

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 21016

(54) Procédé et système pour faire varier la vitesse du moteur de propulsion d'un véhicule électrique alimenté par batterie, et véhicule électrique ainsi équipé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 P 7/32; B 60 L 11/18; G 05 D 13/62; H 02 P 7/42.

(22) Date de dépôt..... 1^{er} octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 15 octobre 1979, n° 85.084.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 17-4-1981.

(71) Déposant : Société dite : THE GARRETT CORPORATION, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Keith M. Chirgwin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : SA Fédit-Loriot,
38, av. Hoche, 75008 Paris.

Procédé et système pour faire varier la vitesse du moteur de propulsion d'un véhicule électrique alimenté par batterie, et véhicule électrique ainsi équipé.

5 La présente invention concerne un système pour commander la vitesse de rotation d'une machine électrique tournante et, en particulier, un système à variateur de tension fonctionnant en courant continu, pour commander un véhicule électrique alimenté par batterie. L'invention vise également un véhicule électrique équipé d'un tel système de commande.

10 Sur les véhicules électriques alimentés par batterie, tels que par exemple les voiturettes pour terrains de golf ou les chariots élévateurs à fourche, il faut pouvoir commander la vitesse de rotation du moteur de propulsion sur une plage étendue, et dans chaque sens, y compris une vitesse de rotation égale à zéro (0). Il est souhaitable en outre de pouvoir réaliser un effet de freinage dynamique, en inversant le courant d'alimentation du moteur de propulsion.

On connaît de nombreux systèmes du genre en question. Dans un mode de réalisation d'un tel système, on utilise un variateur de tension à balais mobiles alimenté par batterie, pour faire varier la puissance fournie au moteur de propulsion en agissant sur la position des balais mobiles du variateur. Il en résulte des variations de la tension appliquée au moteur de propulsion, dont la vitesse de rotation varie en conséquence. Certains variateurs de tension connus du type à balais mobiles comportent deux jeux de balais, comme dans le système proposé dans le brevet publié aux Etats-Unis d'Amérique sous le No. 3.875.495, au nom de Middlebrook. En utilisant deux jeux de balais, on remédie à l'effet de perte de puissance due à la résistance de l'enroulement de l'induit, et on compense exactement les réactions de l'induit. Cependant, ces deux types de systèmes présentent cet inconvénient d'imposer, pour le variateur de tension à balais mobiles, une puissance nominale égale à celle du moteur de propulsion. Donc, pour des charges élevées ou des moteurs de propulsion de puissance nominale élevée, il faut obligatoirement utiliser des dynamos ou des variateurs de tension à balais mobiles ayant également une puissance nominale élevée. Or, de tels variateurs de tension

sont encombrants, lourds et onéreux, et le système ainsi réalisé est d'autant plus onéreux que la puissance nominale du variateur employé est élevée.

On connaît un autre moyen pour commander la vitesse d'un moteur de propulsion, grâce à un variateur de tension comportant un groupe Ward-Leonard, constitué par un moteur qui entraîne une dynamo dont la tension de sortie est appliquée au moteur de propulsion. En agissant sur l'excitation de la dynamo, on peut faire varier sur une plage étendue la vitesse du moteur de propulsion. Mais là encore, il faut évidemment que la puissance nominale de la dynamo soit égale à celle du moteur de propulsion, pour fournir la puissance nécessaire à celui-ci. Ce mode de commande offre donc le même inconvénient que le système de variateur de tension à balais mobiles mentionné plus haut.

