

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.02.13.

30 Priorité : 24.02.12 DE 102012202867.6.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.08.13 Bulletin 13/35.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH — DE.

72 Inventeur(s) : RAPP HOLGER.

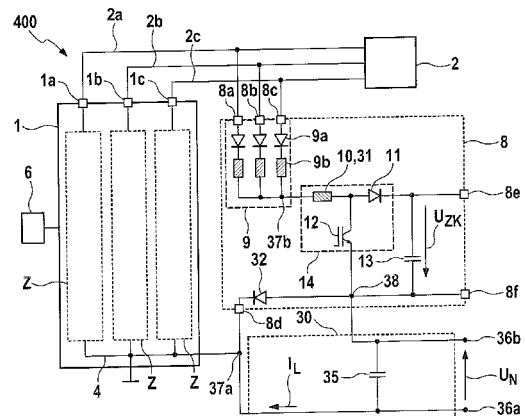
73 Titulaire(s) : ROBERT BOSCH GMBH.

74 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

54 CIRCUIT DE CHARGE D'UNE INSTALLATION DE STOCKAGE D'ENERGIE ET SON PROCEDE DE CHARGE.

57 Circuit de charge (30) d'une installation d'alimentation en énergie (1) comportant plusieurs branches (Z) pour générer une tension alternative sur un ensemble de bornes de sortie (1a, 1b, 1c).

Un premier montage en demi-pont (9) a un ensemble de premières bornes d'alimentation (8a, 8b, 8c) couplées à chacune des bornes de sortie (1a, 1b, 1c). Un premier noeud d'alimentation (37b) est relié au premier montage en demi-pont (9). Un second noeud d'alimentation (37a) est couplé au rail de potentiel de référence (4) de l'installation (1). Un circuit d'alimentation (35) couplé aux bornes d'entrée (36a, 36b) du circuit de charge (30) fournit au moins périodiquement une tension continue de charge (U_N). Le montage en série formé d'une bobine de convertisseur (31) et d'un élément de commutation (12) est couplé entre les premiers noeuds d'alimentation (37a, 37b) et le circuit d'alimentation (35) fournissant un courant continu (I_L).



Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à un circuit de charge d'une installation d'alimentation en énergie comportant plusieurs branches d'alimentation en énergie ayant chacune un ensemble de modules d'alimentation en énergie pour générer une tension alternative sur un ensemble de bornes de sortie de l'installation d'alimentation en énergie.

L'invention se rapporte également à un procédé de charge d'une installation de stockage d'énergie, notamment pour charger des batteries sous une tension continue.

Etat de la technique

Le développement prévoit l'utilisation de plus en plus de systèmes électroniques à la fois pour des applications stationnaires telles que les éoliennes ou les installations photovoltaïques mais aussi les installations mobiles de véhicules telles que des véhicules hybrides ou des véhicules électriques utilisant les nouvelles techniques de stockage d'énergie pour l'entraînement électrique.

L'alimentation d'une machine électrique avec un courant polyphasé se fait habituellement avec un onduleur sous la forme d'un commutateur commandé par impulsion. Ainsi, la tension continue fournie par un circuit intermédiaire de tension continue est transformée en une tension alternative polyphasée, par exemple une tension alternative triphasée. Le circuit intermédiaire de tension continue est alimenté par une ligne formée de modules de batteries branchés en série. Pour remplir les conditions de puissance et d'énergie correspondant à chaque application, il faut souvent plusieurs modules de batteries branchés en série dans une batterie de traction.

Le montage en série de plusieurs modules de batteries a l'inconvénient que l'ensemble de la ligne est défaillant si un seul module est hors service. Une telle défaillance de la ligne d'alimentation en énergie peut se traduire par l'arrêt de l'ensemble du système. En outre, des réductions de puissance temporaires ou permanentes d'un seul module de batteries se traduisent par une réduction de la puissance de l'ensemble de la ligne d'alimentation en énergie.

Le document US 5 642 275 A1 décrit un système de batteries intégrant une fonction d'onduleur. Les systèmes de ce type sont connus sous la dénomination d'inverseur en cascade multiniveaux ou d'inverseur direct de batterie (BDI). Ces systèmes ont des sources de courant continu réparties en plusieurs lignes ou cordons de modules de stockage d'énergie raccordés directement à une machine électrique ou à un réseau électrique pour générer les tensions d'alimentation monophasées ou polyphasées. Les lignes de modules de stockage d'énergie se composent d'un ensemble de modules branchés en série et chaque module d'alimentation en énergie comporte au moins une cellule de batteries et son unité de couplage commandée, associée, permettant en fonction de signaux de commande, de court-circuiter la cellule de batteries associée ou de brancher cette cellule dans la ligne de modules d'alimentation respective. L'unité de couplage permet en outre de brancher la cellule de batterie avec une polarité inverse dans la ligne des modules d'alimentation en énergie ou de couper la ligne respective. Par une commande appropriée des unités de couplage, par exemple par modulation de largeur d'impulsion, on obtient des signaux de phase pour commander la tension de sortie de phase, ce qui évite l'utilisation d'onduleurs impulsions distincts. L'onduleur impulsionsnel nécessaire à la commande de la tension de sortie de phase est ainsi en quelque sorte intégré dans l'élément BDI.

Par rapport aux systèmes usuels, les éléments BDI ont en général un rendement plus élevé ; ils présentent une plus grande fiabilité et la tension de sortie a significativement moins d'harmoniques. La fiabilité résulte entre autres de ce que les cellules de batteries défectueuses, à l'arrêt ou qui ne fournissent pas la puissance totale, peuvent être court-circuitées dans la ligne d'alimentation en énergie par la commande de leur unité de couplage. La tension de sortie de phase d'une ligne de modules d'alimentation en énergie peut ainsi être modifiée par la commande appropriée des unités de couplage et notamment être réglées en échelons. L'échelonnement de la tension de sortie résulte de ce que la tension d'un seul module d'alimentation en énergie détermine la tension de sortie de phase, maximale possible qui est la somme

de la tension de tous les modules d'alimentation en énergie d'une ligne de modules.

Les documents DE 10 2010 027 857 A1 et DE 10 2010 027 861 A1 décrivent par exemple des inverseurs directs de batteries à plusieurs lignes de modules de batteries raccordées directement à une machine électrique.

A la sortie des éléments BDI, on ne dispose pas de tension continue constante car les cellules d'alimentation en énergie sont réparties entre différents modules d'alimentation en énergie et leurs installations de couplage sont commandées de manière ciblée pour générer une tension de sortie. Du fait de cette répartition, un élément BDI n'est pas en principe une source de tension continue, par exemple pour alimenter le réseau embarqué d'un véhicule électrique. De ce fait, on ne peut simplement charger les cellules de stockage en énergie par une source de tension usuelle.

But de l'invention

La présente invention a pour but de développer un circuit de charge d'une installation de stockage d'énergie et son procédé de gestion permettant de charger des cellules de stockage d'énergie de l'installation en utilisant une tension continue et de fournir une tension continue à l'extérieur pendant le mode de charge.

Exposé et avantages de l'invention

A cet effet, l'invention a pour objet un circuit de charge d'une installation d'alimentation en énergie comportant plusieurs branches d'alimentation en énergie ayant chacune un ensemble de modules d'alimentation en énergie pour générer une tension alternative sur un ensemble de bornes de sortie de l'installation d'alimentation en énergie comprenant :

- un premier montage en demi-pont avec un ensemble de premières bornes d'alimentation couplées à chacune des bornes de sortie de l'installation d'alimentation en énergie,
- un premier nœud d'alimentation relié au montage en demi-pont,
- un second nœud d'alimentation couplé au rail de potentiel de référence de l'installation d'alimentation en énergie,

- un circuit d'alimentation couplé aux bornes d'entrée du circuit de charge et fournissant au moins périodiquement une tension continue de charge,
- un montage en série formé d'une bobine de convertisseur et d'un élément de commutation couplé entre les premiers nœuds d'alimentation et le circuit d'alimentation et fournissant un courant continu pour charger les modules de stockage d'énergie.

Ce circuit comporte une diode de roue libre couplée entre l'élément de commutation et les seconds nœuds d'alimentation.

10 Ainsi, l'invention a pour objet un système d'entraînement électrique comportant une installation de stockage d'énergie ayant un ensemble de branches d'alimentation en énergie avec un ensemble de modules de stockage d'énergie pour générer une tension alternative appliquée à un ensemble de bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie et un circuit de charge dont les bornes d'alimentation sont reliées respectivement à l'une des bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie et dont les seconds nœuds d'alimentation sont couplés à un rail de potentiel de référence de l'installation de stockage d'énergie et un dispositif de prise de tension continue. Le dispositif de prise de tension continue comporte une borne de référence couplée aux seconds nœuds d'alimentation du circuit de charge ainsi qu'un releveur de tension entre les premiers nœuds d'alimentation du circuit de charge et la borne de référence pour qu'en fonction du potentiel entre le montage en demi-pont et la borne de référence, fournir une tension continue sur les bornes de prise du dispositif de prise de tension continue. La bobine de conversion du circuit de charge constitue en même temps la bobine du releveur de tension du dispositif de prise de tension continue et l'élément de commutation du circuit de charge constitue en même temps un élément de commutation du releveur de tension du dispositif de prise de tension continue.

35 Selon un autre développement, l'invention a pour objet un procédé de charge d'une installation de stockage d'énergie avec un circuit de charge selon l'invention et un ensemble de branches d'alimentation ayant chacune un ensemble de modules de stockage d'énergie pour générer une tension alternative sur un ensemble de

bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie, ce procédé consistant à générer au moins périodiquement un courant continu en fonction d'une tension continue de charge de la commande cadencée de l'élément de commutation selon un rapport de travail prédéfini pour injecter le courant continu par le montage en demi-pont dans les bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie et faire repasser le courant continu par le rail de potentiel de référence de l'installation de stockage d'énergie.

L'invention a l'avantage que sa caractéristique concerne un circuit dont les sorties sont couplées à une installation de stockage d'énergie, notamment un redresseur de batteries qui injecte un courant continu de charge des cellules de stockage d'énergie de l'installation de stockage d'énergie dans les sorties de l'installation de stockage d'énergie. Un demi-pont à diodes comme installation d'alimentation, branché sur les bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie, fait passer le courant de charge du circuit de charge par les bornes de sortie. De manière particulièrement avantageuse, l'installation d'alimentation du circuit de charge utilise un demi-pont de diodes d'un dispositif de prise de tension continue existant pour fournir une autre tension continue, par exemple pour alimenter un condensateur de circuit intermédiaire du réseau embarqué à partir de l'installation de stockage d'énergie.

