



- (51) Classification internationale des brevets :  
*B60L 7/22* (2006.01)      *B60T 13/74* (2006.01)  
*H02P 3/22* (2006.01)      *F16D 63/00* (2006.01)  
*H02P 15/00* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2012/058565
- (22) Date de dépôt international :  
9 mai 2012 (09.05.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1154185      13 mai 2011 (13.05.2011)      FR
- (71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12 Cours Sablon, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **MODOLO, Ivan** [CH/FR]; Manufacture Française Des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).
- (74) Mandataire : **ROUSSY, Delphine**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE AND METHOD FOR MANAGING THE ELECTRIC BRAKING OF A VEHICLE

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE GESTION DU FREINAGE ELECTRIQUE D'UN VEHICULE

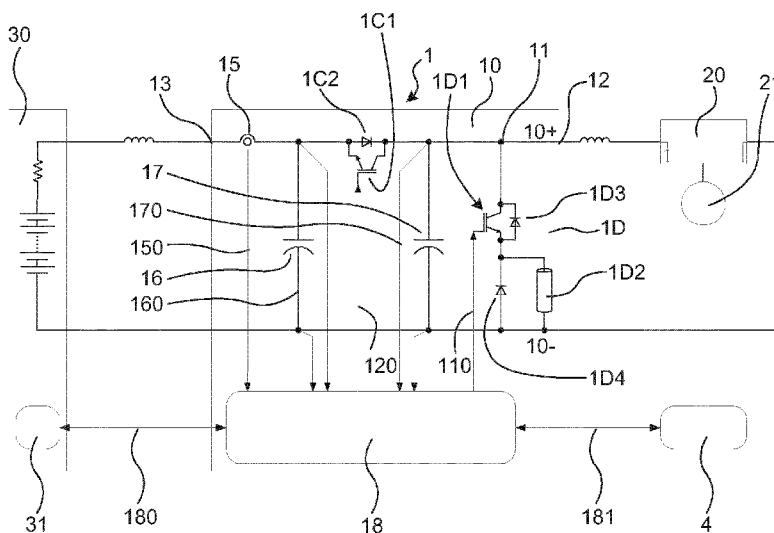


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a device for managing electric braking power (1), which device comprises a continuous bus (10), said continuous bus including: a connection pole (12) connecting to an electric traction machine (21) of a vehicle, said machine being associated with an inverter (20) which, in braking mode, delivers an electric braking power over the continuous bus; a connection pole (13) connecting to an electric power storage battery (30); a dissipation branch (1D) connected at a connection point (11) to the continuous bus, said branch including an electronic dissipation switch (1D1) connected in series with a dissipation resistor (1D2); a current collector (15) on the continuous bus, disposed between the connection point (11) of the continuous bus and the connection pole (13) connecting to a battery; and a controller (18). The device also includes an electronic charge switch (1C1) between the connection point at which the dissipation branch (1D) is connected to the continuous bus (10) and the connection pole connecting to a battery of the continuous bus, said switch controlling the flow of current

over the continuous bus from the connection pole connecting to an electric machine to the connection pole connecting to a battery. The controller evaluates the difference between the recharge current limit of the battery and the current on the continuous bus, such as to leave the electronic charge switch closed while the current on the continuous bus is below the recharge current limit of the battery.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

---

Dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage (1) comportant un bus continu (10), ledit bus continu comportant un pôle de connexion (12) à une machine électrique (21) de traction d'un véhicule, la machine étant associée à un onduleur (20), l'onduleur délivrant, en mode freinage, sur le bus continu, une puissance électrique de freinage, un pôle de connexion (13) à une batterie (30) de stockage d'énergie électrique, une branche de dissipation (1D) connectée en un point de connexion (11) au bus continu, ladite branche comportant un interrupteur électronique de dissipation (1D1) connecté en série avec une résistance de dissipation (1D2), un capteur de courant (15) sur le bus continu, disposé entre le point de connexion (11) du bus continu et le pôle de connexion (13) à une batterie, et un contrôleur (18). Le dispositif comporte encore, entre le point de connexion de la branche de dissipation (1D) au bus continu (10) et le pôle de connexion à une batterie du bus continu, un interrupteur électronique de charge (1 C1) contrôlant la circulation du courant sur le bus continu depuis le pôle de connexion à une machine électrique vers le pôle de connexion à une batterie. Le contrôleur évalue la différence entre le courant limite de recharge de la batterie et le courant sur le bus continu, de façon à laisser fermé ledit interrupteur électronique de charge tant que le courant sur le bus continu est inférieur au courant limite de recharge de la batterie.

