

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 50952 B1** (51) Cl. internationale : **B61C 3/00; B60L 15/38**

(43) Date de publication :  
**30.11.2023**

---

(21) N° Dépôt :  
**50952**

(22) Date de Dépôt :  
**26.12.2017**

(30) Données de Priorité :  
**08.12.2017 CN 201711292990**

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/CN2017/118477 26.12.2017**

(71) Demandeur(s) :  
**CRRC Zhuzhou Locomotive Co., Ltd, Tianxin High-Tech Park Shifeng District Zhuzhou, Hunan 412001 (CN)**

(72) Inventeur(s) :  
**YANG, Ying ; ZHOU, Ande ; LI, Yunlong ; FAN, Libing ; LI, Tingfang ; QI, Biao**

(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP 17933929.6

---

(54) Titre : **SYSTÈME D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE HYBRIDE ET PROCÉDÉ D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE POUR RAME AUTOMOTRICE DIESEL**

(57) Abrégé : L'invention concerne un système d'alimentation électrique hybride d'unité multiple diesel. Lorsqu'un train est en marche, un module de gestion d'énergie envoie un signal de niveau d'un contrôleur maître du train à un onduleur, et l'onduleur, selon le signal de niveau reçu du contrôleur maître et les performances dynamiques du système d'alimentation électrique hybride, définit une courbe enveloppe de la vitesse du train par rapport à la force de traction et une courbe enveloppe de la vitesse du train par rapport à la force de freinage régénératif pour contrôler un moteur de traction afin de produire le couple correspondant. En outre, l'onduleur, en fonction des valeurs de tension et de courant acquises à l'extrémité d'entrée, calcule et envoie une puissance demandée réelle actuelle au module de gestion de l'énergie, le module de gestion de l'énergie, en fonction de la puissance disponible actuelle d'un supercondensateur, calcule une puissance requise puissance de sortie et envoie une commande de la puissance de sortie requise à un redresseur, et le redresseur, selon la commande du module de gestion d'énergie, commande le bloc d'alimentation électrique interne pour produire la puissance correspondante. Le système est de structure

simple et de commande fiable, et peut augmenter les performances dynamiques du train et améliorer la capacité de transport du train. L'invention concerne également un procédé d'alimentation électrique hybride pour une unité multiple diesel.

## Revendications

1. Système d'alimentation hybride d'une rame diesel à unités multiples pour un train, le système d'alimentation hybride comprenant :

5 un module de gestion d'énergie, configuré pour recevoir une tension courante, un courant, une puissance disponible réelle et une puissance de sortie courante envoyée par un premier, un deuxième, un troisième et un quatrième module de commande de chacun d'un bloc de puissance électrique interne, d'un redresseur, d'un supercondensateur et d'un inverseur de gestion d'énergie, respectivement ;

10 le premier module de commande du bloc de puissance électrique interne, configuré pour envoyer ses propres paramètres de travail au module de gestion d'énergie et, dans le même temps, transmettre de l'énergie et ses propres paramètres de capacité au redresseur ;

le deuxième module de commande du redresseur, configuré pour envoyer ses propres paramètres de travail au module de gestion d'énergie et, dans le même temps, transmettre de l'énergie et ses propres paramètres de capacité à l'inverseur ;

15 le troisième module de commande du supercondensateur, configuré pour envoyer ses propres paramètres de travail au module de gestion d'énergie et, dans le même temps, transmettre de l'énergie et ses propres paramètres de capacité à l'inverseur ; et

le quatrième module de commande de l'inverseur, configuré pour envoyer ses propres paramètres de travail au module de gestion d'énergie et, dans le même temps, alimenter un moteur de traction avec l'électricité de sortie du bloc de puissance électrique interne et du supercondensateur pour surveiller l'état de fonctionnement du moteur de traction, lorsque le train est en marche,