Un avantage considérable de ce circuit de charge est sa compatibilité avec un dispositif de prise de tension continue, c'est-à-dire que le circuit de charge et le dispositif de prise de tension continue ne se gênent pas réciproquement dans leur fonctionnement. Un autre avantage est que le nombre de composants est réduit pour la réalisation en même temps d'un circuit de charge et d'un dispositif de prise de tension continue car certains composants ont une double fonction. Cela réduit le nombre de composants nécessaires et l'encombrement ainsi que le poids du système, en particulier s'il s'agit d'un système d'entraînement électrique comme celui d'un véhicule à entraînement électrique.

De façon avantageuse, on pourra choisir entre le fonctionnement actif du circuit de charge et le dispositif de prise de tension

continue suivant l'état de fonctionnement de l'installation de stockage d'énergie. Par exemple, dans un mode de fonctionnement de roulage d'un véhicule à moteur électrique avec stockage d'énergie qui comporte un circuit de charge et un dispositif de prise de tension continue, ce
5 dispositif de prise de tension continue sera activé alors qu'en mode de repos ou d'arrêt du véhicule, le circuit de charge sera activé. Il est toutefois particulièrement avantageux que le circuit de charge et le dispositif de prise de tension continue fonctionnent simultanément. Dans ce cas, l'énergie électrique, par exemple fournie par le circuit de charge, ne
10 sera pas appliquée en totalité mais seulement partiellement aux cellules de stockage d'énergie de l'installation de stockage d'énergie alors que la partie restante sera fournie au réseau embarqué pour l'alimenter en énergie.

Le découplage de l'énergie électrique pour alimenter le réseau embarqué se fait par le blocage intermittent, de préférence cadencé de l'élément de commutation du releveur de tension du dispositif de prise de tension continue. De même que par exemple, en mode de roulage, l'énergie fournie par les cellules de stockage d'énergie de l'installation de stockage d'énergie pourra être renvoyée en totalité ou en
20 partie par le circuit de charge de l'invention vers les cellules de stockage. Le circuit de charge peut être par exemple alimenté en énergie électrique à partir du générateur d'un dispositif d'extension de plage.

L'utilisation d'un demi-pont à diodes comme installation d'alimentation assure avantageusement que l'installation de stockage d'énergie reçoit l'énergie de charge car elle a une plage de réglage de tension bipolaire par branche d'alimentation en énergie.

En option, le circuit de charge comporte un commutateur semi-conducteur supplémentaire qui permet par intermittence le blocage et l'ouverture d'un mode abaisseur cadencé du circuit de charge.

30 Selon un développement du circuit de charge de l'invention, le montage en demi-pont comporte un ensemble de diodes couplées respectivement entre les premiers nœuds d'alimentation et un ensemble de bornes d'alimentation. Selon un développement avantageux, le montage en demi-pont comporte un ensemble de bobines de
35 commutation couplées entre l'ensemble de diodes et les premiers

nœuds d'alimentation. Cela permet de compenser ou d'atténuer les variations, notamment les variations haute fréquence qui se produisent à certains instants dans la commande de l'installation de stockage d'énergie pour compenser ou amortir les potentiels sur les bornes de
5 sortie.

Selon un autre développement du circuit de charge de l'invention, le circuit d'alimentation comporte un condensateur d'alimentation couplé entre les bornes d'entrée du circuit de charge et qui fournit la tension continue de charge pour charger les modules de
10 stockage d'énergie.

Selon un autre développement du circuit de charge de l'invention, le circuit d'alimentation comporte un transformateur dont le primaire est couplé entre les bornes d'entrée du circuit de charge et un redresseur en pont complet couplé sur le secondaire du transformateur et fournissant une tension continue de charge, pulsée, pour charger les
15 modules de stockage d'énergie.

Selon un autre développement du circuit de charge de l'invention, le circuit comporte en outre un commutateur semi-conducteur entre deux nœuds d'alimentation et le circuit d'alimentation pour désactiver le circuit de charge par l'ouverture sélective ou par l'ouverture et la fermeture intermittentes, de préférence cadencées et permettre un fonctionnement en abaisseur du circuit de charge.
20

Selon un développement du système d'entraînement de l'invention, le système comporte une machine électrique à n-phases avec n-branchements de phase, couplés aux bornes de sortie de l'installation de stockage d'énergie ($n \geq 1$).
25

Selon un développement de l'invention, le procédé est utilisé pour charger une installation de stockage d'énergie d'un véhicule à entraînement électrique équipé d'un système d'entraînement électrique selon l'invention.
30

Selon un autre développement, le procédé comporte en outre les étapes consistant à commander de manière cadencée l'élément commutateur avec un rapport de travail prédéfini pour injecter la composante de courant continu dépendant du rapport de travail par la diode de sortie du releveur de tension d'un dispositif de prise de tension
35

continue dans le condensateur de circuit intermédiaire du dispositif de prise de tension continue et la charge raccordée et ainsi que le retour de la composante du courant continu dépendant du rapport de travail par un nœud de liaison vers le circuit de charge.

5 **Dessins**

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide de circuits de charge représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- 10 - la figure 1 est un schéma d'un système équipé d'une installation de stockage d'énergie,
- la figure 2 est un schéma d'un module de stockage d'énergie d'une installation de stockage d'énergie,
- la figure 3 est un schéma d'un module de stockage d'énergie d'une installation de stockage d'énergie,
- 15 - la figure 4 est un schéma d'un système comportant une installation de stockage d'énergie et un dispositif de prise de tension continue correspondant à un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est un schéma d'un système comportant une installation de stockage d'énergie et un dispositif de prise de tension continue correspondant à un autre mode de réalisation de l'invention,
- 20 - la figure 6 est un schéma d'un circuit de charge d'une branche d'alimentation en énergie d'une installation de stockage d'énergie selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- la figure 7 est un schéma d'un circuit de charge d'une branche d'alimentation en énergie d'une installation de stockage d'énergie selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- 25 - la figure 8 est un schéma d'un système comportant une installation de stockage d'énergie, un circuit de charge et un dispositif de prise de tension continue selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- 30 - la figure 9 est un schéma d'un système comportant une installation de stockage d'énergie, un circuit de charge et un dispositif de prise de tension continue selon un autre mode de réalisation de l'invention,

- la figure 10 est un schéma d'un système comportant une installation de stockage d'énergie, un circuit de charge et un dispositif de prise de tension continue selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- 5 - la figure 11 est un schéma d'un procédé de charge d'une installation de stockage d'énergie correspondant à un autre mode de réalisation de l'invention.

Description de modes de réalisation de l'invention

La figure 1 est le schéma d'un système 100 comportant
10 une installation de stockage d'énergie 1 pour la conversion de la tension continue fournie par des modules de stockage 3 en une tension alternative à n-phase. L'installation de stockage d'énergie 1 comporte plusieurs branches d'alimentation Z dont trois sont représentées à titre d'exemple à la figure 1 ; ces branches permettent de générer une tension alternative triphasée, par exemple pour une machine à courant tournant 2.
15 Mais tout autre nombre de branches d'alimentation Z est possible. Les branches d'alimentation Z peuvent comporter plusieurs modules de stockage d'énergie 3 reliés en série dans les branches de stockage Z. A titre d'exemple, la figure 1 montre trois modules de stockage d'énergie 3
20 par branche Z mais tout autre nombre de modules de stockage d'énergie 3 est possible. L'installation de stockage d'énergie 1 dispose sur chaque branche Z d'une borne de sortie 1a, 1b, 1c, reliée respectivement à des lignes de phase 2a, 2b, 2c.

Le système 100 comporte en outre une installation de
25 commande 6 reliée à l'installation de stockage d'énergie 1 pour commander cette installation 1 et fournir les tensions de sortie souhaitées par les bornes de sortie 1a, 1b, 1c respectives.

Les modules de stockage d'énergie 3 ont chacun deux bornes de sortie 3a, 3b fournissant la tension de sortie des modules 3.
30 Comme les modules de stockage d'énergie 3 sont principalement branchés en série, leurs tensions de sortie s'additionnent pour donner la tension de sortie totale disponible sur chacune des bornes de sortie 1a, 1b, 1c de l'installation de stockage d'énergie 1.

Les figures 2 et 3 montrent de manière plus détaillée des
35 modes de réalisation possibles des modules de stockage d'énergie 3. Les

modules de stockage d'énergie 3 comportent respectivement une installation de couplage 7 à plusieurs éléments de couplage 7a, 7c et le cas échéant les éléments 7b et 7d. Les modules de stockage d'énergie 3 ont en outre chacun un module de cellules de stockage d'énergie 5 ayant
5 une ou plusieurs cellules de stockage d'énergie 5a-5k branchées en série.

Le module de cellules de stockage d'énergie 5 comporte par exemple des batteries 5a-5k telles que des batteries lithium-ion branchées en série. Le nombre de cellules de stockage d'énergie 5a-5k
10 dans les modules de stockage d'énergie 3 présentés aux figures 2 et 3 est égal à deux mais tout autre nombre de cellules de stockage d'énergie 5a-5k est possible.

Les modules de stockage d'énergie 5 sont reliés aux bornes d'entrée par des lignes de liaison dans l'installation de couplage correspondante 7. L'installation de couplage 7 est représentée à la figure 2 à titre d'exemple comme montage en pont complet avec chaque
15 fois deux éléments de couplage 7a, 7c et deux éléments de couplage 7b, 7d. Les éléments de couplage 7a, 7b, 7c, 7d peuvent ainsi avoir respectivement un élément de commutation actif tel qu'un commutateur semi-conducteur et en parallèle à celui-ci, une diode de roue libre. Les éléments de couplage 7a, 7b, 7c et 7d sont des commutateurs MOSFET ayant eux-mêmes une diode intrinsèque ou encore des commutateurs IGBT. En variante, chaque fois seulement deux éléments de couplage 7a, 7d sont réalisés par un élément de commutation actif de sorte que,
20 comme représenté à titre d'exemple à la figure 3, on a un montage en demi-pont asymétrique.