On connaît encore un autre type de système de commande de vitesse, comportant un variateur de tension dénommé : "Metadyne", tel que décrit dans le brevet publié aux Etats-Unis d'Amérique au nom de Pesterini, sous le No. 2.587.648. Dans ce variateur Metadyne de commande de vitesse, les balais primaires qui reçoivent le courant d'alimentation sont calés à 90° des balais secondaires qui sont fixes. On peut faire varier la puissance fournie par le variateur Metadyne au moteur de propulsion, en agissant sur l'intensité du courant d'excitation qui passe dans les enroulements du stator du variateur Metadyne. Avec le mode de branchement habituel, il faut que la puissance nominale du variateur Metadyne soit égale à celle du moteur de propulsion, puisque toute la puissance arrivant au moteur de propulsion provient du variateur Metadyne. Il existe un branchement dit en "8", qui utilise un seul variateur Metadyne, et deux moteurs de propulsion de puissance nominale égale, électriquement indépendants, chaque moteur de propulsion étant branché entre l'un des balais primaires et l'un des balais secondaires du variateur Metadyne. Dans un tel montage, le Metadyne fournit une tension qui s'ajoute à la tension d'alimentation, ou s'en retranche, et l'ensemble des moteurs de propulsion a une puissance nominale égale au double de la puissance nominale du Metadyne.

Le but de l'invention est d'éviter les inconvénients que l'on vient d'exposer, pour réaliser, de manière simple, un système de commande à variateur de tension, notamment pour un véhicule à moteur électrique alimenté par batterie, de telle manière que la puissance nominale du variateur de tension soit inférieure à la puissance nominale du moteur électrique ainsi commandé.

Le système de commande à variateur de tension visé par l'invention, notamment pour un véhicule électrique ayant un moteur de propulsion alimenté par une batterie qui constitue une première source de courant continu, comporte un variateur de tension, ayant un premier jeu de balais fixes branché en série sur ladite source de courant et un second jeu de balais branché en série sur ledit moteur de propulsion, pour fournir à celui-ci une tension variable.

Selon l'invention, ce système de commande est caractérisé en ce qu'il comporte :

- a. une seconde source de courant continu ; et
- b. des moyens pour brancher en série cette seconde source de courant continu sur le moteur de propulsion et sur le second jeu de balais du variateur de tension, pour que la tension de sortie du variateur de tension vienne s'ajouter à la tension de la seconde source de courant continu, ou s'en retrancher.

Grâce à ce montage particulier conforme à l'invention, la puissance nominale du variateur de tension est inférieure, d'une manière avantageuse, à la puissance nominale du moteur de propulsion.

Le système de commande à variateur de tension, tel que décrit ci-après, pour des véhicules électriques alimentés par batterie, comporte un convertisseur de courant continu, tel qu'un variateur à balais mobiles ou un variateur du genre Metadyne, et un tel convertisseur peut avoir une puissance nominale considérablement plus faible que la puissance nominale du moteur de propulsion du véhicule. Ce résultat avantageux est obtenu dans chaque cas grâce à une seconde batterie montée en série avec le moteur de propulsion, de telle manière que la tension efficace de cette seconde batterie se trouve augmentée

ou réduite par l'effet de la tension de sortie du convertisseur, constitué par le variateur de tension à balais mobiles, par le variateur Metadyne, ou par la dynamo du groupe Ward-Leonard.

5 En prenant le cas où la tension maximale transmise au moteur de propulsion par le convertisseur de courant continu est égale à la tension de la seconde batterie, on voit que la puissance absorbée par le moteur de propulsion est égale au produit de l'intensité I multipliée par la tension V fournie
10 par le convertisseur de courant continu, plus le produit de l'intensité I multipliée par la tension V de la seconde batterie, soit en tout une puissance égale à $2 V.I$. Or la puissance nominale du convertisseur de courant continu, constituée par le variateur de tension associé à ce moteur de propulsion, est
15 seulement égale à $V.I$., produit de l'intensité passant dans le moteur de propulsion par la valeur de la tension de l'une ou l'autre des sources de courant agissant dans le circuit d'alimentation de ce moteur.