25 le module de gestion d'énergie étant configuré pour envoyer à l'inverseur un signal de niveau d'un dispositif de commande maître du train,

l'inverseur étant configuré, selon le signal de niveau reçu du dispositif de commande maître et les performances dynamiques du système d'alimentation hybride, pour définir une courbe enveloppe de la vitesse du train en fonction de la force de traction et une courbe enveloppe de la vitesse du train en fonction de la force de freinage par récupération pour commander le moteur de traction pour délivrer un couple correspondant et, dans le même temps, pour calculer et envoyer, selon les valeurs de tension et de courant acquises au niveau de l'extrémité d'entrée, une valeur de puissance demandée réelle courante au module de gestion d'énergie,

30

le module de gestion d'énergie étant configuré, selon la puissance disponible courante du supercondensateur, pour calculer une puissance de sortie requise et envoyer au redresseur une commande correspondant à la puissance de sortie requise, et

5 le redresseur étant configuré, selon la commande du module de gestion d'énergie, pour commander le bloc de puissance électrique interne pour délivrer une puissance correspondante ;

lorsque le train est dans un mode de traction,

le module de gestion d'énergie étant configuré pour :

10 déterminer si une tension aux bornes du supercondensateur est supérieure à une première valeur de tension de consigne du supercondensateur, si la tension aux bornes du supercondensateur est supérieure à la première valeur de tension de consigne, commander le redresseur pour qu'il se mette sous tension, le bloc de puissance électrique interne et le

15 supercondensateur alimentant conjointement l'inverseur, et

si la tension aux bornes du supercondensateur est inférieure à la première valeur de tension de consigne, commander le redresseur pour qu'il se mette sous tension, le bloc de puissance électrique interne rechargeant le supercondensateur jusqu'à ce que la tension aux bornes du supercondensateur

20 atteigne la première valeur de tension de consigne ;

lorsque le train freine,

le module de gestion d'énergie étant configuré pour :

commander le bloc de puissance électrique interne pour qu'il fonctionne au ralenti et commander le redresseur pour qu'il se mette en veille et, dans le même temps, déterminer si la tension aux bornes courante envoyée par le supercondensateur est supérieure à une deuxième valeur de tension de consigne du supercondensateur,

25

si la tension aux bornes du supercondensateur est supérieure à la deuxième valeur de tension de consigne, commander le supercondensateur pour qu'il soit isolé, l'électricité de freinage par récupération consommée par les dispositifs embarqués et les résistances de freinage, et

30

si la tension aux bornes du supercondensateur est inférieure à la deuxième valeur de tension de consigne, commander le supercondensateur

pour qu'il fonctionne, l'électricité de freinage par récupération absorbée par le supercondensateur et les dispositifs embarqués ;

lorsque le train est dans un mode inerte ou un mode statique,

le module de gestion d'énergie étant configuré pour :

5 commander le bloc de puissance électrique interne pour qu'il fonctionne au ralenti et commander le redresseur pour qu'il fonctionne et, dans le même temps, déterminer si la tension aux bornes courante envoyée par le supercondensateur est supérieure à une troisième valeur de tension de consigne du supercondensateur,

10 si la tension aux bornes du supercondensateur est supérieure à la troisième valeur de tension de consigne, commander le supercondensateur pour qu'il soit isolé, et

si la tension aux bornes du supercondensateur est inférieure à la troisième valeur de tension de consigne, commander le bloc de puissance électrique interne pour recharger le supercondensateur ;

15 lorsque le bloc de puissance électrique interne tombe en panne,

le module de gestion d'énergie étant configuré pour commander le bloc de puissance électrique interne et le redresseur pour qu'ils s'arrêtent et, dans le même temps, déterminer si la tension aux bornes courante envoyée par le supercondensateur est supérieure à une quatrième valeur de tension de consigne du supercondensateur,

20 si la tension aux bornes du supercondensateur est supérieure à la quatrième valeur de tension de consigne, le supercondensateur étant configuré pour alimenter la charge du train pour maintenir l'alimentation pendant une période de temps, et

25 si la tension aux bornes du supercondensateur est inférieure à la quatrième valeur de tension de consigne, le supercondensateur étant configuré pour être rechargé par une alimentation externe, puis pour alimenter la charge du train ; et

lorsque le supercondensateur tombe en panne,

30 le module de gestion d'énergie étant configuré pour commander le supercondensateur pour qu'il soit isolé et commander le bloc de puissance électrique interne pour qu'il alimente les charges de traction et les charges auxiliaires du train.

2. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel :

le bloc de puissance électrique interne comprend un premier module de commande ;

le premier module de commande est connecté à un premier capteur de courant et à un premier capteur de tension ;

le premier capteur de courant et le premier capteur de tension sont l'un et l'autre connectés à un générateur ;

5 le générateur est connecté à un moteur diesel ;

le premier module de commande est configuré pour surveiller l'état du générateur et commander le bloc de puissance électrique interne pour qu'il délivre une puissance correspondante selon la commande du redresseur ;

10 le premier capteur de tension est configuré pour surveiller une tension de sortie en temps réel du générateur ; et

le premier capteur de courant est configuré pour surveiller un courant de sortie en temps réel du générateur.

3. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 2, dans lequel :

le redresseur comprend un deuxième module de commande ;

le deuxième module de commande est connecté à un deuxième capteur de tension et à un deuxième capteur de courant ;

20 le deuxième capteur de tension et le deuxième capteur de courant sont l'un et l'autre connectés à un convertisseur CC-CC ;

le convertisseur CC-CC est connecté à un convertisseur CA-CC ;

le convertisseur CA-CC est connecté au générateur par l'intermédiaire d'un premier contacteur ;

25 le deuxième module de commande est configuré pour surveiller l'état du convertisseur CC-CC et commander le redresseur pour qu'il délivre une puissance correspondante selon la commande du module de gestion d'énergie ;

le premier contacteur est configuré pour contacter ou isoler le redresseur ;

le deuxième capteur de tension est configuré pour surveiller la tension de sortie en temps réel du redresseur ; et

30 le deuxième capteur de courant est configuré pour surveiller le courant de sortie en temps réel du redresseur.

4. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 3, dans lequel :

le supercondensateur comprend un troisième module de commande connecté à un troisième capteur de tension et à un troisième capteur de courant ;

les extrémités d'entrée du troisième capteur de courant et du troisième capteur de tension sont connectées à un fusible ;

5 le fusible est connecté au supercondensateur et au convertisseur CC-CC par l'intermédiaire d'un second contacteur ;

le troisième module de commande est configuré pour surveiller l'état du supercondensateur ;

10 le troisième capteur de tension est configuré pour surveiller la tension de sortie en temps réel du supercondensateur ;

le troisième capteur de courant est configuré pour surveiller le courant de sortie en temps réel du supercondensateur ;

le fusible est configuré pour réaliser une protection contre les surintensités ; et

le second contacteur est configuré pour contacter ou isoler le supercondensateur.

15

5. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel, lorsque le train est dans un mode de traction, le bloc de puissance électrique interne et le supercondensateur sont configurés pour fournir une puissance en parallèle au moteur de traction et à la charge embarquée.

20

6. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel, lorsque le train freine, le bloc de puissance électrique interne est configuré pour fonctionner au ralenti, le redresseur est configuré pour se mettre en veille et le supercondensateur est configuré rapidement pour récupérer l'électricité de freinage par récupération du moteur de traction.

25

7. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel, lorsque le train est dans le mode inerte ou le mode statique, le bloc de puissance électrique interne est configuré pour fonctionner au ralenti pour maintenir la vitesse de fonctionnement courante du train pendant le rechargement du supercondensateur.

30

8. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel :

lorsque le bloc de puissance électrique interne tombe en panne et est isolé, le supercondensateur est configuré pour alimenter la charge du train pour maintenir l'alimentation pendant une période de temps ; et

5 lorsque le supercondensateur tombe en panne et est isolé, le bloc de puissance électrique interne est configuré pour alimenter la charge du train pour maintenir un fonctionnement à basse vitesse du train.

9. Système d'alimentation hybride de la rame diesel à unités multiples selon la revendication 1, dans lequel la puissance du bloc de puissance électrique interne est de 360 à 10 390 kW et la puissance du supercondensateur est de 300 à 450 kW.