Les éléments de couplage 7a, 7b, 7c, 7d sont commandés à l'aide de l'installation de commande 6 de la figure 1 pour que le module de la cellule de stockage d'énergie 5 soit branché sélectivement
30 entre les bornes de sortie 3a, 3b ou encore qu'il soit court-circuité. En référence à la figure 2, le module de stockage d'énergie 5 est branché dans le sens direct entre les bornes de sortie 3a, 3b en ce que l'élément de commutation actif de l'élément de couplage 7d et l'élément de commutation actif de l'élément de couplage 7a sont mis à l'état fermé alors
35 que les deux autres éléments de commutation actif des éléments de

couplage 7b et 7c sont mis à l'état ouvert. L'état de court-circuit se règle par exemple en mettant à l'état fermé les deux éléments de commutation actifs des éléments de couplage 7a, 7b et en mettant à l'état ouvert les deux éléments de commutation actifs des éléments de couplage 7c et 7d. Un second état de court-circuit peut se réaliser en ouvrant les deux éléments de commutation actif des éléments de couplage 7a, 7b et en fermant les deux éléments de commutation actifs des éléments de couplage 7c et 7d. Enfin, le module de la cellule de stockage d'énergie 5 est branché dans le sens inverse entre les bornes de sortie 3a, 3b en ce que l'élément de commutation actif de l'élément de couplage 7b et l'élément de commutation actif de l'élément de couplage 7c sont fermés alors que les deux autres éléments de commutation actifs des éléments de couplage 7a, 7d sont ouverts. Des considérations analogues s'appliquent également au circuit en demi-pont asymétrique de la figure 3. Par une commande appropriée des installations de couplage 7, on peut ainsi intégrer de manière ciblée les différents modules des cellules de stockage d'énergie 5 des modules de stockage d'énergie 3 avec une polarité quelconque dans le montage en série d'une branche d'alimentation en énergie.

A titre d'exemple, le système 100 de la figure 1 alimente une machine électrique triphasée 2, telle que le système d'entraînement électrique d'un véhicule électrique. Mais il est également possible d'utiliser l'installation de stockage en énergie 1 pour générer le courant électrique alimentant un réseau électrique 2. Les branches d'alimentation en énergie Z peuvent être reliées par une extrémité à un point étoile à un potentiel de référence 4 (rail de potentiel de référence). Le potentiel de référence 4 est par exemple la masse. Sans autre liaison avec un potentiel de référence extérieur à l'installation d'alimentation en énergie 1, on peut fixer le potentiel des extrémités des branches d'alimentation en énergie Z reliées à un point étoile comme constituant par définition le potentiel de référence 4.

Pour générer une tension de phase entre d'une part les bornes de sortie 1a, 1b, 1c et d'autre part le rail de potentiel de référence 4, il suffit usuellement d'une partie des modules de cellules de stockage d'énergie 5 des modules 3. Leurs installations de couplage 7 se

commandent de façon que la tension de sortie totale d'une branche d'alimentation en énergie Z puisse être réglée par degrés dans une plage de réglage rectangulaire tension/intensité entre la tension négative multipliée par le nombre de modules de stockage d'énergie 3 d'un unique module de cellules de stockage d'énergie 5 avec le nombre des modules de stockage d'énergie 3 multiplié par la tension positive d'un unique module 5 d'une part et avec d'autre part, le courant nominal négatif et positif dans un seul module de stockage d'énergie 3.

Une telle installation de stockage d'énergie 1 présentée à la figure 1 fournit aux bornes de sortie 1a, 1b, 1c à différents instants de fonctionnement, les potentiels différents et ne peut telle quelle servir de source de tension continue. En particulier, dans les systèmes d'entraînement ou de motorisation électrique de véhicules, il est souvent souhaitable d'alimenter le réseau embarqué du véhicule, par exemple le réseau haute tension ou le réseau basse tension à partir de l'installation de stockage d'énergie 1. C'est pourquoi il est prévu un dispositif de prise de tension continue relié à une installation de stockage d'énergie 1 et alimenté par une tension continue, par exemple pour le réseau embarqué d'un véhicule électrique.

La figure 4 est le schéma d'un système 200 avec une installation de stockage d'énergie 1 et un tel dispositif de prise de tension continue 8. Le dispositif de prise de tension continue 8 est relié à l'installation de stockage d'énergie 1 par des premières bornes collectrices 8a, 8b, 8c et par une borne de référence 8d. Les bornes de prise 8e et 8f fournissent la tension continue U_{ZK} du dispositif de prise de tension continue 8. Les bornes de prise 8e, 8f permettent de brancher par exemple un transformateur de tension continue (non représenté) du réseau embarqué d'un véhicule électrique ou encore pour une compensation appropriée de la tension U_{ZK} entre les bornes de prise 8e, 8f et de la tension du réseau embarqué, ce réseau embarqué peut alors être branché directement.

Le dispositif de prise de tension continue 8 comporte un premier montage en demi-pont 9 relié par des premières bornes collectrices 8a, 8b, 8c respectivement à l'une des bornes de sortie 1a, 1b, 1c de l'installation de stockage en énergie 1. Les premières bornes collec-

trices 8a, 8b, 8c peuvent être couplées aux lignes de phase 2a, 2b, 2c du système 200. Ce premier montage en demi-pont 9 comporte un ensemble de premières diodes 9a couplées respectivement à l'une des bornes collectrices 8a, 8b, 8c de façon que l'anode des diodes 9a soit
5 couplée aux lignes de phase 2a, 2b, 2c. La cathode des diodes 9a est reliée à un point collecteur commun du premier montage en demi-pont 9. Ainsi, au point collecteur du montage en demi-pont 9, on aura chaque fois le potentiel instantané le plus élevé des lignes de phase 2a, 2b, 2c. En plus, on peut avoir en option plusieurs premières bobines de
10 commutation 9b entre les premières diodes 9a et le point collecteur.

Les bobines de commutation 9b atténuent les variations de potentiel engendrées par les changements étagés de potentiel résultant de la commande dans les différentes lignes de phases 2a, 2b, 2c de sorte que les diodes 9 seront moins fortement sollicitées par de fré-
15 quentes opérations de commutation.

Le dispositif de prise de tension continue 8 comporte en outre une borne de référence 8d couplée à un rail de potentiel de référence 4 de l'installation de stockage d'énergie 1. La différence de potentiel entre le point collecteur du montage en demi-pont 9 et la borne de
20 référence 8d, est relevée par un releveur de tension 14 branché entre le montage en demi-pont 9 et la borne de référence 8d. Le releveur de tension 14 fournit en fonction du potentiel entre le montage en demi-pont 9 et la borne de référence 8d, une tension continue U_{ZK} aux bornes de prise 8e, 8f du dispositif de prise de tension continue 8. Le releveur de
25 tension 14 comporte par exemple une bobine de conversion 10 et une diode de sortie 11 branchées en série et dont la prise médiane est couplée à un élément de commutation 12 avec le branchement de référence 8d. En variante, la bobine de conversion 10 est également prévue entre la borne de référence 8d et l'élément de commutation 12 ou encore on a
30 deux bobines de conversion 10 aux deux bornes d'entrée du releveur de tension 14. Une remarque analogue s'applique à la diode de sortie 11 qui peut être montée en variante entre la prise de sortie 8f et l'élément de commutation 12. L'élément de commutation 12 comporte par exemple un commutateur semi-conducteur de puissance tel qu'un
35 commutateur MOSFET ou un commutateur IGBT. Par exemple,

l'élément de commutation 12 utilise un composant IGBT à canal n bloqué dans les conditions normales. Il doit ainsi être clair que tout autre composant semi-conducteur de puissance peut être utilisé pour l'élément de commutation 12.

5 Il est également possible de supprimer l'élément de commutation 12 ou de le laisser en permanence à l'état bloqué, en particulier si la différence de potentiel entre le point collecteur du montage en demi-pont 9 et la borne de référence 8d reste toujours dans une plage de tension d'entrée prédéfinie par d'autres composants reliés aux bornes de prise de tension 8e, 8f. Dans ce cas, certains modes de réalisation n'ont pas de diode de sortie 11.

10 Le dispositif de prise de tension continue 8 peut en outre comporter un condensateur de circuit intermédiaire 13 entre les bornes de prise 8e, 8f du dispositif de prise de tension continue 8 et qui amortit les impulsions de courant émises par le releveur de tension 14 en générant ainsi à la sortie du releveur de tension 14 une tension continue lissée U_{ZK} . Le condensateur de circuit intermédiaire 13 peut par exemple alimenter un convertisseur de tension continue d'un réseau embarqué d'un véhicule à fonctionnement électrique ou encore ce réseau embarqué peut, dans certains cas, être raccordé directement au condensateur de circuit intermédiaire 13.

20 Le nombre de diodes 9a du montage en demi-pont 9 est égal à titre d'exemple à trois à la figure 4 et le nombre de bornes de sortie 1a, 1b, 1c de l'installation de stockage d'énergie 1 est adapté. Ainsi, il est clair que tout autre nombre de diodes dans le montage en demi-pont 9 est tout aussi possible suivant les tensions de phases générées par l'installation de stockage d'énergie 1.

30 La figure 5 est le schéma d'un système 300 comportant une installation de stockage d'énergie 1 et un dispositif de prise de tension continue 8. Le système 300 se distingue du système 200 de la figure 4 principalement en ce que les diodes 9a sont reliées par leur cathode aux lignes de phases 2a, 2b, 2c de l'installation de stockage d'énergie 1. Ainsi, dans le dispositif de prise de tension continue 8 de la figure 5, le point collecteur du montage en demi-pont 9 aura toujours le potentiel instantanément le plus bas des lignes de phases 2a, 2b, 2c.

35

Sur le même dispositif de prise de tension continue 8 de la figure 5, on a une différence de potentiel entre le point collecteur du montage en demi-pont 9 et la borne de référence 8d ; cette différence de potentiel est relevée par le releveur de tension 14 pour donner la tension continue

5 U_{ZK} .

Pour charger les modules de stockage d'énergie 3 de l'installation de stockage d'énergie 1 des figures 4 ou 5, il faut implémenter un circuit de charge qui se combine au dispositif de prise de tension continue 8. De façon préférentielle, le circuit de charge utilise

10 les composants du dispositif de prise de tension continue 8 pour réduire au minimum le nombre de composants et l'encombrement. Il est souhaitable que le fonctionnement du dispositif de prise de tension continue 8 ne soit pas détérioré, et cela que le circuit de charge soit ou non en mode de charge. En particulier, le circuit de charge doit pouvoir ali-

15 menter en même temps les modules de stockage d'énergie 3 de l'installation 1 et aussi le dispositif de prise de tension continue 8.

Les figures 6 et 7 montrent des schémas de circuits de charge 30, 40 utilisables par exemple pour charger une branche d'alimentation en énergie Z d'une installation de stockage

20 d'énergie 1.