DISPOSITIF ET PROCEDE DE GESTION  
DU FREINAGE ELECTRIQUE D'UN VEHICULE

*DOMAINE DE L'INVENTION*

5

**[0001]** La présente invention concerne les véhicules routiers. Elle concerne en particulier les systèmes de freinage d'un véhicule routier à traction électrique. Plus particulièrement, elle se rapporte à la gestion de la puissance électrique de freinage.

10 

*ETAT DE LA TECHNIQUE*

**[0002]** Les véhicules électriques englobent des véhicules dans lesquels l'énergie électrique nécessaire à leur déplacement est stockée dans des batteries et des véhicules dans lesquels l'énergie électrique est produite à bord au moins en partie, par exemple par un moteur thermique entraînant une génératrice ou par une pile à combustible. Dans les véhicules électriques, même si le freinage du véhicule est assuré par un système de freinage mécanique conventionnel à friction, on sait que l'un des intérêts des véhicules électriques vient de leur aptitude à récupérer sous forme électrique et stocker une partie de l'énergie engendrée pendant le freinage.

**[0003]** En effet, une machine électrique étant réversible, elle peut être utilisée en moteur et aussi en génératrice électrique pendant les phases de freinage du véhicule et dans ce cas elle transforme l'énergie mécanique de freinage en énergie électrique que le véhicule doit absorber, de préférence en la stockant pour économiser l'énergie nécessaire à l'utilisation d'un véhicule, et inévitablement en la dissipant lorsqu'il n'est pas ou plus possible de la stocker. Ce mode de fonctionnement est souvent appelé « freinage électrique » ou « freinage en récupération » même lorsque, en fait, l'énergie électrique obtenue en faisant fonctionner la ou les machines électriques est finalement dissipée thermiquement au moins partiellement.

**[0004]** A titre d'illustration de l'état de la technique, on peut citer la demande de brevet US 2003/0088343 qui décrit une chaîne de traction électrique pour véhicule automobile hybride équipé d'un moteur à combustion interne et d'une machine électrique qui intervient en assistance pour la motorisation du véhicule. La machine électrique est lui-même alimenté par une batterie. Plus particulièrement pour l'aspect freinage électrique, on peut citer la demande de brevet WO 2008/000636 qui décrit un mode de freinage électrique, notamment qui évoque une stratégie de gestion de l'énergie électrique programmée dans un module électronique de récupération, celui-ci répartissant l'énergie de freinage de façon à recharger un banc de super condensateurs et/ou de façon à

dissiper l'énergie dans une résistance électrique de dissipation. Ce document ajoute que la puissance des moyens de stockage de l'énergie électrique, en l'espèce, des super condensateurs, peut être limitée, et qu'au-delà du niveau de freinage que cette puissance permet, la puissance électrique produite par la machine électrique de traction doit alors être dirigée vers les moyens de dissipation. Ce document, qui se concentre sur l'organisation d'une redondance pour atteindre un haut degré de fiabilité d'un freinage purement électrique, ne donne pas de précision sur la gestion de la recharge du moyen de stockage de l'énergie électrique.

**[0005]** L'objectif de la présente invention est de proposer les moyens d'assurer une recharge optimale d'un moyen de stockage de l'énergie électrique tout en assurant un freinage électrique, par dissipation de l'énergie électrique produite par une machine électrique fonctionnant en mode génératrice, qui soit optimal et indépendant de l'état de charge du moyen de stockage de l'énergie électrique.