20 Ainsi, le système conforme à l'invention conserve les avantages des systèmes de commande connus, permettant une plage étendue de variation de vitesse, y compris une vitesse égale à zéro (0), ainsi qu'un freinage dynamique. Mais en outre, d'une manière avantageuse et surprenante, le système conforme à l'invention permet d'utiliser comme convertisseur de
25 courant continu un variateur de tension ayant une puissance nominale inférieure à celle qui est nécessaire pour le moteur de propulsion, assurant ainsi des économies considérables sur le prix de revient et les frais de fonctionnement du véhicule électrique à batterie équipé d'un tel système.

30 En outre, alors que les variateurs du genre Metadyne ont été assez peu utilisés au cours des dernières années, l'invention permet une application intéressante de tels variateurs, pour commander des moteurs de propulsion ayant chacun une puissance nominale double de celle du variateur Metadyne
35 associé.

 L'invention s'applique à des véhicules électriques ayant un seul moteur de propulsion alimenté par batterie, avec cet avantage de pouvoir utiliser un variateur de tension dont

la puissance nominale est seulement la moitié de celle du moteur de propulsion ainsi commandé sous tension variable, en séparant la batterie en deux moitiés électriquement indépendantes. Une moitié de la batterie fournit la tension d'alimentation nécessaire au variateur de tension, et l'autre moitié est
5 montée en série avec le moteur de propulsion, pour faire varier en augmentation ou en diminution la tension appliquée à ce moteur, et permettre d'en commander la vitesse sur une plage étendue.

10 Dans un système à variateur de tension, servant à commander le moteur de propulsion d'un véhicule électrique alimenté par batterie, ce véhicule ayant un moteur de propulsion alimenté par une première source de courant continu et un variateur de tension pourvu d'un premier jeu de balais branchés
15 en série sur ladite source de courant continu, et un second jeu de balais branchés en série sur le moteur de propulsion, pour fournir à celui-ci une tension efficace variable, l'invention apporte un perfectionnement, sous forme d'une seconde source de courant continu branchée en série avec le moteur de
20 propulsion et avec le second jeu de balais, de telle sorte que la tension de sortie du variateur s'ajoute à la tension de la seconde source de courant continu, ou s'en retranche, permettant d'utiliser un variateur de tension dont la puissance nominale est inférieure à celle qui est nécessaire pour le moteur
25 de propulsion.

L'invention s'applique également à un système à variateur de tension pour commander un moteur de propulsion, dans lequel le variateur est constitué par un groupe du genre Ward-Leonard, comportant une dynamo entraînée par un moteur alimenté par une tension d'entrée, alors que la tension de sortie de
30 la dynamo est appliquée au moteur de propulsion, pour commander la vitesse de ce moteur. Dans un tel système, l'invention apporte un perfectionnement consistant à brancher en série la dynamo du groupe et le moteur de propulsion, pour mettre ce
35 circuit de série en dérivation sur les bornes du moteur du groupe, afin d'appliquer à ce circuit de série la tension d'alimentation arrivant au moteur qui entraîne la dynamo. Grâce à ce montage particulier prévu par l'invention, la ten-

sion de sortie de la dynamo du groupe s'ajoute à la tension d'alimentation du moteur d'entraînement, ou s'en retranche, de telle sorte que la puissance nominale de la dynamo est inférieure à la puissance nominale requise pour le moteur de propulsion.

L'invention prévoit également un perfectionnement d'une variante du système de commande à groupe Ward-Leonard, ce perfectionnement consistant à brancher en série une première et une seconde sources de courant électrique, ayant chacune la même tension ; à appliquer cette tension au moteur du groupe ; à brancher en série la seconde source de courant, la dynamo du groupe et le moteur de propulsion, de manière à pouvoir faire varier la tension efficace appliquée au moteur de propulsion, grâce aux variations de la tension de sortie de la dynamo qui s'ajoute à la tension de la seconde batterie, ou s'en retranche.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description de quelques modes de réalisation, présentés ci-après à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 est un schéma électrique d'un système connu, comportant une machine électrique tournante, pourvue de balais fixes soumis à une tension continue constante et permettant d'appliquer une tension de sortie variable à un moteur de traction relié à deux balais mobiles de la machine électrique tournante ;