La figure 6 est une vue schématique d'un dispositif de charge 30 comportant des bornes d'entrée 36a, 36b recevant une tension continue de charge U_N . La tension continue de charge U_N est générée par des circuits non représentés, par exemple des transformateurs

25 de tension continue, des redresseurs commandés ou régulés avec une correction de coefficient de puissance (coefficient PFC) ou analogues. La tension continue de charge U_N est fournie par exemple par un réseau d'alimentation en énergie relié à l'entrée. Le circuit de charge 30 comporte toujours un condensateur de circuit intermédiaire 35 qui permet

30 la prise d'une tension continue et sert à réduire considérablement la réaction des courants pulsés à la fois sur l'entrée et la sortie du circuit de charge 30 ou des opérations de charge dans le circuit de charge 30 suivant la tension continue de charge U_N . Les nœuds d'alimentation 37a, 37b du circuit de charge 30 fournissent une tension de sortie U_L

35 du circuit de charge 30 servant par exemple à charger l'un des disposi-

tifs de stockage d'énergie relié aux bornes d'alimentation 37a et 37b, par exemple une série de modules de stockage d'énergie 5 ou une branche d'une installation de stockage d'énergie 1 comme celle représentée aux figures 1 à 5.

5 Le circuit de charge 30 comporte un commutateur semi-conducteur 33, une diode de roue libre 32 et une bobine de convertisseur 31 réalisant un abaisseur de tension. Le montage du commutateur semi-conducteur 33 et/ou de la bobine de convertisseur 31 dans les chemins de courant respectifs du circuit de charge 30 peut être modifié
10 en plaçant la bobine 31 entre la diode de roue libre 32 et le nœud de stockage 37b. De même, on peut brancher le semi-conducteur de commutation 33 entre la diode de roue libre 32 et la borne d'entrée 36b. La grandeur de réglage du courant de charge I_L traversant la bobine de convertisseur 31 est par exemple la tension de sortie d'un module de
15 stockage d'énergie à charger, par exemple une série de modules de stockage d'énergie 5 ou une branche d'une installation de stockage d'énergie 1 ou en variante, le rapport de travail de l'abaisseur de tension implémenté par le commutateur semi-conducteur 33. Mais on peut également utiliser la tension d'entrée U_N du condensateur de circuit inter-
20 médiaire 35 comme grandeur de réglage de l'intensité du courant de charge I_L .

Le dispositif abaisseur de tension peut fonctionner avec un rapport de travail constant égal à 1 de sorte que le commutateur semi-conducteur 33 reste fermé en permanence. Il est ainsi possible de
25 supprimer le commutateur semi-conducteur 33 et le chemin de roue libre de la diode de roue libre 32.

La figure 7 est le schéma d'un circuit de charge 40 comportant des bornes d'entrée 46a, 46b pour recevoir une tension alternative de charge u_{ch} fournie par un circuit non représenté, par exemple un
30 pont complet onduleur ou analogue. La tension alternative de charge u_{ch} a de préférence une forme rectangulaire avec ou sans intervalle et une fréquence de base élevée. La tension alternative de charge u_{ch} est fournie par un réseau d'alimentation en énergie branché sur l'entrée et suivi d'un onduleur ou d'un circuit inverseur. Le circuit de charge 40
35 comporte un transformateur 45 dont le primaire est couplé sur les

bornes d'entrée 46a, 46b. Le secondaire du transformateur 45 est couplé sur un circuit redresseur en pont complet 44 composé de quatre diodes dont la sortie fournit une tension continue pulsée u_N . On peut modifier la durée de l'intervalle de la tension continue pulsée en faisant varier la durée de l'intervalle dans lequel la tension alternative de charge u_{ch} est appliquée au primaire du transformateur 45 et ainsi, la tension de secondaire correspondante appliquée à la bobine du secondaire du transformateur 45 est de niveau 0. Les nœuds d'alimentation 47a, 47b du circuit de charge 40 permettent de prendre la tension de sortie U_L du circuit de charge 40 servant à charger un dispositif de stockage d'énergie relié aux nœuds d'alimentation 47a, 47b, par exemple le montage en série de modules de stockage d'énergie 5 ou d'une branche d'une installation de stockage d'énergie 1 comme cela est représenté aux figures 1 à 5.

Le circuit de charge 40 a une diode de roue libre 42 et une bobine de convertisseur 41 servant à lisser la tension continue pulsée u_N fournie par le montage redresseur en pont complet 44. Le montage de la bobine de lissage 41 dans le chemin de courant respectif du circuit de charge 40 peut être modifié ; par exemple la bobine de convertisseur 41 peut être branchée entre la diode de roue libre 42 et le nœud d'alimentation 47b. A la place du courant I_L traversant la bobine de transducteur 41 et servant de grandeur de référence, on peut également utiliser la tension de sortie du dispositif accumulateur d'énergie que l'on veut charger, par exemple une série de modules d'accumulateur d'énergie 5 ou une branche du dispositif accumulateur d'énergie 1 comme cela est représenté aux figures 1 à 5 ou en variante, la partie continue U_N de la tension continue pulsée u_N .

Selon un autre développement, on supprime la diode de roue libre 42. Dans ce cas, les diodes du montage en pont redresseur complet 44 assurent la fonction de la diode de roue libre 42. On économise ainsi un composant mais on diminue le rendement du circuit de charge 40.

Les figures 8, 9 et 10 montrent des exemples de réalisation indiquant comment les circuits de charge 30 et 40 des figures 6 et 7 peuvent être combinés au système 200 ou 300 des figures 4 et 5. On

a alors l'avantage que le système 400, 500, 600 présenté aux figures 8, 9, 10 utilise en commun le circuit de charge respectif 30 ou 40 et le dispositif de prise de tension 8, notamment les bobines de conversion 10, 31 ou 41 ainsi que le montage en demi-pont 9.

5 La figure 8 montre le circuit de charge 30 de la figure 6 avec le système 200 de la figure 4 combinant une installation de stockage d'énergie 1 et un dispositif de prise de tension continue 8 pour former un système 400. Le montage en demi-pont 9 du dispositif de prise de tension continue 8 est utilisé comme circuit d'alimentation du
10 circuit de charge 30 en ce que la borne d'entrée 36b du circuit de charge 30 est reliée à un nœud 38 entre l'élément de commutation 12 du releveur de tension 14 et la borne de référence 8d du dispositif de prise de tension continue 8. De cette manière, la bobine de convertisseur 10 fonctionne comme la bobine de convertisseur 31 du circuit de charge 30. Le nœud d'alimentation 37b du circuit de charge 30 est ainsi
15 couplé au point collecteur des cathodes du montage en demi-pont 9 et par les diodes 9a du montage en demi-pont 9, le couplage se fait avec l'une des bornes collectrices 8a, 8b, 8c. Les bornes collectrices 8a, 8b, 8c du dispositif de prise de tension continue 8 servent ainsi de bornes
20 d'alimentation 8a, 8b, 8c du circuit de charge 30. Le second nœud d'alimentation 37a du circuit de charge 30 est couplé au rail de potentiel de référence 4 de l'installation de stockage d'énergie 1 de façon que le courant de charge I_L peut passer par le second nœud d'alimentation 37a, le rail de potentiel de référence 4, les modules de stockage
25 d'énergie 3 de la branche d'alimentation en énergie Z, le montage en demi-pont 9, le premier nœud d'alimentation 37b, la bobine de conversion 10, 31 et les nœuds 38 pour revenir dans le circuit de charge 30.

 Le chemin de roue libre du circuit de charge 30 est implémenté par la diode de roue libre 32 couplée entre les nœuds 38 et la
30 borne de référence 8d. La diode de roue 32 évite le court-circuit du circuit de charge 30 dans son état de fonctionnement actif entre le second nœud d'alimentation 37a et le nœud 38. En même temps, lorsque le circuit de charge 30 est neutralisé, la diode de roue libre 32 relie les nœuds 38 du releveur de haute tension 14 à la borne de référence 8d
35 du dispositif de prise de tension continue en évitant ainsi que le cou-

rant d'entrée du releveur de haute tension 14 ne sorte du nœud 38 en passant par le condensateur intermédiaire 35 du circuit de charge 30 et charge celui-ci dans le sens négatif. La diode 32 fonctionne ainsi en même temps comme diode de protection contre l'inversion de polarité pour le condensateur 35 du circuit intermédiaire du circuit de charge 30. Les diodes 9a du montage en demi-pont 9 garantissent qu'effectivement l'énergie électrique arrivera dans le module de stockage d'énergie 3. L'élément de commutation 12 du releveur de tension 14, permet en fonction du rapport de travail (t) de l'élément de commutation 12, à une partie du courant de charge I_L de passer par l'élément de commutation 12 ou la diode de sortie 11 du releveur de tension 14 et du condensateur de circuit intermédiaire 13 qui est reliée au dispositif de prise de tension continue 8. Le rapport de travail (t) caractérise l'intervalle de temps relatif entre chaque intervalle dans lequel l'élément de commutation 12 est ouvert. Plus le rapport de travail (t) est faible pour l'élément de commutation ST et plus faible est la fraction de la tension provenant de l'élément de commutation 12 par comparaison avec la tension U_{ZK} appliquée par le condensateur de circuit intermédiaire 13 du dispositif de prise de tension continue 8. De cette manière et en fonction de la demande de charge du réseau embarqué qui peut être relié aux bornes de prise 8e, 8f du dispositif de prise de tension continue 8, raccordé, le rapport de travail (t) de l'élément de commutation 12 est réglé pour que la tension continue U_{ZK} appliquée par le condensateur de circuit intermédiaire 13 soit pratiquement constante.

Cette configuration du circuit de charge 30 et du dispositif de prise de tension continue 8 permet également en mode de charge, c'est-à-dire lorsque le circuit de charge 30 est actif, de fournir néanmoins une tension continue ou le dispositif de prise de tension continue 8 en ce que l'élément de commutation 12 est commandé en mode intermittent, c'est-à-dire en mode cadencé avec un rapport de travail (t).

Dans le système 400 de la figure 8, on a supprimé le commutateur semi-conducteur 33 du circuit de charge 30 de la figure 6 si bien qu'il n'est pas possible d'utiliser la fonction d'abaisseur dans le circuit de charge 30. En variante, le commutateur semi-conducteur 33 est couplé entre le pôle du condensateur intermédiaire 35 branché à la

borne d'entrée 36a du circuit de charge 30 et le nœud d'alimentation 37a ou entre les nœuds 38 et le pôle du condensateur de circuit intermédiaire 35 relié à la borne d'entrée 36b du circuit de charge 30 pour permettre d'abaisser la tension continue de charge U_N .

