

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 024 302

21 N° d'enregistrement national : 14 62257

51 Int Cl⁸ : H 02 M 3/04 (2016.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.12.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.01.16 Bulletin 16/04.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée — FR et
CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH — DE.

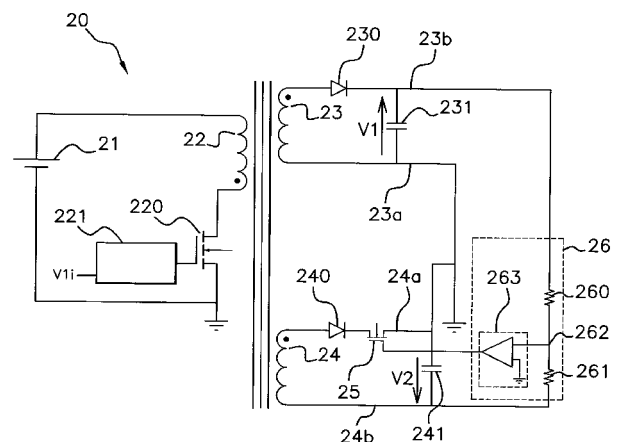
72 Inventeur(s) : SAINT-MACARY STEPHANE et CAN-
NAVO JEAN.

73 Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE
Société par actions simplifiée, CONTINENTAL AUTO-
MOTIVE GMBH.

74 Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée.

54 CONVERTISSEUR DE TENSION DC/DC DE TYPE "FLYBACK" A PLUSIEURS SORTIES.

57 La présente invention concerne un convertisseur (20) de tension DC/DC comportant une source (21) de tension DC reliée à un enroulement primaire (22), au moins un premier enroulement secondaire (23) et un deuxième enroulement secondaire (24), ledit convertisseur de tension DC/DC comportant un premier interrupteur (220) électriquement en série avec l'enroulement primaire et un premier module (221) de commande dudit premier interrupteur. Selon l'invention, le convertisseur de tension DC/DC comporte un second interrupteur (25) électriquement en série avec le deuxième enroulement secondaire et un second module (26) de commande dudit second interrupteur.



FR 3 024 302 - A1



La présente invention appartient au domaine des convertisseurs de tension continue / tension continue, dits « convertisseurs de tension DC/DC », et concerne plus particulièrement un convertisseur de tension DC/DC de type « flyback », comportant plusieurs sorties destinées à être reliées à des charges respectives.

5 La **figure 1** représente schématiquement un exemple de convertisseur « flyback » 10 selon l'art antérieur.

De manière connue, un convertisseur « flyback » 10 se présente sous la forme d'un transformateur comportant un enroulement primaire 12 couplé à au moins un enroulement secondaire. L'enroulement primaire 12 est relié à une source 11 de tension
10 continue, dite « source de tension DC ».

Tel qu'illustré par la **figure 1**, un convertisseur « flyback » 10 comporte un interrupteur 120, électriquement en série avec la source 11 de tension DC et l'enroulement primaire 12, et un module 121 de commande de l'interrupteur 120.

Dans l'exemple illustré par la **figure 1**, le convertisseur « flyback » 10
15 comporte plusieurs sorties, sous la forme de deux enroulements secondaires 13, 14, couplés à l'enroulement primaire 12 et reliés à des charges respectives (non représentées) par l'intermédiaire de diodes 130, 140 respectives et de condensateurs 131, 141 respectifs.

Dans un tel convertisseur « flyback » 10 à plusieurs sorties, la valeur de la
20 tension au niveau d'un des enroulements secondaires, dit « premier enroulement secondaire régulé » 13, est contrôlée au moyen de l'interrupteur 120 électriquement en série avec l'enroulement primaire 12. Plus particulièrement, l'interrupteur 12 est ouvert ou fermé, en fonction de la valeur de la tension au niveau dudit premier enroulement secondaire régulé 13, de sorte à asservir celle-ci sur une valeur de consigne prédéfinie.

25 La tension au niveau de l'autre enroulement secondaire, dit « second enroulement secondaire non régulé » 14, suit alors sensiblement la tension au niveau du premier enroulement secondaire régulé 13, au rapport entre le nombre de spires du second enroulement secondaire non régulé 14 et le nombre de spires du premier enroulement secondaire régulé 13 près.

30 En d'autres termes, en supposant que le premier enroulement secondaire régulé 13 est configuré pour fournir une tension $V1$ de valeur positive, régulée autour d'une valeur de consigne $V1c$, et que le second enroulement secondaire non régulé 14 est configuré pour fournir une tension $V2$ de valeur négative, alors la valeur de ladite tension $V2$ est en théorie donnée par l'expression suivante :

35
$$V2 = -V1 \times N2 / N1$$

expression dans laquelle $N1$ est le nombre de spires du premier enroulement secondaire régulé 13 et $N2$ est le nombre de spires du second enroulement secondaire non régulé 14.

Par conséquent, en asservissant (par une commande appropriée de l'interrupteur 120) la tension $V1$ au niveau du premier enroulement secondaire régulé 13 autour de la valeur de consigne $V1c$, la tension $V2$ au niveau du second enroulement secondaire non régulé 14 est en théorie indirectement asservie sur une valeur souhaitée $V2s$ égale à $-V1c N2 / N1$.

Toutefois, un convertisseur « flyback » repose sur un principe de transfert de l'énergie emmagasinée dans l'enroulement primaire vers les enroulements secondaires. L'énergie transférée vers le premier enroulement secondaire régulé 13 et le second enroulement secondaire non régulé 14 dépend des valeurs respectives des charges auxquelles sont reliés lesdits enroulements secondaires. Par conséquent, la précision de la tension $V2$ au niveau du second enroulement secondaire non régulé 14 dépend en pratique des valeurs respectives des charges auxquelles sont reliés lesdits enroulements secondaires 13, 14. En outre, des inductances parasites du convertisseur « flyback » 10, notamment, vont également dégrader la précision de la tension $V2$ au niveau du second enroulement secondaire non régulé 14.

La **figure 2** représente schématiquement ces inconvénients, dans le cas du convertisseur « flyback » 10 illustré par la **figure 1**, dans lequel le premier enroulement secondaire régulé 13 est configuré pour fournir une tension $V1$ de valeur positive (correspondant à la valeur de consigne $V1c$ positive) et le second enroulement secondaire non régulé 14 est configuré pour fournir une tension $V2$ de valeur négative (valeur souhaitée $V2s$ négative).

Plus particulièrement, la partie a) de la **figure 2** représente schématiquement la valeur de la charge du premier enroulement secondaire régulé 13 au cours du temps, et la partie b) représente schématiquement la valeur de la charge du second enroulement secondaire non régulé 14 au cours du temps.

Sur la partie a) et la partie b) de la **figure 2**, un état haut correspond à une forte charge, tandis qu'un état bas correspond à une faible charge. Tel qu'illustré par les parties a) et b) de la **figure 2** :

- au cours d'un intervalle temporel $I1$: la charge du premier enroulement secondaire régulé 13 est forte tandis que la charge du second enroulement secondaire non régulé 14 est faible,
- au cours d'un intervalle temporel $I2$: la charge du premier enroulement secondaire régulé 13 et la charge du second enroulement secondaire non régulé 14 sont toutes deux faibles,

- au cours d'un intervalle temporel I3 : la charge du premier enroulement secondaire régulé 13 est faible tandis que la charge du second enroulement secondaire non régulé 14 est forte,
- au cours d'un intervalle temporel I4 : la charge du premier enroulement secondaire régulé 13 et la charge du second enroulement secondaire non régulé 14 sont toutes deux fortes.