#### *BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION*

15

**[0006]** L'invention propose un dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage comportant un bus continu, ledit bus continu comportant :

- un pôle de connexion à une machine électrique de traction d'un véhicule, la machine étant associée à un onduleur, l'onduleur délivrant, en mode freinage, sur le bus continu, une puissance électrique de freinage,
  - un pôle de connexion à une batterie de stockage d'énergie électrique,
- le dispositif comportant :
- une branche de dissipation connectée en un point de connexion au bus continu, ladite branche comportant un interrupteur électronique de dissipation connecté en série avec une résistance de dissipation,
  - un capteur de courant sur le bus continu, disposé entre le point de connexion du bus continu et le pôle de connexion à une batterie,
  - un contrôleur recevant :
    - une information de « courant limite de recharge de la batterie »,
    - une information « batterie chargée » lorsque la batterie est à sa charge maximale,
    - une mesure du courant sur le bus continu délivrée par le capteur du courant sur le bus continu,
  - le contrôleur comportant un comparateur évaluant la différence entre le courant limite de recharge de la batterie et le courant sur le bus continu, le contrôleur comportant une unité

assurant le pilotage de l'interrupteur électronique de dissipation de façon à, tant que le courant sur le bus continu est inférieur au courant limite de recharge de la batterie, piloter ledit interrupteur électronique de dissipation selon un cycle maintenant le courant de charge de la batterie égal au courant limite de recharge de la batterie.

5

[0007] L'invention s'étend aussi à un procédé de gestion du mode freinage électrique d'un véhicule comportant une machine électrique de traction dudit véhicule, comportant un circuit électrique connectant ladite machine électrique à une batterie de stockage d'énergie électrique et à une résistance de dissipation d'énergie électrique, dans lequel le courant de dissipation traversant la

10 résistance de dissipation est asservi à l'écart entre le courant de charge de la batterie et le courant maximal de charge admissible pour ladite batterie.

#### *BREVE DESCRIPTION DE LA FIGURE*

15 [0008] La suite de la description permet de bien faire comprendre tous les aspects de l'invention au moyen de la figure 1 qui illustre un dispositif selon l'invention.

#### *DESCRIPTION DE MEILLEURS MODES DE REALISATION DE L'INVENTION*

20

[0009] A la figure 1, on voit un dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 connecté d'une part à un onduleur 20 alimentant une machine électrique 21 de traction d'un véhicule et d'autre part à une batterie 30 de stockage d'énergie électrique. Une unité centrale de gestion globale du véhicule 4 assure la supervision générale du véhicule et dialogue avec le dispositif de gestion de la

25 puissance électrique en freinage 1 comme cela sera expliqué dans la suite. La batterie 30 comporte un système de gestion de batterie 31. Le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 comporte un bus continu 10 dont on voit la ligne positive 10+ et la ligne négative 10—. Le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 comporte un premier pôle de connexion 12 à l'onduleur 20, et un deuxième pôle de connexion 13 à la batterie 30. Le dispositif de gestion de la

30 puissance électrique en freinage 1 comporte une branche de dissipation 1D connectée en un point de connexion 11 de la branche de dissipation 1D au bus continu 10, en parallèle de l'onduleur 20 alimentant la machine électrique 21 de traction. Cette branche de dissipation 1D comportant un interrupteur électronique de dissipation 1D1, constitué par un transistor, en particulier un transistor de type IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), connecté en série avec une résistance de dissipation

1D2. L'interrupteur électronique de dissipation 1D1 contrôle la circulation du courant au travers de la résistance de dissipation 1D2. On entend par « contrôlant la circulation du courant » le fait que le courant est régulé comme cela sera expliqué ci-dessous.

[0010] On voit encore une diode 1D3, associée par construction d'un transistor de type IGBT, et une diode 1D4 qui, lors de l'ouverture de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1, permet au courant qui circulait dans la résistance de dissipation 1D2 de s'annuler. Ceci est d'autant plus utile que ce circuit est inductif. Notons que l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 pourrait être un autre type de semiconducteur, par exemple un transistor de type MOS (Metal Oxyde Semiconductor), le choix étant opéré par l'homme du métier selon les détails pratiques de construction.

[0011] Le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 comporte un interrupteur électronique de charge 1C1 disposé entre le point de connexion 11 de la branche de dissipation 1D au bus continu 10 et le deuxième pôle de connexion 13 à une batterie du bus continu. Ledit interrupteur électronique de charge est avantageusement un transistor, comme indiqué ci-dessus pour l'interrupteur électronique de dissipation 1D1. L'interrupteur électronique de charge 1C1 contrôle la circulation du courant sur le bus continu 10 depuis le premier pôle de connexion 12 vers le deuxième pôle de connexion 13 à une batterie. On entend par « contrôlant la circulation du courant » le fait que le courant de charge de la batterie est régulé comme cela sera expliqué ci-dessous.