5 Les potentiels de sortie sur les bornes de sortie 1a, 1b, 1c de l'installation de stockage d'énergie 1 peuvent être réglés sur une valeur unique, notamment une valeur négative en mode de charge, c'est-à-dire lorsque le circuit de charge est activé. Si l'amplitude de cette valeur est inférieure à celle de la tension continue de charge U_L diminuée de la tension de circuit intermédiaire U_{ZK} à la sortie du dispositif de prise de tension continue 8 et qui est multipliée par le rapport de travail (t) de l'élément de commutation 12, alors le courant de charge I_L augmente. Si l'amplitude de cette valeur est supérieure à la valeur de la tension continue de charge U_L diminuée de la tension de circuit intermédiaire U_{ZK} multipliée par le rapport de travail t de l'élément de commutation 12 à la sortie du dispositif de prise de tension continue 8, alors le courant de charge I_L chute. Cela permet de réguler le courant de charge I_L . Pour avoir une répartition régulière du courant de charge entre les différentes branches d'alimentation en énergie Z de l'installation de stockage d'énergie 1, un régulateur peut prédéfinir l'écart entre les potentiels de sortie des branches d'alimentation en énergie Z. Pour cela, on peut utiliser les bobines de commutation 9b du montage en demi-pont 9 comme bobines de symétrie. Les bobines de commutation 9b peuvent par exemple être installées sur un, deux ou trois noyaux pour que seuls les écarts entre les courants de charge dans les différentes branches génèrent des champs magnétiques mais que l'ensemble du courant de charge I_L n'en génère pas.

La figure 9 montre le circuit de charge 40 de la figure 7 avec le système 200 de la figure 4 combinant une installation de stockage d'énergie 1 et un dispositif de prise de tension continue 8 pour former un système 500. Le montage en demi-pont 9 du dispositif de prise de tension continue 8 est utilisé comme circuit d'alimentation du circuit de charge 40 en ce que le point collecteur des anodes du montage redresseur en pont complet 44 du circuit de charge 40 est relié à

un nœud 48 entre l'élément de commutation 12 du releveur de tension 14 et la borne de prise 8f du dispositif de prise de tension continue 8.

De cette manière, la bobine de conversion 10 fonctionne comme la bobine de conversion 41 du circuit de charge 40. Les nœuds d'alimentation 47b du circuit de charge 40 sont couplés au point collecteur des cathodes du montage en demi-pont 9 et par les diodes 9a du montage en demi-pont 9, respectivement à l'une des bornes collectrices 8a, 8b, 8c. Les bornes collectrices 8a, 8b, 8c du dispositif de prise de tension continue 8 servent ainsi de bobines d'alimentation 8a, 8b, 8c du circuit de charge 40. Le second nœud d'alimentation 47a du circuit de charge 40 est relié au rail de potentiel 4 de l'installation de stockage d'énergie 1 de sorte qu'un courant de charge I_L passe par le second nœud d'alimentation 47a, le rail de potentiel de référence 4, le module de stockage d'énergie 3 de la branche d'alimentation en énergie Z, le montage en demi-pont 9, le premier nœud d'alimentation 47b, la bobine d'étranglement 41, l'élément de commutation 12 ou le montage en série composé de la diode de sortie 11 et du condensateur de circuit intermédiaire 13 et le nœud 48 pour revenir dans le circuit de charge 40. La diode de roue libre 42 est installée entre le nœud 48 et la référence 8d.

La diode de roue libre 42 évite le court-circuit de charge 40 dans son mode de fonctionnement actif entre le second nœud d'alimentation 47a et le nœud 48. En même temps, lorsque le circuit 40 est neutralisé, la diode de roue libre 42 relie le nœud 48 du releveur de tension 14 à la borne de référence 8d du circuit de prise de tension continue 8 et évite ainsi que le courant d'entrée du releveur de tension 14 sortant du nœud 48 passe par le montage redresseur en pont complet 44 du circuit de charge 40 et occasionne des pertes de passage élevées. Mais dans le mode de réalisation de la figure 9, on peut supprimer la diode 42 car le montage en pont complet 44 a un chemin de roue libre parallèle à la diode de roue libre 42 ; ce chemin de roue libre passe par le commutateur redresseur en pont complet 44 avec néanmoins une adaptation de passage plus élevée que celle par la diode de roue libre 42.

Les diodes 9a du montage en demi-pont 9 assurent que l'énergie électrique soit effectivement fournie au module de stockage

d'énergie 3. L'élément de commutation 12 du releveur de tension 14 peut également servir comme décrit en relation avec la figure 8 pour qu'en fonction du rapport de travail (t) de l'élément de commutation 12, une partie du courant de charge I_L passe soit par l'élément de commutation 12 ou par la diode de sortie 11 du releveur de tension 14 et le condensateur de circuit intermédiaire 13 du dispositif de prise de tension continue 8.

Dans le système 500 de la figure 9, on a supprimé le commutateur semi-conducteur 33 comme celui prévu dans le circuit de charge 30 de la figure 6. La fonction d'abaisseur du circuit de charge 40 ne permettra plus de commutation intermittente, de préférence cadencée de ce commutateur semi-conducteur 33. Mais on peut avoir un mode de roue libre pour le circuit de charge 40 en réglant la valeur instantanée de la tension continue de charge pulsée U_N sur la valeur 0. Cela peut se faire par exemple en prédéfinissant les intervalles de temps dans lesquels la tension alternée de charge U_{ch} du primaire du transformateur 45 est nulle. Une telle variation du rapport de travail de la tension continue de charge U_N modifie la composante continue. Mais en option, on peut également insérer un commutateur semi-conducteur 33 (non représenté à la figure 9) entre le nœud 48 du releveur et le point collecteur des anodes du montage redresseur en pont complet 44 ou entre le point collecteur de cathodes du montage redresseur en pont complet 44 et le nœud d'alimentation 47a. Une commutation intermittente, de préférence cadencée, permet un fonctionnement réel en abaisseur du circuit de charge 40. Dans ce cas, il faut néanmoins conserver la diode de roue libre 42 car le chemin de roue libre, parallèle, passant par le montage en pont complet 44 est bloqué lorsque le semi-conducteur 33 est fermé.

La figure 10 est le schéma d'un système 600 qui se compose de la combinaison du circuit de charge 30 de la figure 6 et du système 300 de la figure 5. Le système 600 se distingue du système 400 principalement en ce que le circuit de charge 30 est relié au dispositif de prise de tension continue 8 avec une polarité inversée et en mode de charge de l'installation de stockage d'énergie 1, la branche d'alimentation est réglée sur un potentiel de sortie uniforme, notam-

ment positif. De la même manière, il est clair qu'un système avec une polarité inversée pourrait également être réalisé par la combinaison du circuit de charge 40 de la figure 7 et du système 300 de la figure 5.

5 Tous les éléments de commutation des montages indiqués peuvent comporter des commutateurs semi-conducteurs de puissance tels que des commutateurs MOSFET à canal n ou p, normalement bloqués ou normalement conducteurs ou encore par des commutateurs IGBT.

10 La figure 11 est le schéma d'un procédé 20 de charge d'une installation d'alimentation en énergie, notamment d'une installation d'alimentation en énergie 1 telle que celle décrite en liaison avec les figures 1 à 10. Le procédé 20 peut servir par exemple à charger une installation d'alimentation en énergie 1 d'un véhicule à entraînement électrique équipé d'un système d'entraînement électrique 400, 500 ou 600
15 des figures 8, 9, 10.

Selon une étape en option S1, on détecte d'abord l'état de fonctionnement de l'installation de stockage d'énergie 1. Si par exemple, l'état de fonctionnement de l'installation de stockage d'énergie 1 est un état dans lequel l'installation de stockage d'énergie 1 fournit une tension alternative aux bornes de sortie 1a, 1b, 1c, par exemple pour le mode de roulage de la machine électrique 2 d'un véhicule à entraînement électrique, on peut commander l'élément de commutation 12 du releveur de tension 14 sans tenir compte du circuit de charge. Le circuit de charge lui-même ne réduit pas la commande du releveur de tension
20 14 fournissant une tension continue pour le réseau embarqué du véhicule. De plus, en même temps, on peut activer le circuit de charge 30, 40 et injecter un courant continu de charge supplémentaire dans le système. Par un décalage correspondant dans le même sens des tensions de sortie des branches de l'installation de stockage d'énergie 1, à l'aide de ce courant de charge, on peut fournir immédiatement de nouveau de
25 l'énergie électrique aux modules de stockage d'énergie 5 de l'installation de stockage d'énergie.

30 Si l'installation de stockage d'énergie 1 est un état dans lequel elle ne fournit pas de tension alternative aux bornes 1a, 1b, 1c, par exemple à l'arrêt ou au repos d'un véhicule à entraînement élec-
35

trique, on peut activer le circuit de charge en fournissant une tension continue de charge U_N ou une tension alternative de charge U_{ch} aux bornes d'entrée. L'élément de commutation 12 du dispositif de prise de tension continue 8 peut alors être fermé en permanence, c'est-à-dire un rapport de travail (t) égal à 0 de sorte que le dispositif de prise de tension continue 8 reste neutralisé. En variante, on commande l'élément de commutation 12 avec un rapport de travail (t) différent de 0 si bien qu'aux bornes de prise de tension 8e, 8f, on aura une tension continue qui dépend de la fraction de courant de charge I_L pour la charge du condensateur de circuit intermédiaire 13, diminuée de la charge non présentée prélevée aux bornes de sortie 8e, 8f.

Dans l'étape S2 du procédé 20, on génère au moins de temps en temps un courant continu I_L en fonction de la tension continue de charge U_N . Dans l'étape S3, on a une commande cadencée de l'élément de commutation 12 selon un rapport de travail prédéfini (t) de sorte que la partie du courant de charge I_L dépendant du rapport de travail t soit fournie par la diode de sortie 11 au condensateur de circuit intermédiaire 13 et aux bornes de prise 8e, 8f du dispositif de prise de tension continue 8. Dans l'étape S4, on injecte le courant continu I_L par le montage en demi-pont 9 dans les bornes de sortie 1a, 1b, 1c de l'installation de stockage d'énergie 1 et dans l'étape S5, on fait repasser le courant par le rail de potentiel de référence 4 de l'installation de stockage d'énergie 1 dans le circuit de charge. Comme l'installation de stockage d'énergie 1 fonctionne dans une plage de tension bipolaire, le montage en demi-pont 9 garantit qu'au moins une partie du courant de charge passe par le module d'accumulation d'énergie 5 de l'installation de stockage d'énergie 1.

Il est particulièrement avantageux dans ces conditions que la bobine de conversion 31 ou 41 et le montage en demi-pont 9 soient des composants du circuit de charge 30, 40 et aussi des composants du dispositif de prise de tension continue 8. On diminue ainsi le nombre de composants du système d'entraînement électrique sans réduire le fonctionnement du dispositif de prise de tension continue 8 ou du circuit de charge 30, 40 par un branchement chaque fois différent.

D'une manière particulièrement avantageuse, l'installation de stockage d'énergie 1, la machine électrique 2, le dispositif de prise de tension continue 8 et le circuit de charge 30 ou 40 fonctionnent simultanément de sorte que l'installation de stockage d'énergie 1 fournit
5 en même temps de l'énergie électrique à la machine électrique 2 ou en reçoit par le dispositif de prise de tension continue 8 et les bornes de prises 8e, 8f du réseau embarqué pour échanger de l'énergie électrique avec le circuit de charge 30 ou 40.