La partie c) de la **figure 2** représente schématiquement la tension V1 au niveau du premier enroulement secondaire régulé 13, qui est sensiblement constante au cours des différents intervalles temporels I1, I2, I3, I4, et égale à la valeur de consigne V1c.

La partie d) de la **figure 2** représente schématiquement la tension V2 au niveau du second enroulement secondaire non régulé 14. Comme on peut le constater, au cours des intervalles temporels I2 et I4, pour lesquels les charges des enroulements secondaires 13, 14 sont équilibrées (soit toutes deux faibles, soit toutes deux fortes), ladite tension V2 est sensiblement égale à la valeur souhaitée V2s. Ce n'est plus le cas lorsque lesdites charges ne sont plus équilibrées :

- au cours de l'intervalle temporel I1, la tension V2 est inférieure à la valeur souhaitée V2s (c'est-à-dire supérieure en valeur absolue) du fait que l'énergie transférée (déterminée par la charge du premier enroulement secondaire régulé 13) est trop importante pour la charge du second enroulement secondaire non régulé 14,
- au cours de l'intervalle temporel I3, la tension V2 est supérieure à la valeur souhaitée V2s (c'est-à-dire inférieure en valeur absolue) du fait que l'énergie transférée est trop faible pour la charge du second enroulement secondaire non régulé 14.

Par conséquent, si la précision de la tension V1 au niveau du premier enroulement secondaire régulé 13 peut être contrôlée par une commande adaptée de l'interrupteur 120 de l'enroulement primaire 12, ce n'est pas le cas pour la tension V2, qui n'est pas régulée par l'interrupteur 120, dont la précision est variable et dépend notamment des conditions opérationnelles du convertisseur « flyback » 10 (valeurs des charges, température, etc.).

La présente invention a pour objectif de remédier à tout ou partie des limitations des solutions de l'art antérieur, notamment celles exposées ci-avant, en proposant une solution qui permette d'avoir un meilleur contrôle de la précision de valeur de la tension au niveau d'un enroulement secondaire non régulé d'un convertisseur « flyback ».

En outre, la présente invention a également pour objectif de proposer une solution qui soit simple et peu coûteuse à mettre en œuvre.

A cet effet, et selon un premier aspect, l'invention concerne un convertisseur de tension DC/DC comportant une source de tension DC reliée à un enroulement primaire, au moins un premier enroulement secondaire et un deuxième enroulement secondaire couplés à l'enroulement primaire, ledit convertisseur de tension DC/DC comportant en outre un premier interrupteur électriquement en série avec l'enroulement primaire et un premier module de commande configuré pour commander ledit premier interrupteur de sorte à réguler une tension $V1$ au niveau du premier enroulement secondaire autour d'une valeur de consigne $V1c$ prédéfinie. En outre, le convertisseur de tension DC/DC comporte un second interrupteur électriquement en série avec le deuxième enroulement secondaire et un second module de commande configuré pour commander ledit second interrupteur de sorte à empêcher une tension $V2$ au niveau du deuxième enroulement secondaire d'atteindre une valeur telle que :

$$|V2 / V1| > |V2s / V1c|$$

expression dans laquelle $V2s$ est une valeur souhaitée prédéfinie de la tension $V2$ du deuxième enroulement secondaire non régulé.

Ainsi, du fait de la présence du second interrupteur en série avec le deuxième enroulement secondaire, et du second module de commande qui ouvre ou ferme ledit second interrupteur en fonction de la valeur de la tension $V2$, il est possible de limiter, en valeur absolue, la valeur maximale de la tension $V2$ au niveau dudit deuxième enroulement secondaire. La tension $V1$ étant sensiblement égale à la valeur de consigne $V1c$, cette valeur maximale, en valeur absolue, correspond sensiblement à $|V2s|$. La précision de la tension $V2$ peut donc être améliorée, et ce sans modifier le premier module de commande.

Dans des modes particuliers de réalisation, le convertisseur de tension DC/DC peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

Dans des modes particuliers de réalisation, la valeur de consigne $V1c$, la valeur souhaitée $V2s$, le nombre $N1$ de spires du premier enroulement secondaire et le nombre $N2$ de spires du deuxième enroulement secondaire sont tels que :

$$N2 / N1 > |V2s / V1c|$$

En d'autres termes, le rapport entre le nombre $N2$ de spires du deuxième enroulement secondaire et le nombre $N1$ de spires du premier enroulement secondaire ne correspond pas au rapport souhaité entre la valeur souhaitée $V2s$ et la valeur de consigne $V1c$. Au cours du fonctionnement du convertisseur de tension DC/DC, la tension $V2$ tend, en valeur absolue, vers une valeur $|V1c| \times N2 / N1$ qui est donc

supérieure à $|V2s|$. Il en résulte que, lorsque la tension $V1$ sera régulée autour de la valeur de consigne $V1c$, le second interrupteur sera nécessairement alternativement ouvert et fermé pour empêcher la tension $V2$ de dépasser, en valeur absolue, la valeur $|V2s|$ qui est inférieure à la valeur $|V1c| \times N2 / N1$.

5 En pratique, la tension $V2$ sera en outre sensiblement régulée autour de la valeur souhaitée $V2s$, pour de nombreux scénarios d'utilisation du convertisseur de tension DC/DC.

En effet, tel que décrit en référence à la figure 2, en l'absence du second interrupteur, la tension $V2$ fluctue, en valeur absolue, autour de la valeur $|V1c| \times N2 / N1$ en fonction notamment des charges respectives du premier enroulement secondaire et du deuxième enroulement secondaire. Avec le second interrupteur et $N2 / N1 > |V2s / V1c|$, on dispose d'une marge pour le contrôle de la tension $V2$. En effet, ladite tension $V2$ peut être ramenée autour de la valeur souhaitée $V2s$ pour tous les cas où elle tendrait autrement à être comprise, en valeur absolue, entre $|V1c| \times N2 / N1$ et $|V2s|$, par une ouverture plus ou moins prolongée du second interrupteur.

Dans des modes particuliers de réalisation, le nombre $N2$ de spires du deuxième enroulement secondaire est égal au nombre $N1$ de spires du premier enroulement secondaire, et la valeur souhaitée $V2s$ est inférieure, en valeur absolue, à la valeur de consigne $V1c$ ($|V2s| < |V1c|$).

20 Dans des modes particuliers de réalisation, le second module de commande comporte :

- un pont diviseur de tension agencé entre deux bornes reliées respectivement au premier enroulement secondaire et au deuxième enroulement secondaire, ledit pont diviseur de tension comportant deux composants résistifs séparés par un point milieu,
- un circuit comparateur comportant deux entrées reliées respectivement au point milieu du pont diviseur de tension et à une source de potentiel de référence, et une sortie reliée au second interrupteur.

De telles dispositions sont avantageuses en ce que le second module de commande est particulièrement simple et peu coûteux à fabriquer.

Dans des modes particuliers de réalisation, le rapport de résistances des deux composants résistifs du pont diviseur de tension est égal au rapport $|V1c / V2s|$.

Dans des modes particuliers de réalisation, la valeur souhaitée $V2s$ et la valeur de consigne $V1c$ sont de signes opposés, et la source de potentiel de référence est la masse électrique.

Dans des modes particuliers de réalisation, le convertisseur de tension DC/DC comporte un module d'activation du premier module de commande configuré pour

détecter une désactivation dudit premier module de commande en fonction de la valeur de la tension V2 au niveau du deuxième enroulement secondaire, et pour envoyer un signal d'activation audit premier module de commande lorsqu'une désactivation est détectée.