[0012] Le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 comporte un capteur de courant 15 sur le bus continu 10, disposé entre l'interrupteur électronique de charge 1C1 et le deuxième pôle de connexion 13. En pratique, de préférence, le capteur de courant 15 doit être le plus proche possible de batterie 30 car il y a (ou peut y avoir) d'autres consommateurs branchés sur le bus continu 10, en amont de l'interrupteur électronique de charge 1C1, et le capteur de courant 15 surveille le courant de batterie aussi bien en recharge qu'en décharge.

[0013] Le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 comporte aussi, monté en parallèle de l'interrupteur électronique de charge 1C1, une diode 1C2 autorisant la circulation du courant sur le bus continu 10 depuis le deuxième pôle de connexion 13 vers le premier pôle de connexion 12. Des condensateurs 16 et 17 sont branchés au bus continu 10, de part et d'autre de l'interrupteur électronique de charge 1C1, pour lisser la tension sur le bus continu 10 lors de la fermeture ou l'ouverture de l'interrupteur électronique de charge 1C1 et, respectivement, de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1.

[0014] Un contrôleur 18 assure le pilotage du dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1. On voit qu'il reçoit du système de gestion de batterie 31, via un bus CAN® 180, différentes informations utiles à la gestion de la puissance de freinage, dont une consigne de « courant limite de recharge de la batterie »  $I_{c\_recharge\_max}$ , une mesure du courant sur le bus continu 10 délivrée par le capteur du courant 15, via une ligne 150, une mesure de la tension « U » sur le bus continu 10, entre

l'interrupteur électronique de charge 1C1 et le deuxième pôle de connexion 13, via une ligne 160, une mesure de la tension sur le bus continu 10, entre l'interrupteur électronique de charge 1C1 et le premier pôle de connexion 12, via une ligne 170, et différentes informations venant de l'unité centrale de gestion globale du véhicule 4 via un bus CAN® 181. Le couple de freinage est géré par l'unité centrale de gestion globale du véhicule 4 qui, en fonction du souhait du conducteur du véhicule, envoie par bus CAN® 180 à l'onduleur 20 une consigne de couple. L'onduleur 20, à concurrence du courant maximal admissible (ce courant maximal admissible est déterminé par le contrôleur 18) sur le bus continu 10, commande la machine électrique 21 de façon à développer ce couple. Enfin, le contrôleur 18 effectue le pilotage de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 et de l'interrupteur électronique de charge 1C1 en envoyant les signaux électriques appropriés sur la ligne la ligne de commande de dissipation 110 et sur la ligne de commande de charge 120, respectivement. De cette façon, le contrôleur 18 assure la gestion du flux de puissance qui remonte la chaîne de traction et l'aiguille au bon endroit.

**[0015]** Passons au fonctionnement du dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1.

**[0016]** La recharge optimale d'une batterie électrochimique, selon la technologie de celle-ci, peut se faire par un courant constant, dans la limite d'une valeur  $I_{c\_recharge\_max}$ . Par exemple, les batteries Lithium polymère ou les batteries Lithium Ion acceptent des courants de charge assez importants mais toutefois moindres que les courants de décharge. La détermination de valeurs de consigne pour  $I_{c\_recharge\_max}$  (c'est-à-dire la consigne de courant limite de recharge de la batterie) dépend de la technologie d'accumulateur électrique utilisé, éventuellement d'autres paramètres comme la température, l'état de charge, les conditions de véhicules, toutes choses en dehors du cadre de la présente invention. Ledit courant limite de recharge de la batterie est un paramètre que la présente invention exploite de manière astucieuse.

**[0017]** Le contrôleur 18 comporte un comparateur évaluant la différence entre le courant limite de recharge de la batterie et le courant sur le bus continu, le contrôleur comportant une unité assurant le pilotage de l'interrupteur électronique de dissipation de façon à laisser fermé ledit interrupteur électronique de charge tant que le courant sur le bus continu est inférieur au courant limite de recharge de la batterie et de façon à piloter ledit interrupteur électronique de dissipation selon un cycle maintenant le courant de charge de la batterie égal au courant limite de recharge de la batterie lorsque le courant sur le bus continu n'est pas inférieur au courant limite de recharge de la batterie.