N O M E N C L A T U R E

	1	Installation de stockage d'énergie
	1a, 1b, 1c	Bornes de sortie
5	2	Machine à courant tournant
	2a, 2b, 2c	Lignes de phase
	3	Module de stockage
	3a, 3b	Bornes de sortie
	4	Rail de potentiel de référence
10	5	Cellule de stockage d'énergie
	5a-5k	Batteries
	6	Installation de commande
	7	Installation de couplage
	7a, 7b, 7c, 7d	Eléments de couplage
15	8	Dispositif de prise de tension continue
	8a, 8b, 8c	Bornes collectrices
	8d	Borne de référence
	8e, 8f	Bornes de prise
	9	Montage en demi-pont
20	9a	Diodes
	9b	Bobines de commutation
	12	Elément de commutation
	13	Condensateur de circuit intermédiaire
	14	Releveur de tension
25	30	Circuit de charge
	31	Bobine
	32	Diode de roue libre
	33	Commutateur semi-conducteur
	35	Condensateur
30	36a, 36b	Bornes d'entrée
	37a, 37b	Nœuds d'alimentation
	40	Circuit de charge
	41	Bobine de convertisseur
	42	Diode de roue libre
35	44	Pont complet

	45	Transformateur
	46a, 46b	Bornes d'entrée
5	200	Système comportant une installation de stockage d'énergie et un dispositif de prise de tension continue 8
	400	Système comportant une installation de stockage d'énergie et un dispositif de prise de tension continue 8
	I_L	Courant de charge
10	U_L	Tension continue de charge
	U_N	Tension continue de charge pulsée
	U_{CH}	Tension alternative de charge
	U_{ZK}	Tension continue
	Z	Branche d'alimentation d'énergie
15		

RE V E N D I C A T I O N S

1°) Circuit de charge (30 ; 40) d'une installation d'alimentation en énergie (1) comportant plusieurs branches d'alimentation en énergie (Z) ayant chacune un ensemble de modules d'alimentation en énergie (3)
5 pour générer une tension alternative sur un ensemble de bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation d'alimentation en énergie (1) comprenant :

- un premier montage en demi-pont (9) avec un ensemble de premières bornes d'alimentation (8a, 8b, 8c) couplées à chacune
10 des bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation d'alimentation en énergie (1),
- un premier nœud d'alimentation (37a, 37b ; 47a) relié au montage en demi-pont (9),
- un second nœud d'alimentation (37a, 37b ; 47b) couplé au rail de
15 potentiel de référence (4) de l'installation d'alimentation en énergie (1),
- un circuit d'alimentation (35 ; 44, 45) couplé aux bornes d'entrée (36a, 36b ; 46a, 46b) du circuit de charge (30 ; 40) et fournissant au moins périodiquement une tension continue de charge (U_N),
20
- un montage en série formé d'une bobine de convertisseur (31 ; 41) et d'un élément de commutation (12) couplé entre les premiers nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47a) et le circuit d'alimentation (35 ; 44, 45) et fournissant un courant continu (I_L) pour charger les modules de stockage d'énergie (3).

25
2°) Circuit de charge (30 ; 40) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'

il comporte une diode de roue libre (32 ; 42) couplée entre l'élément de commutation (12) et les seconds nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47b).

30
3°) Circuit de charge (30 ; 40) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

le montage en demi-pont (9) comporte un ensemble de diodes (9a) couplé entre les premiers nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47a) et un ensemble de bornes d'alimentation (8a, 8b, 8c).

4°) Circuit de charge (30 ; 40) selon la revendication 3, caractérisé en ce que le montage en demi-pont (9) comporte un ensemble de bobines de commutation (9b) entre un ensemble de diodes (9a) et les premiers nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47a).

5°) Circuit de charge (30) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit d'alimentation comporte un condensateur d'alimentation (35) entre les bornes d'entrée (36a, 36b) du circuit de charge (30) et fournissant la tension continue de charge (U_N) pour charger les modules de stockage d'énergie (3).

6°) Circuit de charge (40) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit d'alimentation comporte un transformateur (45) dont le primaire est couplé entre les bornes d'entrée (46a, 46b) du circuit de charge (40) et un redresseur en pont complet (44) relié au secondaire du transformateur (45) et fournissant une tension continue de charge pulsée (U_N) pour charger le module de stockage d'énergie (3).

7°) Circuit de charge (30 ; 40) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un commutateur semi-conducteur (33) entre des seconds nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47b) et le circuit d'alimentation (35 ; 44, 45) ou entre l'élément de commutation (12) et le circuit d'alimentation (35 ; 44, 45) et réalisant le circuit de charge (30 ; 40) par l'ouverture sélective pour neutraliser ou pour commuter de façon intermittente un mode de fonctionnement d'abaisseur de tension du circuit de charge (30 ; 40).

8°) Système d'entraînement électrique (400 ; 500 ; 600) comportant :
- une installation de stockage d'énergie (1) comportant un ensemble de branches d'alimentation en énergie (Z) ayant chacune un ensemble de modules de stockage d'énergie (3) pour générer une ten-

sion alternative sur un ensemble de bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation de stockage d'énergie (1),

- un circuit de charge (30 ; 40) selon l'une des revendications 1 à 7 dont les bornes d'alimentation (8a, 8b, 8c) sont couplées respectivement à l'une des bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation de stockage d'énergie (1) et dont les seconds nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47b) sont couplés à un rail de potentiel de référence (4) de l'installation de stockage d'énergie (1), et

- un dispositif de prise de tension continue (8) ayant :

- * une borne de référence (8d) reliée au second nœud d'alimentation (37a, 37b ; 47b) du circuit de charge (30 ; 40), et

- * un releveur de tension (14) entre les premiers nœuds d'alimentation (37a, 37b ; 47a) du circuit de charge (30 ; 40) et un nœud (38 ; 48) pour qu'en fonction du potentiel entre le montage en demi-pont (9) et la borne de référence (8d), fournir une tension continue (U_{ZK}) aux bornes (8e, 8f) du dispositif de prise de tension continue (8),

- * la bobine de conversion (31 ; 41) du circuit de charge (30 ; 40) étant une bobine de conversion (10) du releveur de tension (14) du dispositif de prise de tension continue (8), et

- * l'élément de commutation d'actionneur (12) du circuit de charge (30 ; 40) étant un élément de commutation (12) du releveur de tension (14) du dispositif de prise de tension continue (8), et

- * soit le nœud (38) est couplé à une borne d'entrée (36a, 36b) du circuit de charge (30), soit les nœuds (48) sont reliés au point collecteur ou au point collecteur cathodique d'un montage redresseur en pont complet (44) du circuit de charge (40).

9°) Système d'entraînement électrique (400 ; 500 ; 600) selon la revendication 8 comportant une diode de roue libre (32 ; 42) entre les nœuds (38 ; 48) et la borne de référence (8d).

10°) Système d'entraînement électrique (400 ; 500 ; 600) selon la revendication 8,

caractérisé en ce qu'

il est couplé à une machine électrique à n-phases (2) ayant n-branchements de phase reliés aux bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation de stockage d'énergie (1), ($n \geq 1$).

11°) Procédé (20) de charge d'une installation de stockage d'énergie (1) comportant un circuit de charge (30 ; 40) selon l'une des revendications 1 à 6, l'installation de stockage d'énergie (1) ayant un ensemble de branches d'alimentation en énergie (Z) avec chacune un ensemble de modules de stockage d'énergie (3) pour générer une tension alternative sur un ensemble de bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation de stockage d'énergie (1), procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

- générer au moins périodiquement (S2) un courant continu (I_L) en fonction d'une tension continue de charge (U_N),
- commander de façon cadencée (S3) l'élément de commutation (12) selon un rapport de travail prédéfini,
- injecter (S4) le courant continu (I_L) par un montage en demi-pont (9) dans les bornes de sortie (1a, 1b, 1c) de l'installation de stockage d'énergie (1), et
- reconduire (S5) le courant continu (I_L) par le rail de potentiel de référence (4) de l'installation de stockage d'énergie (1).

12°) Procédé (20) selon la revendication 11,

caractérisé en ce qu'

il est appliqué à charger une installation de stockage d'énergie (1) d'un véhicule à entraînement électrique équipé d'un système d'entraînement électrique (400 ; 500 ; 600) selon l'une des revendications 8 et 10.