5 Dans des modes particuliers de réalisation, une désactivation du premier module de commande est détectée lorsque la valeur de la tension V2 au niveau du deuxième enroulement secondaire est inférieure, en valeur absolue, à une valeur minimale V2min prédéfinie (c'est-à-dire lorsque $|V2| < |V2min|$).

10 Selon un second aspect, la présente invention concerne un véhicule automobile comportant un convertisseur de tension DC/DC selon l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en se référant aux figures qui représentent :

- 15
- **Figure 1** : déjà décrite, un circuit électrique d'un convertisseur de tension DC/DC de type « flyback » selon l'art antérieur,
 - **Figure 2** : déjà décrite, des diagrammes temporels illustrant le comportement du convertisseur « flyback » de la figure 1,
 - **Figure 3** : un circuit électrique d'un convertisseur « flyback » selon un mode
- 20
- particulier de réalisation de l'invention,
 - **Figure 4** : des diagrammes temporels illustrant le comportement du convertisseur « flyback » de la figure 3,
 - **Figure 5** : des diagrammes temporels illustrant le comportement d'un convertisseur « flyback » selon une variante de réalisation du convertisseur
- 25
- « flyback » de la figure 3,
 - **Figure 6** : un circuit électrique d'un convertisseur « flyback » selon un mode préféré de réalisation de l'invention,
 - **Figure 7** : des diagrammes temporels illustrant le comportement du convertisseur « flyback » de la figure 6.

30 Dans ces figures, des références identiques d'une figure à une autre désignent des éléments identiques ou analogues. Pour des raisons de clarté, les éléments représentés ne sont pas à l'échelle, sauf mention contraire.

La **figure 3** représente schématiquement un exemple de réalisation d'un convertisseur de tension DC/DC, de type « flyback » 20, comportant plusieurs sorties

35 destinées à être reliées à des charges respectives. Par exemple, un tel convertisseur « flyback » 20 peut être mis en œuvre dans un véhicule automobile (non représenté sur les figures).

De manière conventionnelle, le convertisseur « flyback » 20 comporte un enroulement primaire 22 relié à une source 21 de tension continue, dite « source de tension DC ». Le convertisseur « flyback » 20 comporte également un premier interrupteur 220 électriquement en série avec l'enroulement primaire 22 et la source 21 de tension DC.

Tel qu'indiqué ci-dessus, le convertisseur « flyback » 20 comporte plusieurs sorties, sous la forme de plusieurs enroulements secondaires couplés à l'enroulement primaire 22.

Dans l'exemple non limitatif illustré par la **figure 3**, le convertisseur « flyback » 20 comporte uniquement deux enroulements secondaires 23, 24 reliés à des charges respectives (non représentées) par l'intermédiaire de diodes 230, 240 respectives et de condensateurs 231, 241 respectifs. L'invention est toutefois généralisable à un nombre quelconque, égal ou supérieur à deux, d'enroulements secondaires.

Chaque enroulement secondaire 23, 24 comporte deux bornes de sortie, désignées ci-après par « borne de référence » 23a, 24a et par « borne libre » 23b, 24b. La borne de référence 23a, 24a de chaque enroulement secondaire 23, 24 est, dans l'exemple illustré par la **figure 3**, reliée à la masse électrique.

Comme dans le convertisseur « flyback » selon l'art antérieur décrit en référence à la **figure 1**, la tension V_1 aux bornes de sortie 23a, 23b d'un premier enroulement secondaire, dit « premier enroulement secondaire régulé » 23, est régulée autour d'une valeur de consigne V_{1c} prédéfinie. Pour réguler la tension V_1 , le convertisseur « flyback » 20 comporte un premier module 221 de commande, qui ouvre ou ferme le premier interrupteur 220, par exemple en fonction du résultat de la comparaison de la valeur de la tension V_1 à la valeur de consigne V_{1c} .

La tension V_2 aux bornes de sortie 24a, 24b du deuxième enroulement secondaire, dit « deuxième enroulement secondaire non régulé » 24, n'est pas régulée directement par le premier module 221 de commande. Toutefois, la tension V_2 tend à suivre, en valeur absolue, la tension V_1 au rapport N_2 / N_1 près, expression dans laquelle N_1 est le nombre de spires du premier enroulement secondaire régulé 23, et N_2 est le nombre de spires du deuxième enroulement secondaire non régulé 24.

Comme dans l'exemple illustré par la **figure 1**, on se place dans le cas non limitatif où le premier enroulement secondaire régulé 23 est configuré pour fournir une tension V_1 de valeur positive et le deuxième enroulement secondaire non régulé 24 est configuré pour fournir une tension V_2 de valeur négative.

Par rapport au convertisseur « flyback » de la **figure 1**, le convertisseur « flyback » 20 de la **figure 3** comporte en outre un second interrupteur 25, électriquement

en série avec le deuxième enroulement secondaire non régulé 24, ainsi qu'un second module 26 de commande qui contrôle l'ouverture et la fermeture dudit second interrupteur 25. Plus particulièrement, le second module 26 de commande est configuré pour commander ledit second interrupteur 25 de sorte à empêcher la tension V2 de dépasser, en valeur absolue, une valeur pour laquelle :

$$|V2/V1| > |V2s / V1c|$$

expression dans laquelle V2s est une valeur souhaitée prédéfinie de la tension V2 du deuxième enroulement secondaire non régulé 24.

En d'autres termes, si la tension V2 devient telle que le rapport $|V2 / V1|$ est supérieur au rapport $|V2s / V1c|$, alors le second module 26 de commande ouvre le second interrupteur 25 afin d'empêcher le deuxième enroulement secondaire non régulé 24 de continuer à accumuler de l'énergie, et donc d'empêcher la tension V2 de continuer à augmenter en valeur absolue. Lorsque la tension V2 redevient telle que le rapport $|V2 / V1|$ est inférieur au rapport $|V2s / V1c|$, alors le second module 26 de commande ferme le second interrupteur 25.

Dans la suite de la description, on se place de manière non limitative dans le cas où le second module 26 de commande contrôle la valeur de la tension V2 du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 en fonction de la valeur de la tension V1 du premier enroulement secondaire régulé 23. La **figure 3** représente, à titre d'exemple non limitatif, un mode préféré de réalisation d'un second module 26 de commande adapté à contrôler la valeur de la tension V2 en fonction de la valeur de la tension V1 pour assurer que le rapport $|V2 / V1|$ ne dépasse pas le rapport $|V2s / V1c|$.

Dans l'exemple illustré par la **figure 3**, le second module 26 de commande comporte notamment un pont diviseur de tension agencé entre les bornes libres 23b, 24b du premier enroulement secondaire régulé 23 et du deuxième enroulement secondaire non régulé 24. Le pont diviseur de tension comporte par exemple deux composants résistifs 260, 261 séparés par un point milieu 262. Le second module 26 de commande comporte également un circuit comparateur 263 comportant deux entrées reliées respectivement au point milieu 262 du pont diviseur de tension et à une source de potentiel de référence. Le circuit comparateur 263 comporte en outre une sortie qui est reliée au second interrupteur 25. Dans l'exemple illustré par la **figure 3**, le second interrupteur 25 est un transistor MOS de type N, et la sortie dudit circuit comparateur 263 est reliée à la grille dudit transistor MOS, tandis que la source dudit transistor MOS est reliée à la masse électrique.