**[0018]** Ainsi, le pilotage de la puissance de dissipation, c'est-à-dire la part du de la puissance produite par la machine électrique 21 qui ne peut pas être utilisée pour charger la batterie 30, se fait par un rapport cyclique approprié d'ouverture et fermeture de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 ; le temps pendant lequel l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 est ouvert varie en

fonction de l'écart entre la consigne de courant maximal de charge de la batterie et la mesure du courant par le capteur de courant 15. Par convention, on appelle « mode charge maximale » un fonctionnement du dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 pendant lequel l'interrupteur électronique de charge 1C1 est fermé en permanence.

5 [0019] En mode charge maximale, la puissance renvoyée sur le bus continu 10 (par le ou les onduleurs 20 des machines de traction 21) est nécessairement plus faible que la puissance que peut absorber la batterie 30 et la résistance de dissipation 1D2 lorsque 1D1 est fermé. Dans ce mode de fonctionnement, la tension appliquée aux bornes de la résistance de dissipation 1D2 est égale à celle de la batterie (en négligeant les chutes de tension dans les semi conducteurs et dans les lignes  
10 électriques). L'asservissement contrôle le rapport cyclique de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 afin que le courant de charge de la batterie 30 soit au maximum de ce qu'autorise cette dernière. Plus la puissance produite par le ou les machines de traction 21 augmente, ou plus la puissance de charge de la batterie 30 diminue, plus le rapport cyclique de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 augmente de façon à diminuer la puissance aiguillée vers la batterie.

15 [0020] Lorsqu'une valeur de tension prédéfinie caractéristique d'une charge maximale est atteinte, on passe à une phase finale de la charge en maintenant constante la tension de la batterie 30. Dans cette phase, on surveille le courant de charge, celui-ci diminuant progressivement. Lorsque ce courant devient inférieur à une valeur donnée (par exemple,  $I_{c\_recharge\_max}/20$ ), on considère la batterie comme totalement chargée.

20 [0021] Au niveau de la batterie 30 elle-même, la gestion de sa charge est contrôlée par le système de gestion de batterie 31. C'est ce système de gestion de batterie 31 qui, en fonction de la tension de la batterie, de sa température, ..., détermine ledit courant de recharge maximum  $I_{c\_recharge\_max}$ . Ce courant de recharge maximum  $I_{c\_recharge\_max}$  est la consigne envoyée sur le bus CAN® 180. Le dispositif de gestion de la puissance de freinage 1 opère de façon à ne pas dépasser  
25 ce courant. En fait, dans une première phase où la tension prédéfinie de la batterie n'est pas atteinte, le système de gestion batterie 31 donne, sur le bus CAN® 180 comme  $I_{c\_recharge\_max}$  la limite donnée par le constructeur de batterie. Dans une deuxième phase, lorsque la tension prédéfinie de la batterie est atteinte, le système de gestion de batterie 31 calcule et envoie sur le bus CAN® 180 un courant de recharge  $I_{c\_recharge}$  qui permet d'atteindre cette tension prédéfinie. Au fur et à mesure que la batterie  
30 se charge, ce courant  $I_{c\_recharge}$  diminue.

[0022] Notons que l'on peut atteindre un rapport cyclique de 100% pour l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 et se trouver dans une situation où la puissance envoyée sur le bus continu 10 est supérieure au total des puissances que peuvent absorber la charge de la batterie 30 et la dissipation dans la résistance de dissipation 1D2 lorsque 1C1 est fermé. Dans ce cas, ou lorsque la  
35 charge de la batterie 30 est totale, le dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage 1 passe

en « mode dissipation maximale », fonctionnement pendant lequel l'interrupteur électronique de charge 1C1 est ouvert en permanence et l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 est fermé en permanence (rapport cyclique de 100%). Il n'y a plus de récupération d'énergie électrique par charge de la batterie 30. La tension « U » du bus continu 10 va augmenter et se stabiliser de façon à équilibrer la puissance de dissipation dans la résistance de dissipation 1D2 à celle produite par la ou les machines électriques de traction 21 renvoyant de l'énergie électrique sur le bus continu 10. Si la puissance produite par la ou les machines électriques de traction 21 augmente, la tension du bus augmente, et inversement. Si la puissance produite par la ou les machines électriques de traction 21 baisse suffisamment, au point d'être inférieure à la puissance qui peut être absorbée par la batterie 30 et la résistance de dissipation 1D2, on rebascule dans le mode charge maximale. Alors l'interrupteur électronique de charge 1C1 se ferme et l'asservissement opéré par le contrôleur 18 régule à nouveau le rapport cyclique de l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 de façon à asservir le courant de charge au maximum de ce qu'autorise le système de management de batterie 31.