FIG. 1

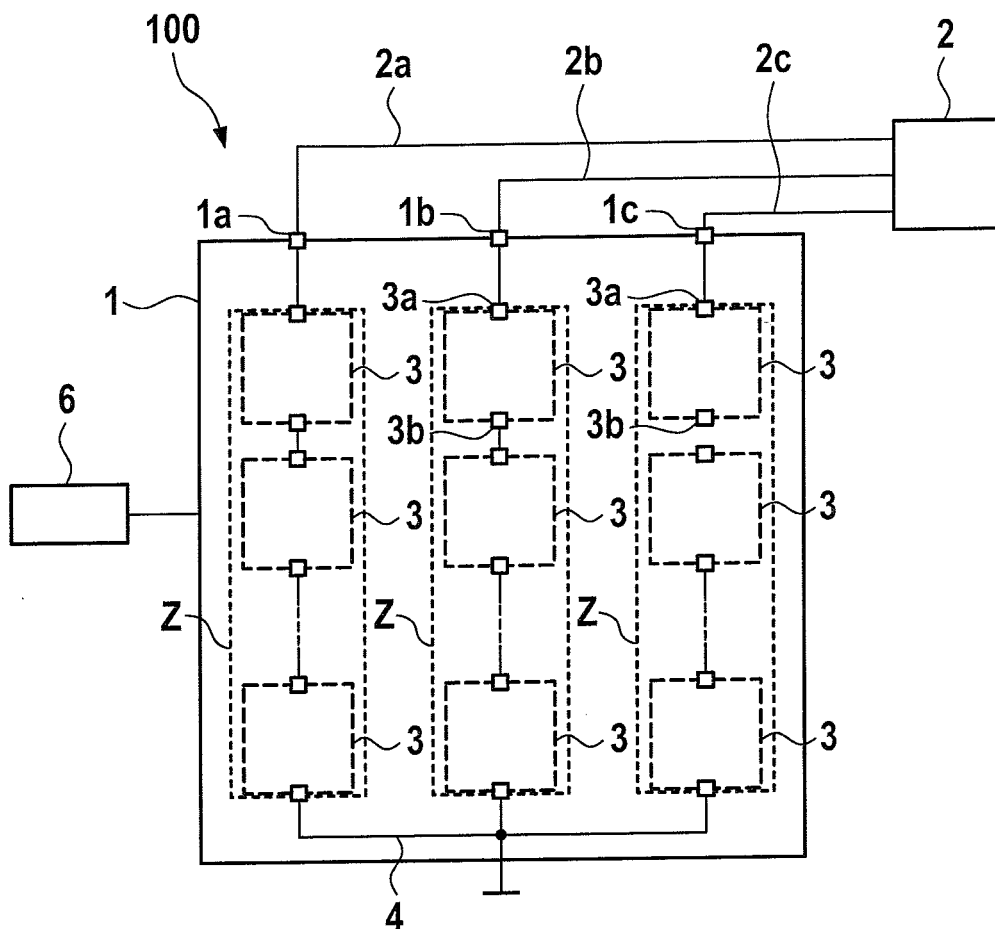


FIG. 2

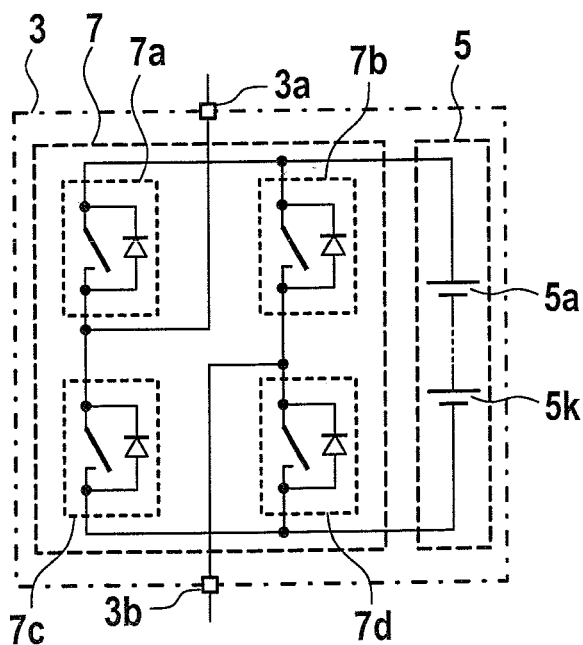
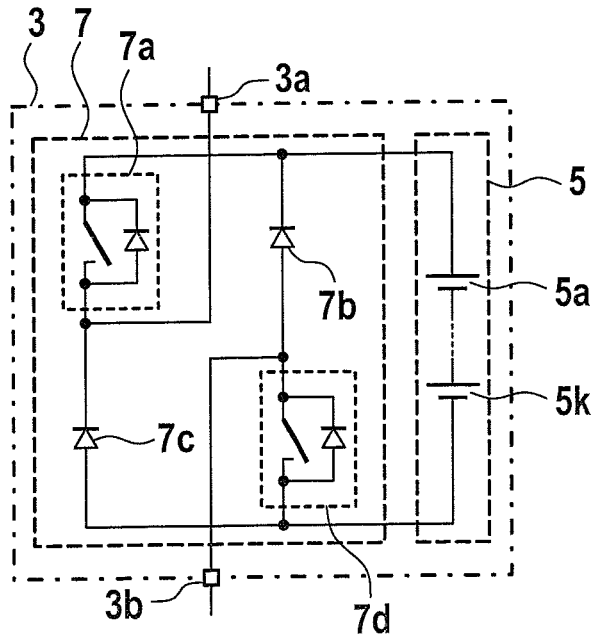
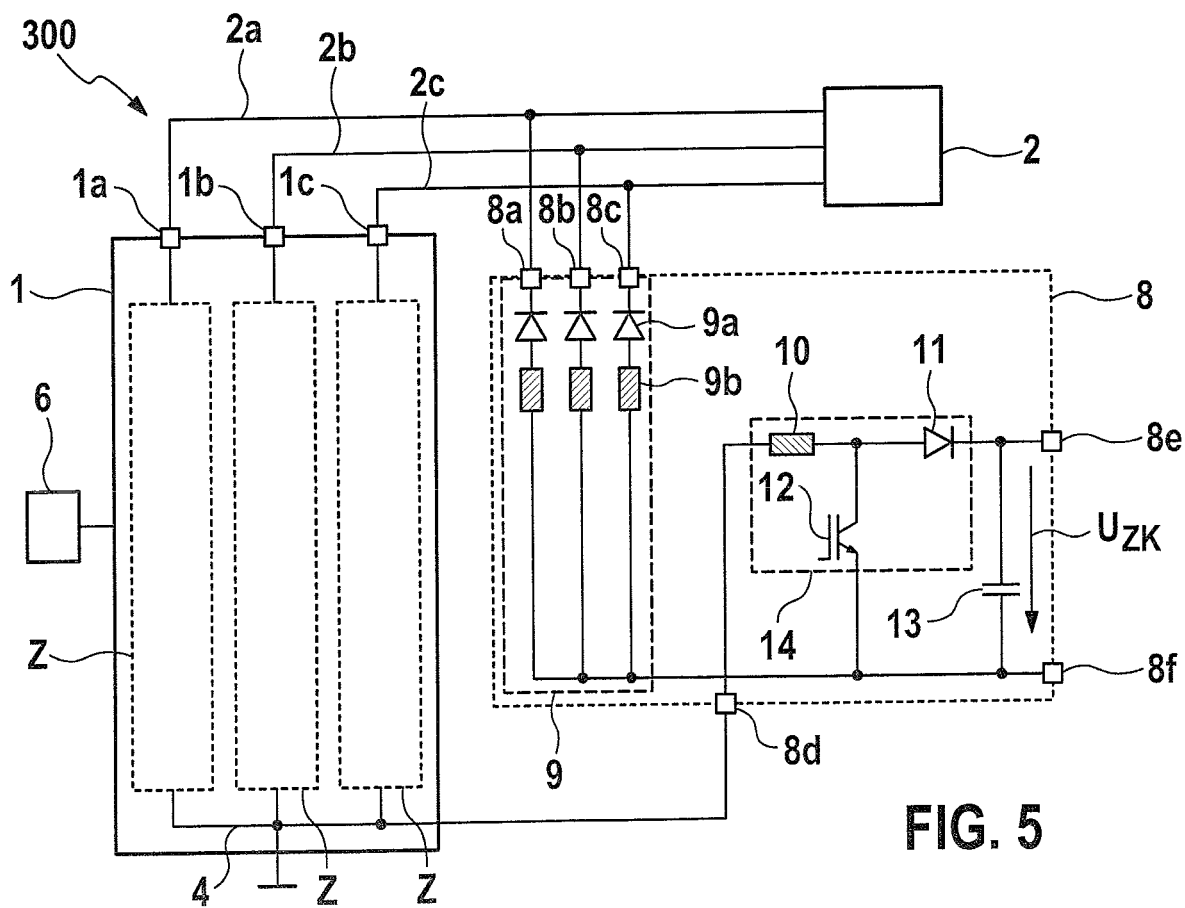
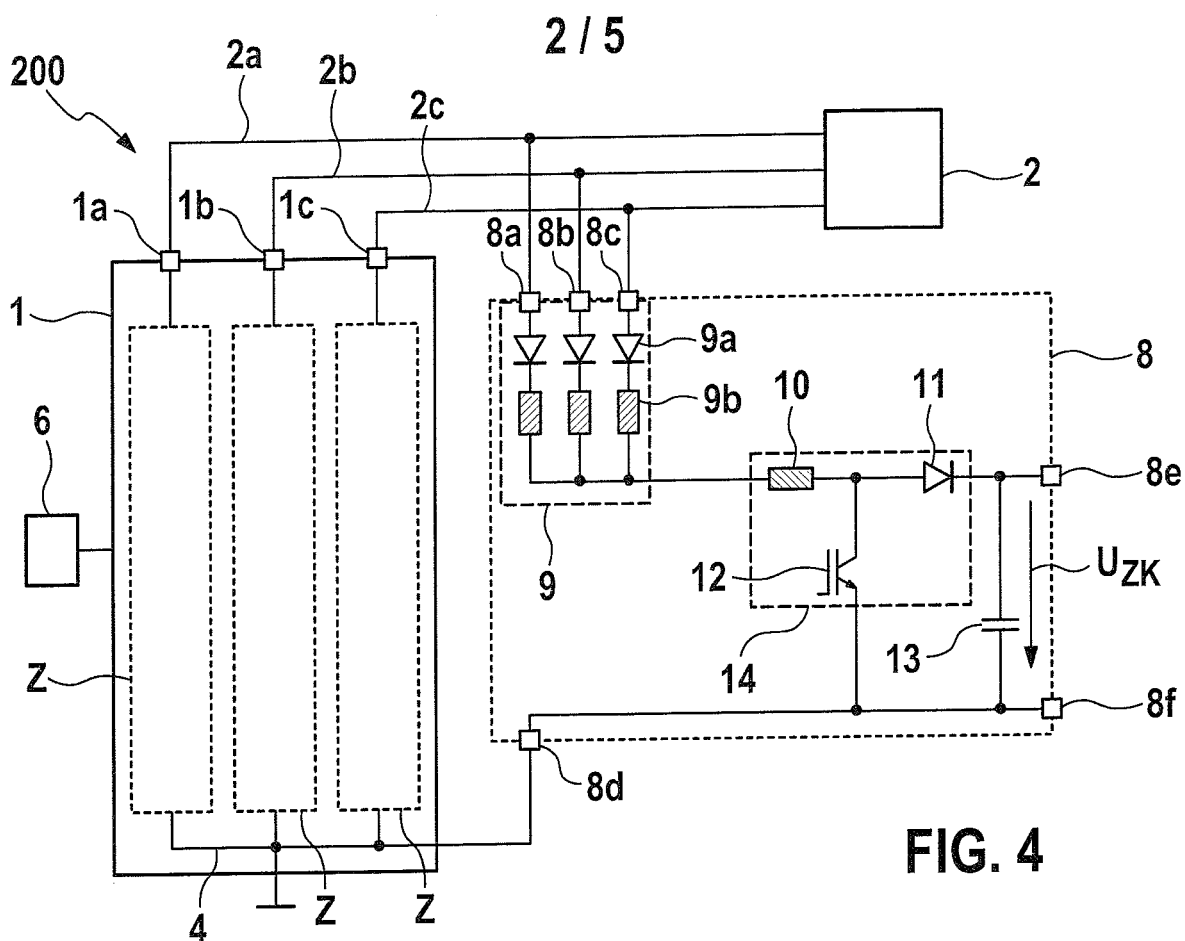
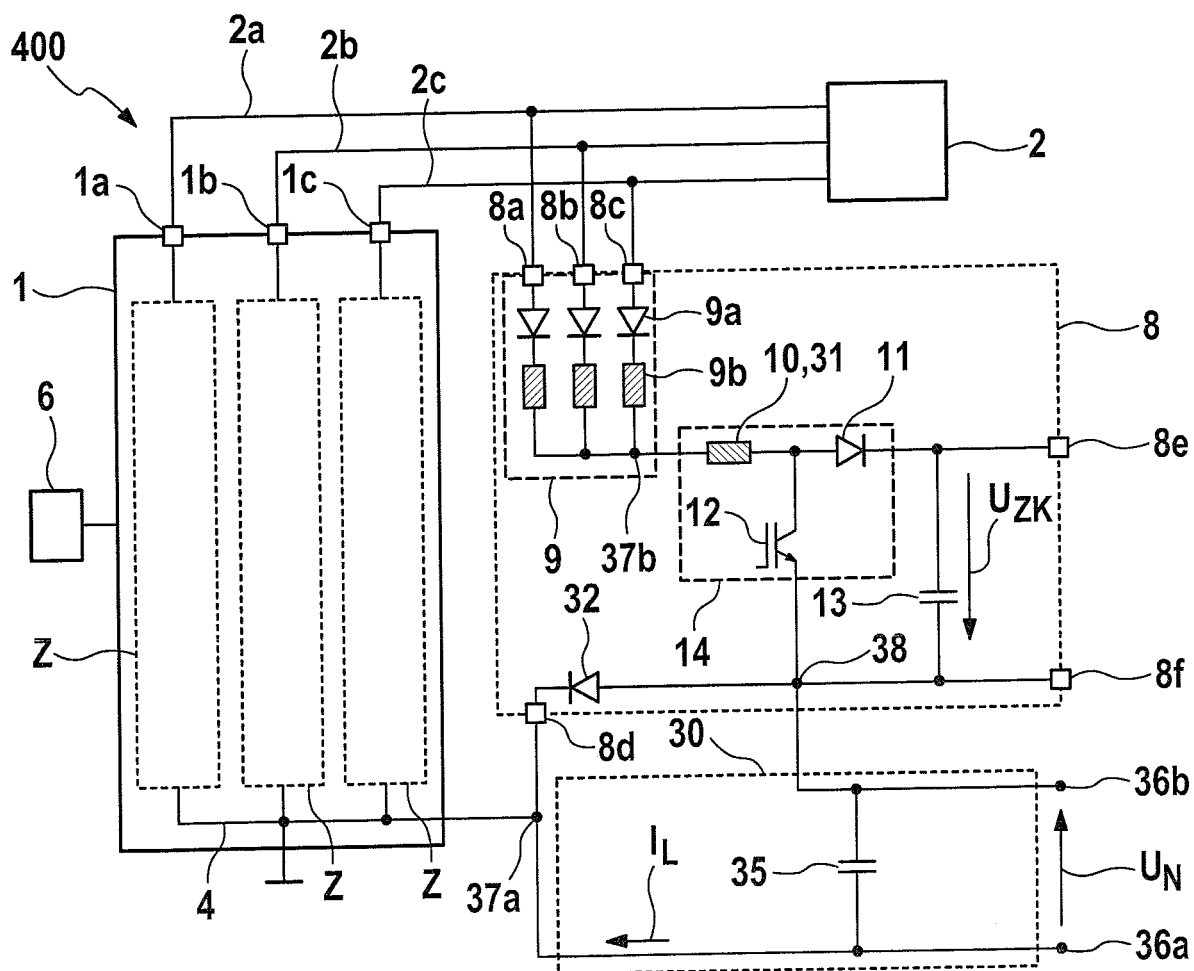
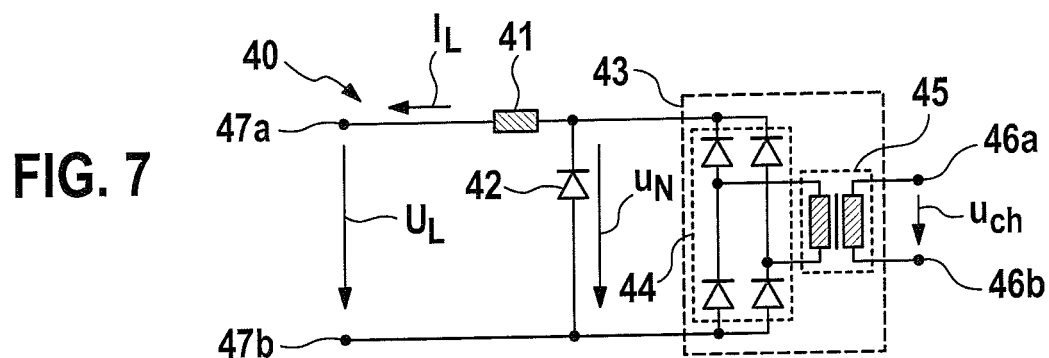
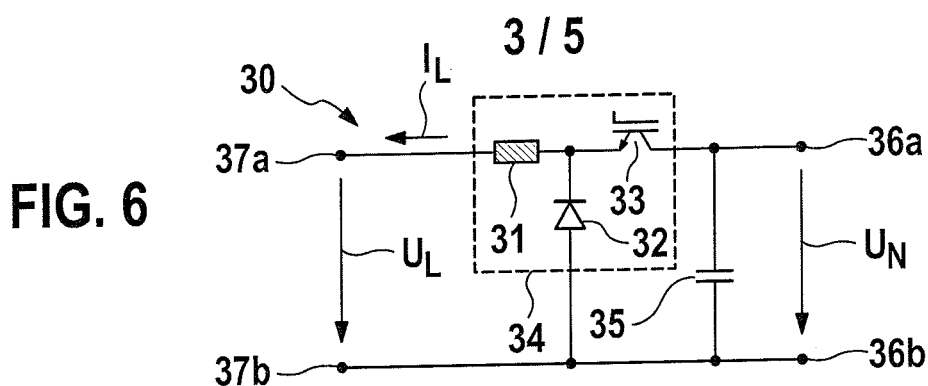