Le second module 26 de commande est configuré pour ouvrir le second interrupteur 25 lorsque le potentiel du point milieu 262 est supérieur au potentiel de

référence, et pour fermer ledit second interrupteur lorsque le potentiel du point milieu 262 est inférieur au potentiel de référence.

En outre, le rapport des résistances des composants résistifs 260, 261 et le potentiel de référence sont choisis de telle sorte que le potentiel du point milieu 262
5 devient supérieur au potentiel de référence lorsque le rapport $|V2 / V1|$ dépasse le rapport $|V2s / V1c|$.

Par exemple, le rapport $R1 / R2$ entre d'une part la résistance $R1$ du composant résistif 260 relié à la borne libre du premier enroulement secondaire régulé 23 et, d'autre part, la résistance $R2$ du composant résistif 261 relié à la borne libre du
10 deuxième enroulement secondaire non régulé 24, est sensiblement égal au rapport $|V1c/V2s|$. Dans ce cas, et tel qu'illustré par la **figure 3**, le potentiel de référence adapté est celui de la masse électrique. Dans ce cas, la valeur souhaitée $V2s$ est choisie égale à $-V1c \times R2 / R1$.

La **figure 4** représente des diagrammes temporels représentant
15 schématiquement le comportement du convertisseur « flyback » 20 illustré par la **figure 3**, dans le cas où le rapport $N2 / N1$ est égal au rapport $|V2s / V1c|$.

Plus particulièrement, la partie a) de la **figure 4** représente schématiquement la valeur de la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 au cours du temps, et la partie b) représente schématiquement la valeur de la charge du deuxième
20 enroulement secondaire non régulé 24 au cours du temps.

Sur la partie a) et la partie b) de la **figure 4**, un état haut correspond à une forte charge, tandis qu'un état bas correspond à une faible charge. Tel qu'illustré par les parties a) et b) de la **figure 4**, on considère les mêmes intervalles temporels que sur la **figure 2**, à savoir :

- 25 • un intervalle temporel I1 au cours duquel la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 est forte tandis que la charge du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 est faible,
- un intervalle temporel I2 au cours duquel la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 et la charge du deuxième enroulement secondaire non
30 régulé 24 sont toutes deux faibles,
- un intervalle temporel I3 au cours duquel la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 est faible tandis que la charge du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 est forte,
- un intervalle temporel I4 au cours duquel la charge du premier enroulement
35 secondaire régulé 23 et la charge du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 sont toutes deux fortes.

La partie c) de la **figure 4** représente schématiquement la tension $V1$ du premier enroulement secondaire régulé 23, qui est sensiblement constante au cours des différents intervalles temporels $I1$, $I2$, $I3$, $I4$, et égale à la valeur de consigne $V1c$.

La partie d) de la **figure 4** représente schématiquement la tension $V2$ du
5 deuxième enroulement secondaire non régulé 24.

Comme on peut le constater, au cours des intervalles temporels $I2$ et $I4$, pour lesquels les charges des enroulements secondaires 23, 24 sont équilibrées (soit toutes deux faibles, soit toutes deux fortes), ladite tension $V2$ est sensiblement égale à la valeur souhaitée $V2s$.

10 La tension $V2$ est également sensiblement égale à la valeur souhaitée $V2s$ au cours de l'intervalle temporel $I1$. En effet, sur cet intervalle temporel $I1$, et tel qu'illustré par la partie d) de la **figure 2**, la tension $V2$ tend en principe à dépasser, en valeur absolue, la valeur souhaitée $V2s$. Toutefois, le second module 26 de commande ouvre alors le second interrupteur 25, de sorte que la valeur souhaitée $V2s$ n'est sensiblement pas
15 dépassée en valeur absolue (c'est-à-dire de sorte que $|V2| \leq |V2s|$).

Par contre, comme sur la **figure 2**, la tension $V2$ est supérieure à la valeur souhaitée $V2s$ (c'est-à-dire inférieure en valeur absolue) au cours de l'intervalle temporel $I3$, du fait qu'aucune commande du second interrupteur 25 ne permet alors de s'opposer à cette tendance.

20 Dans des modes préférés de réalisation, la valeur de consigne $V1c$, la valeur souhaitée $V2s$, le nombre $N1$ de spires du premier enroulement secondaire régulé 23 et le nombre $N2$ de spires du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 sont tels que $N2 / N1 > |V2s / V1c|$. Dans un tel cas, la tension $V2$ tend sensiblement, en valeur absolue, vers une valeur $|V1c| \times N2 / N1$ qui est supérieure à la valeur $|V2s|$. Par
25 conséquent, il est également possible d'obtenir une tension $V2$ sensiblement égale à la valeur souhaitée $V2s$, y compris dans des scénarios pour lesquels la tension $V2$ tendrait à être inférieure, en valeur absolue, à la valeur $|V1c| \times N2 / N1$. En effet, dans un tel cas, le second interrupteur 25 est en permanence alternativement ouvert et fermé, et il est plus souvent à l'état ouvert lorsque la tension $V2$ tend à dépasser (en valeur absolue) la
30 valeur $|V1c| \times N2 / N1$ que lorsque ladite tension $V2$ tend à être inférieure (en valeur absolue) à ladite valeur $|V1c| \times N2 / N1$.

La **figure 5** représente des diagrammes temporels représentant schématiquement le comportement du convertisseur « flyback » 20 illustré par la **figure 3**, dans le cas où le rapport $N2 / N1$ est supérieur au rapport $|V2s / V1c|$. Par exemple, si la
35 valeur souhaitée $V2s$ est inférieure, en valeur absolue, à la valeur de consigne $V1c$, alors le nombre $N2$ de spires du deuxième enroulement secondaire non régulé 24 peut être égal au nombre $N1$ de spires du premier enroulement secondaire régulé 23.

Avantageusement, la valeur souhaitée V_{2s} peut être choisie indépendamment du rapport N_2 / N_1 . Le potentiel de référence adapté est celui de la masse électrique en choisissant une valeur souhaitée V_{2s} égale à $-V_{1c} \times R_2 / R_1$.

Les parties a), b) et c) de la **figure 5** sont identiques à celles de la **figure 4**.

5 La partie d) de la **figure 5** représente schématiquement la tension V_2 au niveau du deuxième enroulement secondaire non régulé 24. Comme on peut le constater, au cours des intervalles temporels I_1 , I_2 et I_4 , ladite tension V_2 est sensiblement égale à la valeur souhaitée V_{2s} . Toutefois, la tension V_2 est également sensiblement égale à la valeur souhaitée V_{2s} au cours de l'intervalle temporel I_3 .

10 La partie e) de la **figure 5** représente schématiquement le pourcentage du temps au cours duquel le second interrupteur 25 est à l'état fermé. Comme on peut le constater, c'est au cours de l'intervalle temporel I_3 que le second interrupteur 25 est plus souvent fermé. Cela s'explique par le fait que la tension V_2 tend, en l'absence de contrôle au moyen dudit second interrupteur 25, à être inférieure, en valeur absolue, à la
15 valeur $|V_{1c}| \times N_2 / N_1$. A contrario, c'est au cours de l'intervalle temporel I_1 que ledit second interrupteur 25 est le plus souvent ouvert, du fait que la tension V_2 tend à dépasser, en valeur absolue, la valeur $|V_{1c}| \times N_2 / N_1$.

La **figure 6** représente un mode préféré de réalisation du convertisseur « flyback » 20. Tel qu'illustré par la **figure 6**, le convertisseur « flyback » 20 comporte,
20 outre les éléments déjà décrits en référence à la **figure 3**, un module 27 d'activation du premier module 221 de commande.