**[0023]** De préférence, il faut stocker un maximum d'énergie dans la batterie 30 puis, ceci étant accompli, avantageusement, on dissipe un maximum d'énergie de freinage électrique dans la résistance de dissipation 1D2 pour minimiser (ou annuler) le recours à un freinage mécanique par friction, au bénéfice de l'usure des plaquettes et des disques de frein.

**[0024]** En pratique, le contrôleur 18 contient les moyens permettant de calculer en temps réel la puissance de dissipation maximale possible et la puissance de dissipation réelle, ainsi que la puissance de charge maximale possible et la puissance de charge réelle, en vue d'un pilotage optimal. On passe du mode recharge maximale au mode dissipation maximale lorsque l'interrupteur électronique de dissipation 1D1 est fermé en permanence. Le contrôleur 18 ajuste la dissipation afin de recharger batterie au maximum de ce qui est technologiquement possible dans les circonstances réelles de l'instant.

**[0025]** En conclusion, on a vu ci-dessus que, selon l'invention, est proposé un procédé dans lequel le courant de dissipation traversant la résistance de dissipation est asservi à l'écart entre le courant de charge de la batterie et le courant maximal de charge admissible pour ladite batterie. En outre, de préférence, selon le procédé proposé par l'invention, lorsque la puissance électrique de freinage est supérieure à la somme de la puissance de recharge de la batterie et la puissance de dissipation dans la résistance de dissipation d'énergie électrique, la batterie est déconnectée de façon à autoriser une élévation de la tension du circuit électrique connectant ladite machine électrique à la résistance de dissipation.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage (1) comportant un bus continu (10), ledit bus continu comportant :
- un pôle de connexion (12) à une machine électrique (21) de traction d'un véhicule, la machine étant associée à un onduleur (20), l'onduleur délivrant, en mode freinage, sur le bus continu, une puissance électrique de freinage,
  - 10 • un pôle de connexion (13) à une batterie (30) de stockage d'énergie électrique,
- le dispositif comportant :
- une branche de dissipation (1D) connectée en un point de connexion (11) au bus continu, ladite branche comportant un interrupteur électronique de dissipation (1D1) connecté en série avec une résistance de dissipation (1D2),
  - 15 • un capteur de courant (15) sur le bus continu, disposé entre le point de connexion (11) du bus continu et le pôle de connexion (13) à une batterie,
  - un contrôleur (18) recevant :
    - une information de « courant limite de recharge de la batterie »,
    - une information « batterie chargée » lorsque la batterie est à sa charge maximale,
    - 20 ○ une mesure du courant sur le bus continu délivrée par le capteur du courant sur le bus continu,
  - le contrôleur comportant un comparateur évaluant la différence entre le courant limite de recharge de la batterie et le courant sur le bus continu, le contrôleur comportant une unité assurant le pilotage de l'interrupteur électronique de dissipation de façon à, tant que le courant sur le bus continu est inférieur au courant limite de recharge de la batterie, piloter ledit interrupteur électronique de dissipation selon un cycle maintenant le courant de charge de la batterie égal au courant limite de recharge de la batterie.
  - 25
- 30 2. Dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage selon la revendication 1 dans lequel ledit interrupteur électronique de dissipation est un transistor.
3. Dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage selon la revendication 1 comportant, entre le point de connexion de la branche de dissipation (1D) au bus continu (10) et le pôle de connexion à une batterie du bus continu, un interrupteur électronique de charge (1C1) contrôlant la circulation du courant sur le bus continu depuis le pôle de connexion à une machine électrique
- 35

vers le pôle de connexion à une batterie, et, monté en parallèle de l'interrupteur électronique de charge, une diode autorisant la circulation du courant sur le bus continu depuis le pôle de connexion à une batterie vers le pôle de connexion à une machine électrique.