FIG. 3







5 / 5

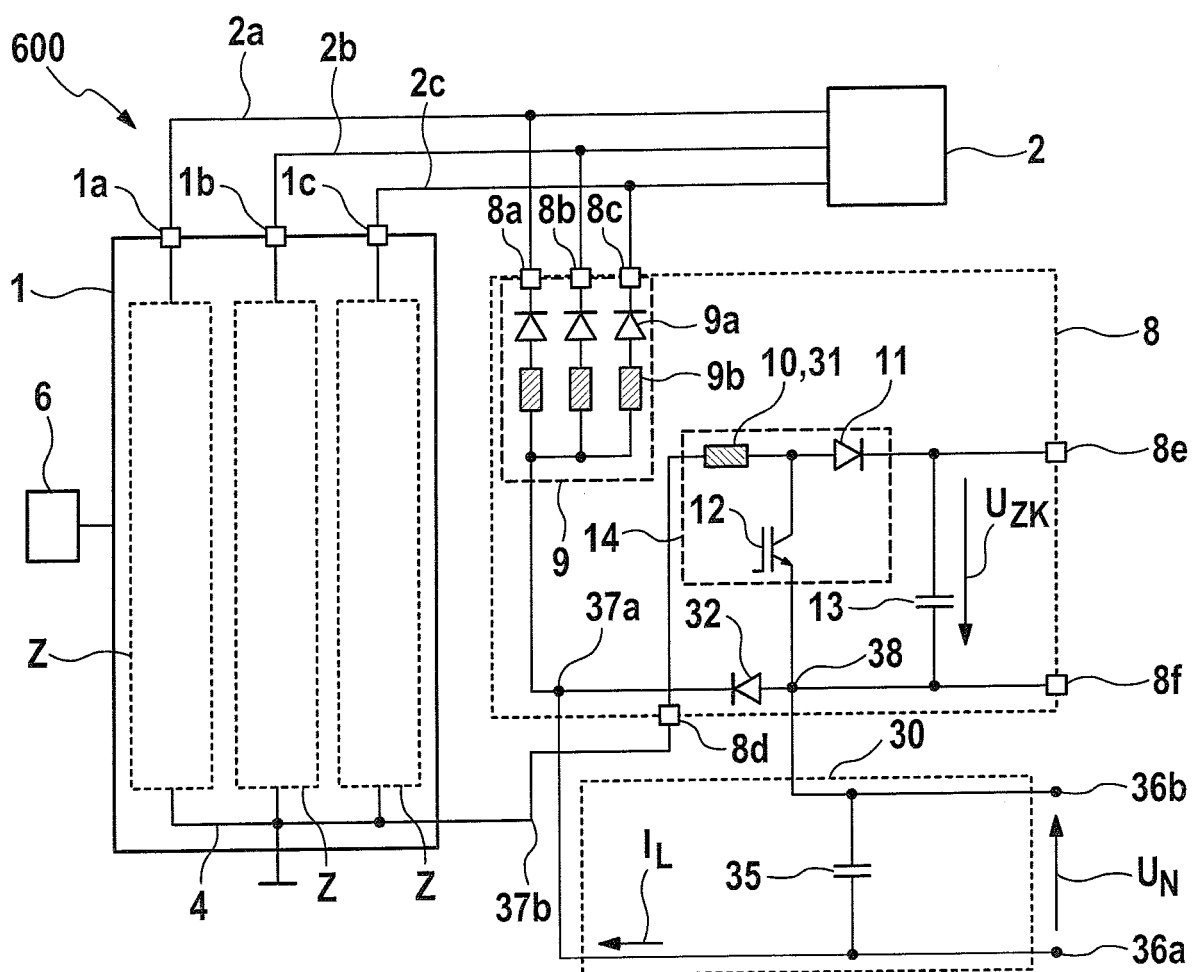


FIG. 10

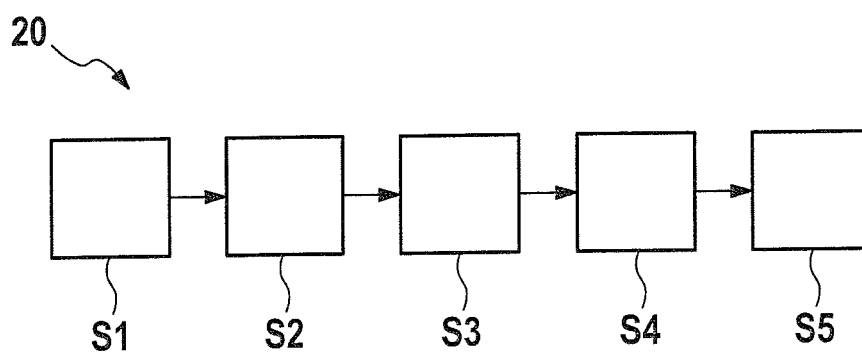


FIG. 11