Plus particulièrement, le module 27 d'activation est configuré pour détecter une désactivation dudit premier module 221 de commande en fonction de la valeur de la tension V_2 du deuxième enroulement secondaire non régulé 24, et pour envoyer un signal
25 d'activation audit premier module 221 de commande lorsqu'une désactivation est détectée.

En effet, lorsque la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 est très faible voire nulle, le premier module 221 de commande peut se désactiver, c'est-à-dire se mettre en veille, et laisser le premier interrupteur 220 ouvert de façon permanente.
30 Le premier module 221 de commande peut se désactiver quelle que soit la charge sur le deuxième enroulement secondaire non régulé 24.

La **figure 7** représente des diagrammes temporels représentant schématiquement le comportement du convertisseur « flyback » 20 illustré par la **figure 6**, dans le cas où le rapport N_2 / N_1 est supérieur au rapport $|V_{2s} / V_{1c}|$.

35 Les parties b) et c) de la **figure 7** sont identiques à celles de la **figure 5**. La partie a) de la **figure 7** est identique à celle de la **figure 5** à l'exception près que, au cours de l'intervalle temporel I_2 , la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 est

nulle. Les parties d) et e) de la **figure 7** correspondent respectivement à la valeur de la tension V_2 et au pourcentage du temps au cours duquel le second interrupteur 25 est à l'état fermé.

Dans la **figure 7**, le premier module 221 de commande se désactive au cours de l'intervalle temporel I_2 , du fait qu'il détecte, par des moyens qui sortent du cadre de l'invention, que la charge du premier enroulement secondaire régulé 23 est nulle. La tension V_2 qui serait alors obtenue, en l'absence du module 27 d'activation, est représentée en traits discontinus sur la partie d), et on constate que celle-ci tendrait vers une valeur nulle.

Grâce au module 27 d'activation, on constate que la valeur de la tension ne tend pas vers une valeur nulle.

Dans l'exemple illustré par la **figure 6**, le module 27 d'activation se présente sous la forme d'un circuit comparateur qui compare la valeur de la tension V_2 à une valeur minimale V_{2min} prédéfinie. Lorsque la valeur de la tension V_2 devient supérieure à la valeur minimale V_{2min} (c'est-à-dire inférieure en valeur absolue, soit lorsque $|V_2| < |V_{2min}|$), une désactivation du premier module 221 de commande est détectée. Le circuit comparateur peut également, suivant un autre exemple, comparer le potentiel du point milieu 262 du pont diviseur de tension à un potentiel d'activation prédéfini, choisi de telle sorte que le potentiel du point milieu 262 devient inférieur, en valeur absolue, au potentiel d'activation lorsque la valeur de la tension V_2 est inférieure, en valeur absolue, à la valeur minimale V_{2min} .

Tel qu'illustré par la partie d) de la **figure 7**, à partir de la désactivation du premier module 221 de commande au cours de l'intervalle temporel I_2 , la tension V_2 décroît progressivement, en valeur absolue, jusqu'à la valeur minimale V_{2min} . A cet instant, le module 27 d'activation détecte la désactivation du premier module 221 de commande et lui envoie un signal d'activation. La tension V_2 stagne alors sensiblement autour de la valeur minimale V_{2min} , et le second interrupteur 25 est, dans cet exemple, en permanence à l'état fermé jusqu'au début de l'intervalle temporel I_3 .

La description ci-avant illustre clairement que par ses différentes caractéristiques et leurs avantages, la présente invention atteint les objectifs qu'elle s'était fixés. En particulier, le convertisseur « flyback » 20 selon l'invention permet d'améliorer la précision de la valeur de la tension au niveau d'enroulements secondaires non régulés 24, et ce sans dégrader la précision de la valeur de la tension au niveau du premier enroulement secondaire régulé 23.

REVENDICATIONS

1. Convertisseur (20) de tension DC/DC comportant une source (21) de tension DC reliée à un enroulement primaire (22), au moins un premier enroulement secondaire (23) et un deuxième enroulement secondaire (24) couplés à l'enroulement primaire (22), ledit convertisseur de tension DC/DC comportant en outre un premier interrupteur (220) électriquement en série avec l'enroulement primaire (22) et un premier module (221) de commande configuré pour commander ledit premier interrupteur (220) de sorte à réguler une tension V1 au niveau du premier enroulement secondaire (23) autour d'une valeur de consigne V1c prédéfinie, **caractérisé en ce qu'il** comporte un second interrupteur (25) électriquement en série avec le deuxième enroulement secondaire (24) et un second module (26) de commande configuré pour commander ledit second interrupteur (25) de sorte à empêcher une tension V2 au niveau du deuxième enroulement secondaire (24) d'atteindre une valeur pour laquelle :

$$|V2 / V1| > |V2s / V1c|$$

expression dans laquelle V2s est une valeur souhaitée prédéfinie de la tension V2 au niveau du deuxième enroulement secondaire (24).

2. Convertisseur (20) selon la revendication 1, dans lequel la valeur de consigne V1c, la valeur souhaitée V2s, le nombre N1 de spires du premier enroulement secondaire (23) et le nombre N2 de spires du deuxième enroulement secondaire (24) sont tels que :

$$N2 / N1 > |V2s / V1c|$$

3. Convertisseur (20) selon la revendication 2, dans lequel le nombre N2 de spires du deuxième enroulement secondaire (24) est égal au nombre N1 de spires du premier enroulement secondaire (23), et dans lequel la valeur souhaitée V2s est inférieure, en valeur absolue, à la valeur de consigne V1c.

4. Convertisseur (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le second module (26) de commande comporte :

- un pont diviseur de tension agencé entre deux bornes reliées respectivement au premier enroulement secondaire (23) et au deuxième enroulement secondaire (24), ledit pont diviseur de tension comportant deux composants résistifs (260, 261) séparés par un point milieu (262),
- un circuit comparateur (263) comportant deux entrées reliées respectivement au point milieu (262) du pont diviseur de tension et à une source de potentiel de référence, et une sortie reliée au second interrupteur (25).

5. Convertisseur (20) selon la revendication 4, dans lequel le rapport de résistances des deux composants résistifs (260, 261) du pont diviseur de tension est égal au rapport $|V1c / V2s|$.
6. Convertisseur (20) selon la revendication 5, dans lequel la valeur
5 souhaitée $V2s$ et la valeur de consigne $V1c$ sont de signes opposés, et dans lequel la source de potentiel de référence est la masse électrique.
7. Convertisseur (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un module (27) d'activation du premier module (221) de commande configuré pour détecter une désactivation dudit premier module (221) de commande en fonction de
10 la valeur de la tension $V2$ au niveau du deuxième enroulement secondaire (24), et pour envoyer un signal d'activation audit premier module (221) de commande lorsqu'une désactivation est détectée.
8. Convertisseur (20) selon la revendication 7, dans lequel une désactivation du premier module (221) de commande est détectée lorsque la valeur de la tension $V2$ au
15 niveau du deuxième enroulement secondaire (24) est inférieure, en valeur absolue, à une valeur minimale $V2min$ prédéfinie.
9. Véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il** comporte un convertisseur (20) de tension DC/DC selon l'une quelconque des revendications précédentes.