- 5 4. Dispositif de gestion de la puissance électrique en freinage selon la revendication 1 dans lequel ledit interrupteur électronique de charge est un transistor.
  
- 10 5. Procédé de gestion du mode freinage électrique d'un véhicule comportant une machine électrique de traction dudit véhicule, comportant un circuit électrique connectant ladite machine électrique à une batterie de stockage d'énergie électrique et à une résistance de dissipation d'énergie électrique, dans lequel le courant de dissipation traversant la résistance de dissipation est asservi à l'écart entre le courant de charge de la batterie et le courant maximal de charge admissible pour ladite batterie.
  
- 15 6. Procédé de gestion du mode freinage électrique selon la revendication 5 dans lequel, lorsque la puissance électrique de freinage est supérieure à la somme de la puissance de recharge de la batterie et la puissance de dissipation dans la résistance de dissipation d'énergie électrique, la batterie est déconnectée de façon à autoriser une élévation de la tension du circuit électrique connectant ladite machine électrique à la résistance de dissipation.

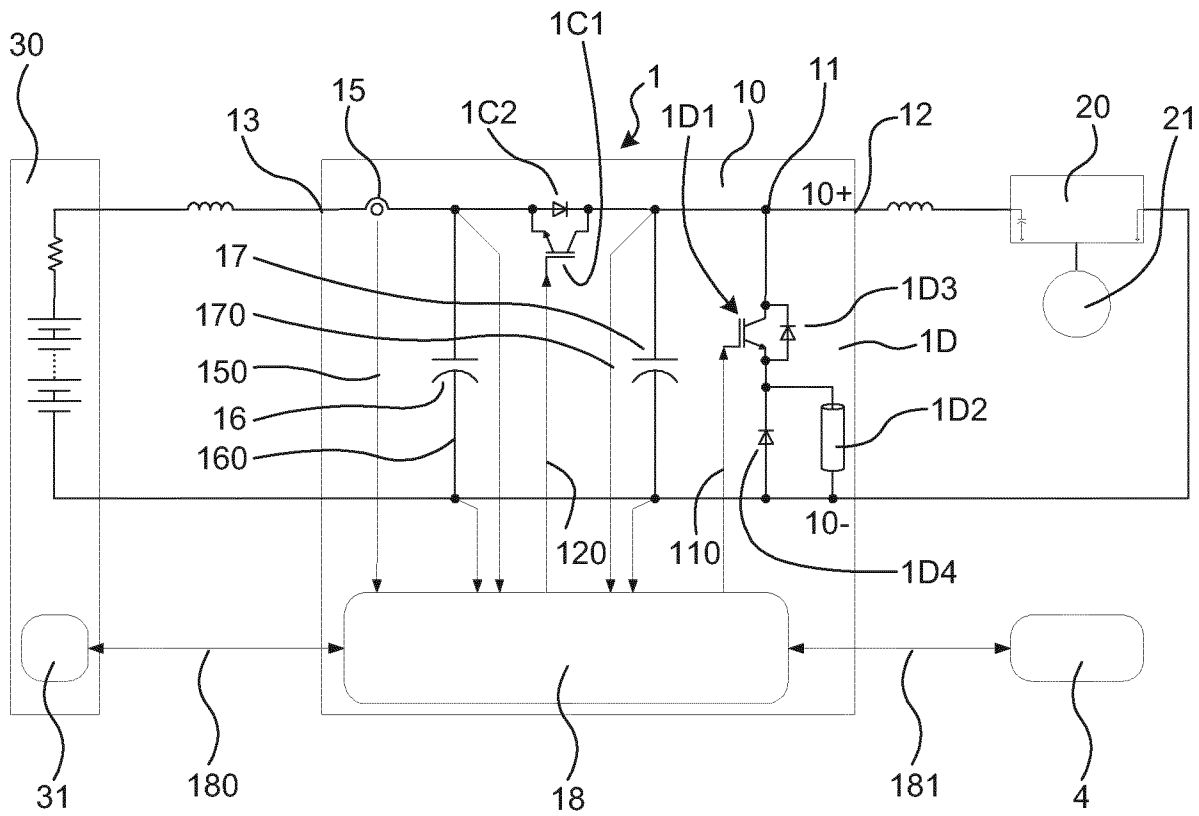


Fig. 1