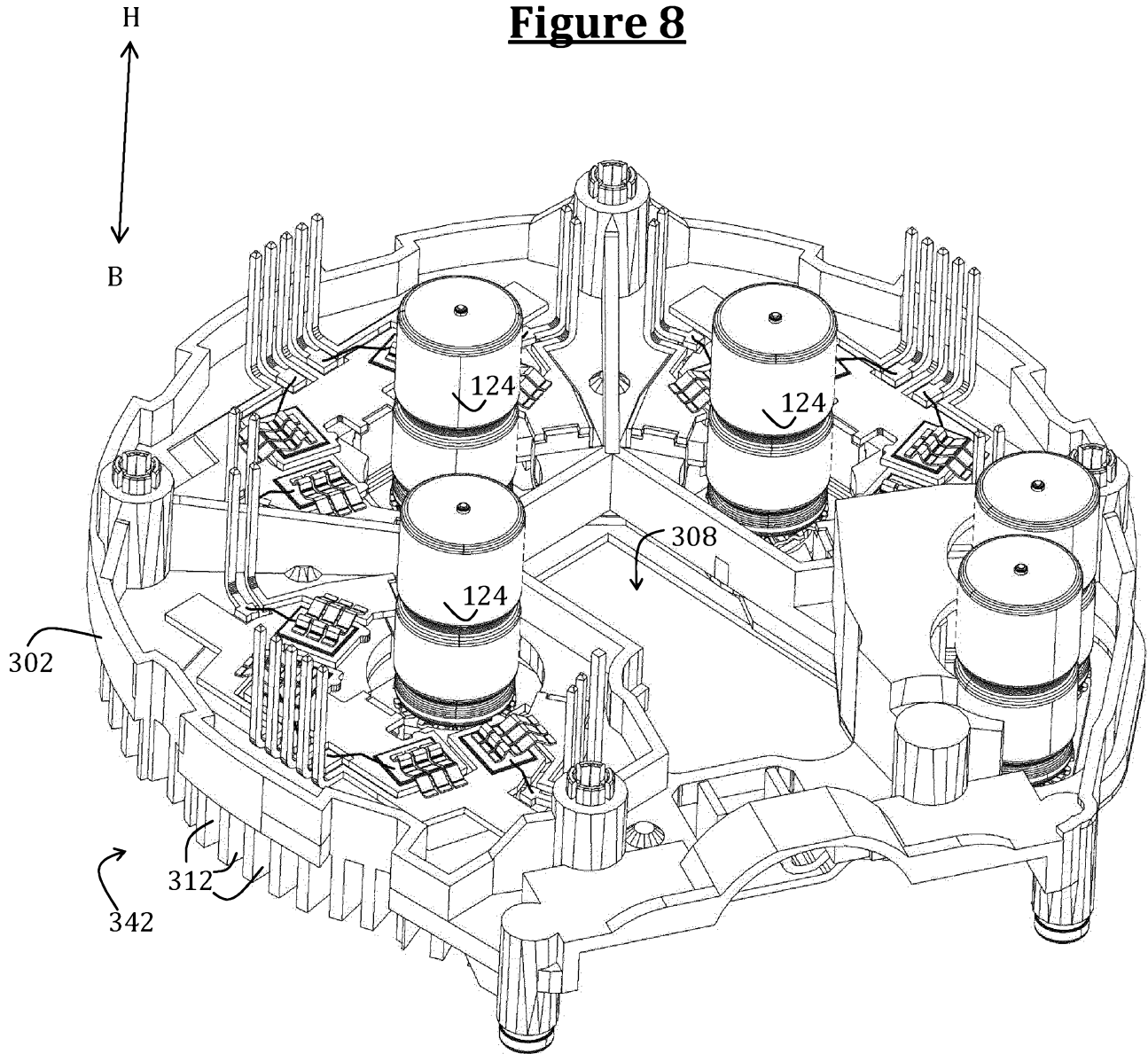
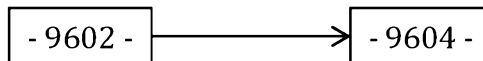


Figure 9

9600 ↘



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 843369
FR 1755942

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2015/033064 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 12 mars 2015 (2015-03-12) * page 8 - page 24; figures 1-13,17-20 *	1-14	H05K7/20 H02M1/32
X	JP 2005 044837 A (KOYO SEIKO CO) 17 février 2005 (2005-02-17) * abrégé *	1	
A	JP H11 27959 A (TOSHIBA F A SYSTEM ENG; TOSHIBA CORP) 29 janvier 1999 (1999-01-29) * abrégé; figures 1-6 *	1-14	
A	US 2015/373870 A1 (LEE SEOK HWAN [KR]) 24 décembre 2015 (2015-12-24) * le document en entier *	1-14	
A	WO 2012/150953 A1 (CLEAN WAVE TECHNOLOGIES INC [US]; GARRIGA RUDOLPH; KUBIC MICHAEL [US]) 8 novembre 2012 (2012-11-08) * le document en entier *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H05K H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 mars 2018		Martinez Izquierdo	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1755942 FA 843369

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-03-2018**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015033064 A1		12-03-2015	CN 105706340 A	22-06-2016
			EP 3044856 A1	20-07-2016
			FR 3010588 A1	13-03-2015
			JP 2016532428 A	13-10-2016
			KR 20160053957 A	13-05-2016
			US 2016226334 A1	04-08-2016
			WO 2015033064 A1	12-03-2015

JP 2005044837 A		17-02-2005	AUCUN	

JP H1127959 A		29-01-1999	AUCUN	

US 2015373870 A1		24-12-2015	CN 105207496 A	30-12-2015
			DE 102015211202 A1	24-12-2015
			KR 20150146187 A	31-12-2015
			US 2015373870 A1	24-12-2015

WO 2012150953 A1		08-11-2012	BR 112013028489 A2	10-01-2017
			CA 2835079 A1	08-11-2012
			CN 103782670 A	07-05-2014
			EA 201391645 A1	29-08-2014
			EP 2705737 A1	12-03-2014
			JP 6072773 B2	01-02-2017
			JP 2014514775 A	19-06-2014
			KR 20140041525 A	04-04-2014
			US 2014347820 A1	27-11-2014
			US 2017150639 A1	25-05-2017
			WO 2012150953 A1	08-11-2012