1/4

Fig 1

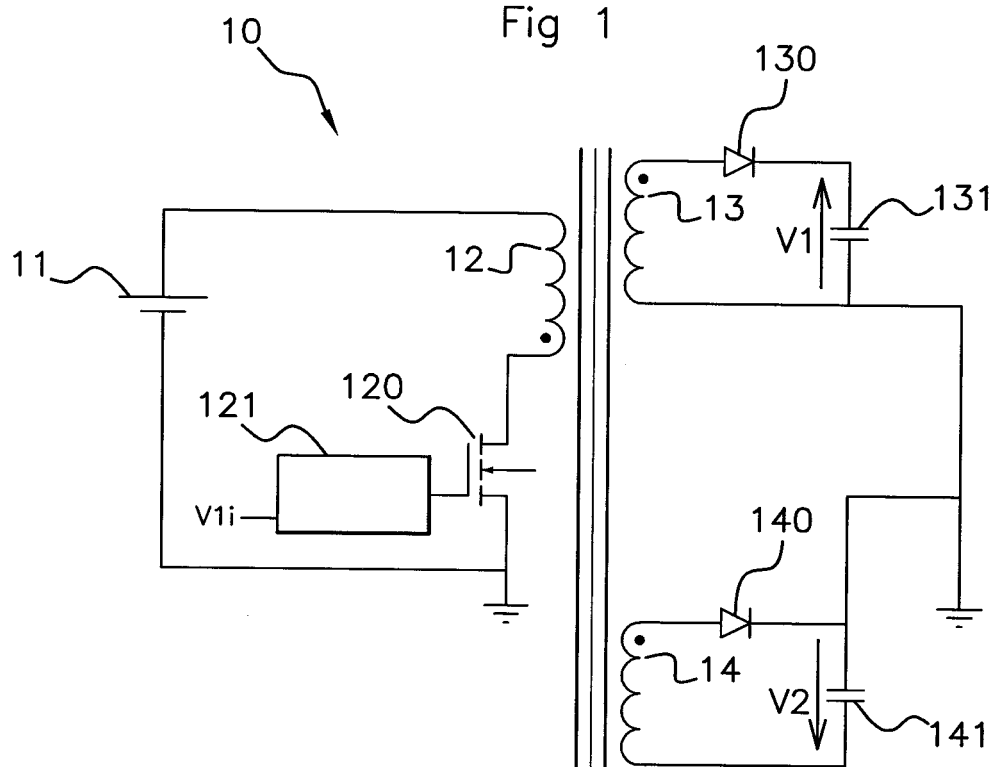
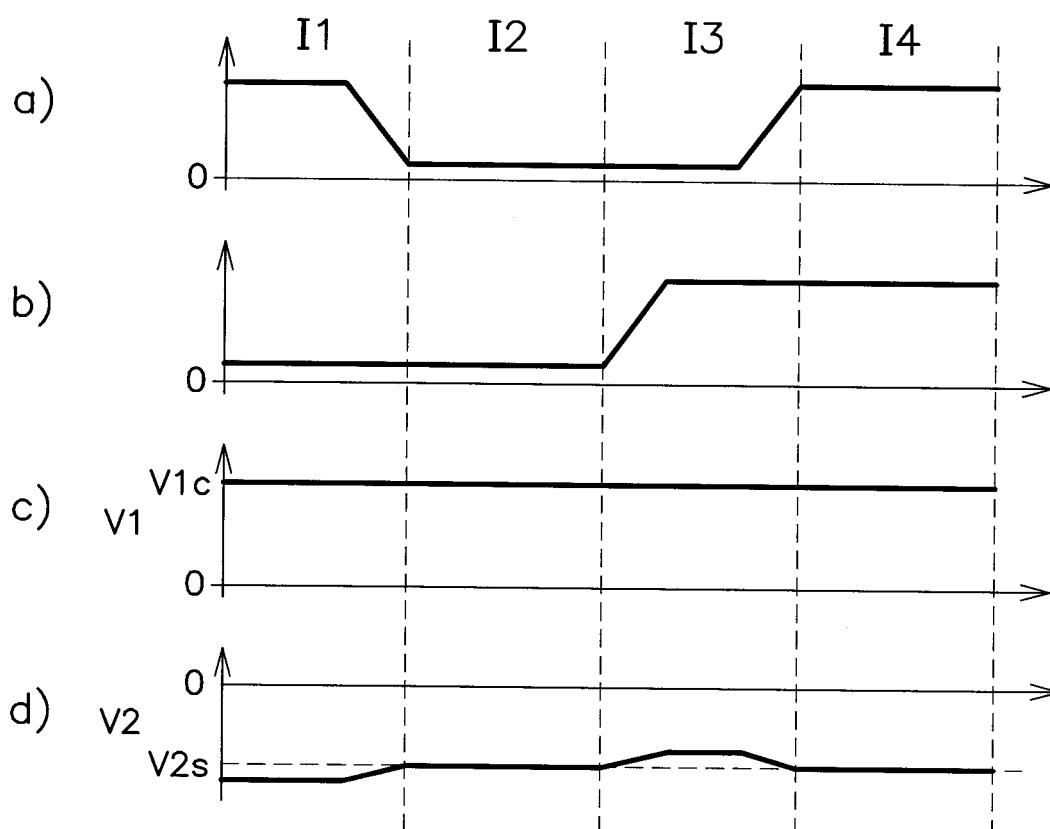


Fig 2



2/4

Fig 3

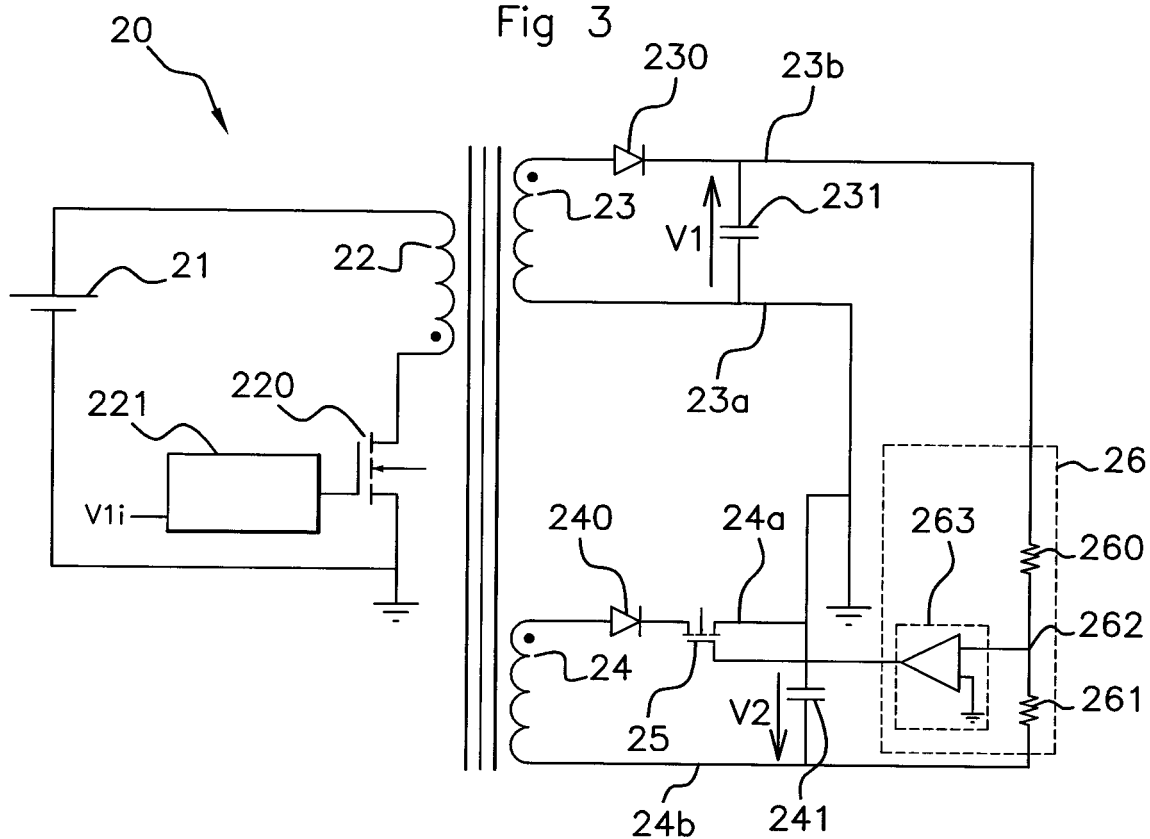
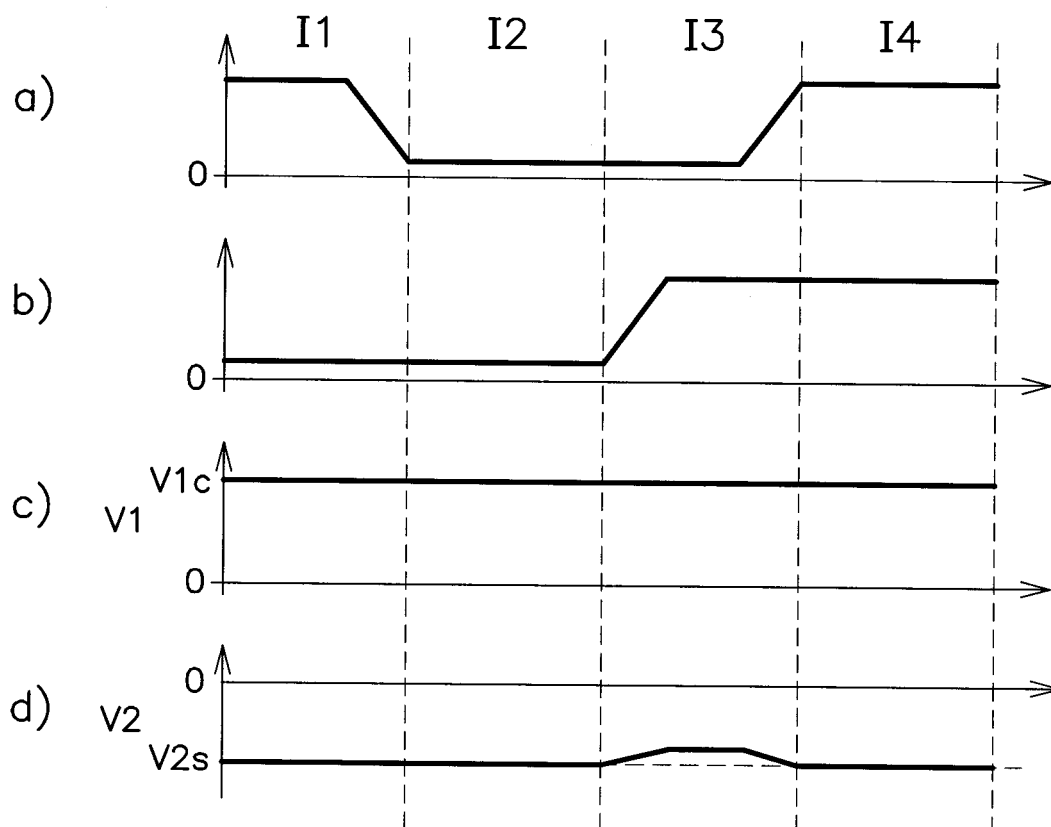
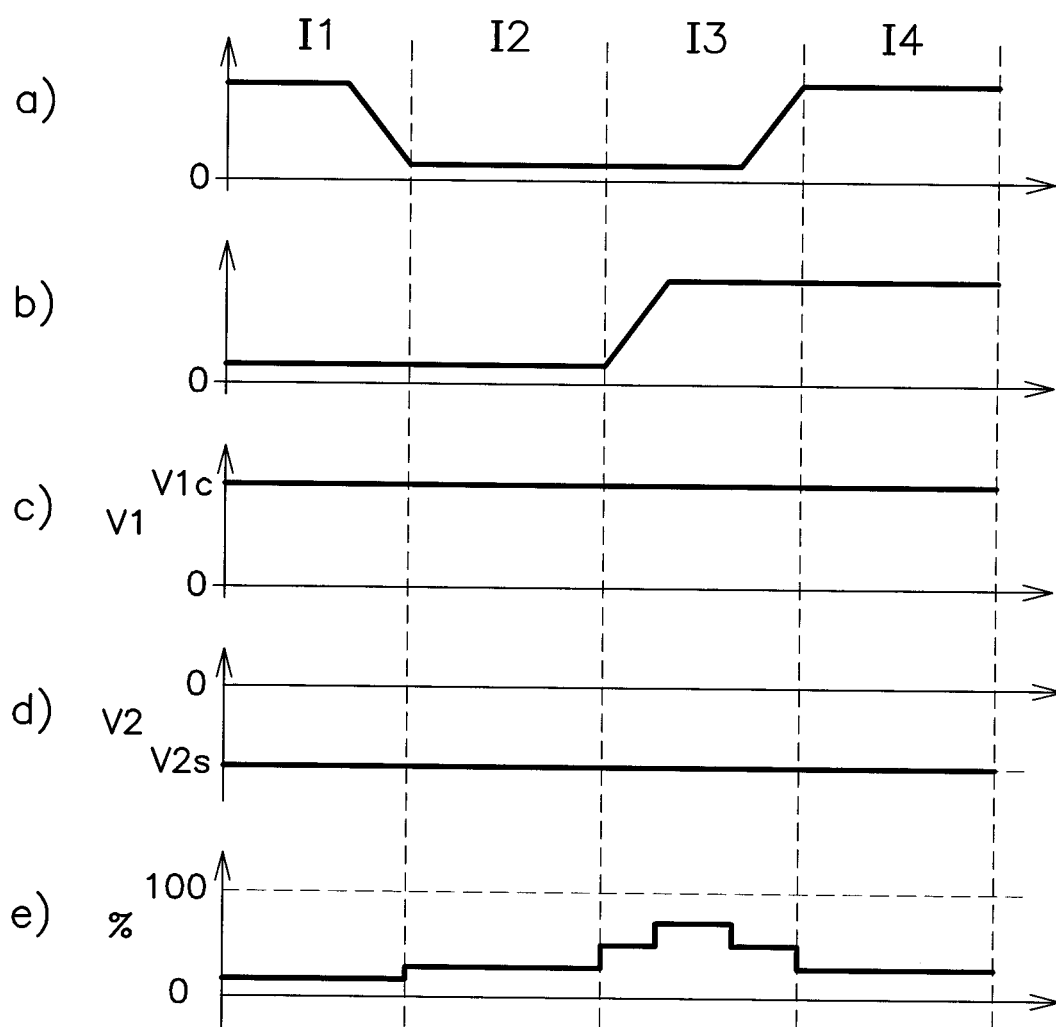


Fig 4



3/4

Fig 5



4/4

Fig 6

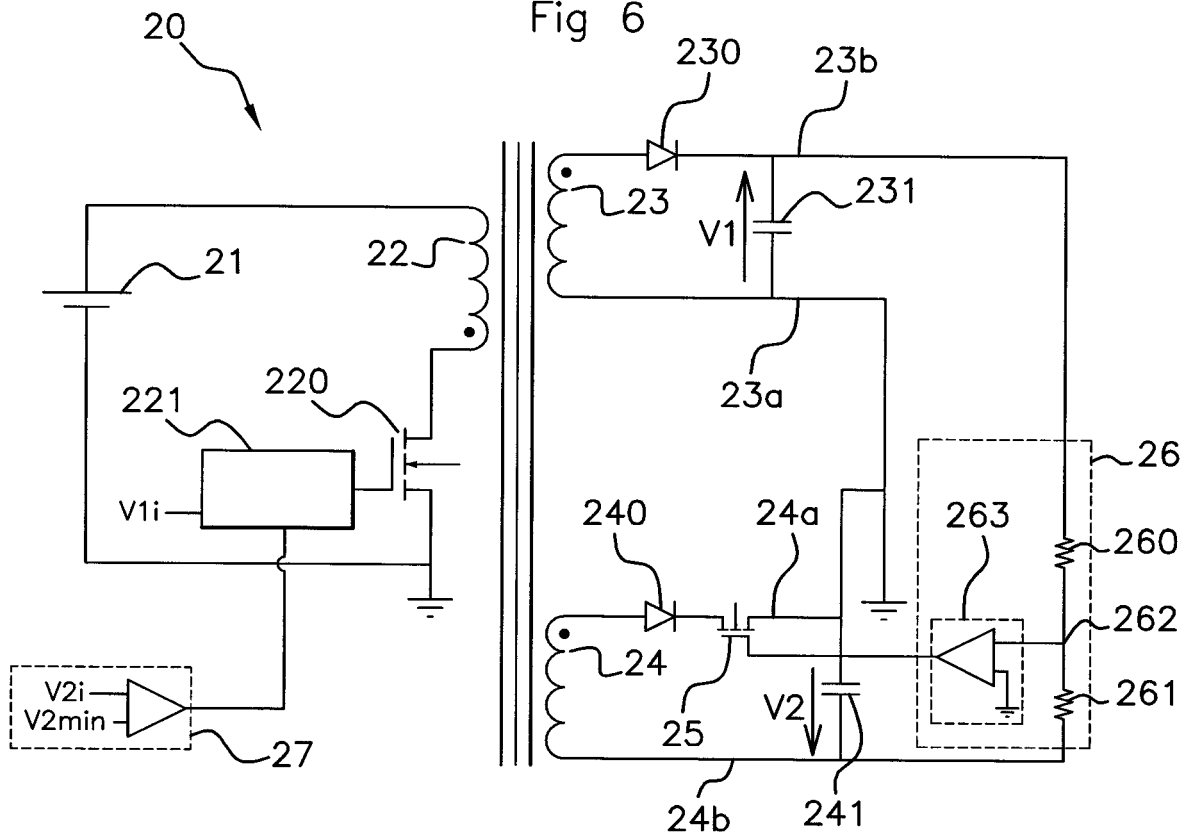
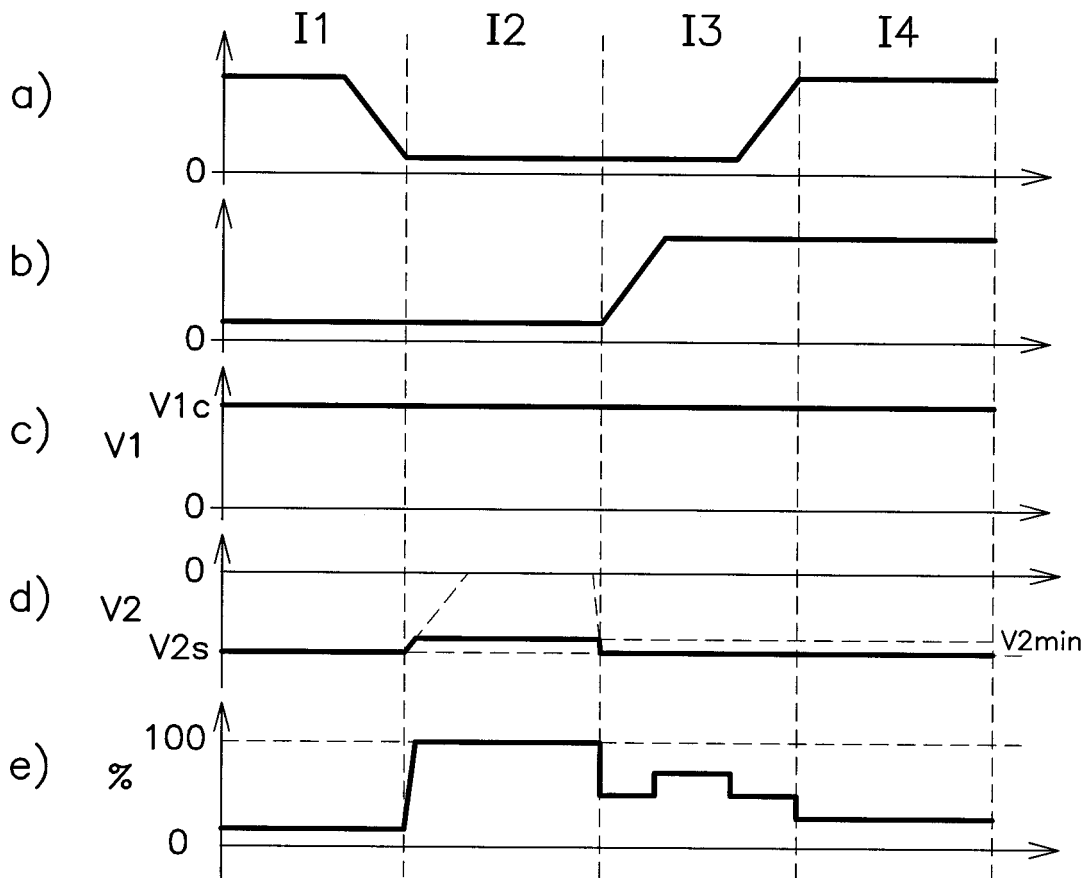


Fig 7





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 805971
FR 1462257

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	EP 0 698 959 A1 (SIEMENS AG OESTERREICH [AT]) 28 février 1996 (1996-02-28) * colonne 1, ligne 31 - colonne 2, ligne 35 * * colonne 3, ligne 11 - colonne 4, ligne 38 * * colonne 5, ligne 20 - ligne 32 * * colonne 6, ligne 3 - ligne 10 * * figure 1 *	1-9	H02M3/04
X	----- US 6 038 150 A (YEE HSIAN-PEI [US] ET AL) 14 mars 2000 (2000-03-14) * colonne 1, ligne 66 - colonne 2, ligne 16 * * colonne 3, ligne 41 - ligne 56 * * colonne 5, ligne 14 - ligne 27; figures 3,4 *	1-9	
A	----- Michael Giesselmann ET AL: "Chapter 7: Modulation Strategies" In: "The Power Electronics Handbook", novembre 2001 (2001-11), CRC Press, U.S.A., XP055224146, ISBN: 978-0-8493-7336-7 DOI: http://dx.doi.org/10.1201/9781420037067 , * Section 7.7 *	4-6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 octobre 2015		Lochhead, Steven	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1462257 FA 805971**

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 **30-10-2015**

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
EP 0698959	A1	28-02-1996	AT 404306 B	27-10-1998
			DE 59507724 D1	09-03-2000
			DK 0698959 T3	24-07-2000
			EP 0698959 A1	28-02-1996
			FI 953936 A	23-02-1996

US 6038150	A	14-03-2000	JP 3445497 B2	08-09-2003
			JP H11136935 A	21-05-1999
			US 6038150 A	14-03-2000