la figure 2 est un schéma d'un autre système connu, dérivé du précédent, et comportant en outre un second jeu de balais mobiles, associés au premier jeu de balais mobiles, pour alimenter le moteur de traction ;

la figure 3 est un schéma d'une autre variante connue du système de la figure 1, comportant un moteur de traction monté entre chaque balai fixe et le balai mobile associé ;

la figure 4 est un schéma du système de commande conforme à l'invention, comportant un moteur de traction alimenté par un jeu de balais mobiles, avec une seconde batterie montée en série sur le circuit reliant le moteur de traction aux balais mobiles de la machine électrique tournante qui constitue un variateur de tension ;

la figure 5 est un schéma d'un système connu du genre

Ward-Leonard, comportant un moteur qui entraîne une dynamo, permettant de régler la puissance appliquée à un moteur de traction ;

5 la figure 6 est un schéma d'un système comportant un moteur accouplé à une dynamo, modifié conformément à l'invention, pour monter le moteur de traction en série avec la dynamo, l'ensemble du moteur de traction et de la dynamo étant raccordé aux bornes du moteur d'entraînement de la dynamo, en parallèle avec ce moteur d'entraînement ;

10 la figure 7 est un schéma d'une variante du système comportant un moteur accouplé à une dynamo, conforme à l'invention, et dans lequel on applique la totalité de la tension d'entrée au moteur d'entraînement de la dynamo, et seulement la moitié de la même tension d'entrée à l'ensemble constitué
15 par la dynamo et le moteur de traction associé en série avec la dynamo ;

la figure 8 est un tableau indiquant les valeurs de la tension d'alimentation appliquées au moteur de traction de la figure 4, en fonction de divers calages angulaires des balais
20 mobiles du dispositif de commande de puissance conforme à l'invention ;

la figure 9 est un tableau indiquant les valeurs de la tension d'alimentation appliquées au moteur de traction de la figure 4, en fonction du calage angulaire des balais mobiles
25 du dispositif de commande de puissance conforme à l'invention, dans le cas où la batterie principale et le moteur de traction ou la batterie secondaire ont des polarités opposées, et où la tension de la batterie principale est le double de la tension de la batterie secondaire associée au moteur de traction ;

30 la figure 10 est un graphique représentant la plage de variation de la vitesse du moteur de traction de la figure 4, dans le cas où la tension de la batterie principale est le double de la tension de la batterie secondaire associée au moteur de traction, les polarités des deux batteries étant de
35 sens opposés.

Sur les véhicules comportant un moteur électrique de traction alimenté au moyen d'une batterie, il est important de pouvoir régler sur une plage étendue la tension appliquée au

moteur de traction, pour donner à volonté à cette tension des valeurs positives ou négatives, ou une valeur nulle. La figure 1 est un schéma électrique d'un système de commande connu, du genre appelé "Metadyne", comportant une machine électrique tournante pourvue de balais mobiles pour régler la vitesse d'un moteur de propulsion 26. Le dispositif de commande comporte un induit 10 qui peut tourner entre les pôles 12 et 14 d'un circuit magnétique associé, mais à excitation séparée. L'induit comporte un enroulement (non représenté), raccordé à un collecteur (non représenté) et sur lequel sont en contact deux balais fixes ou primaires 16 et 18 permettant de relier l'enroulement de l'induit à un circuit externe. Une batterie d'alimentation 20 fournit une tension électrique continue aux balais, de manière à faire tourner l'induit 10 à une vitesse déterminée, en fonction de la tension de la batterie 20 et du flux magnétique agissant sur l'armature de l'induit.

On connaît diverses réalisations de tels systèmes, dans lesquels la machine électrique tournante est pourvue d'un jeu supplémentaire de balais, fixes ou mobiles, et la machine permet ainsi de convertir le courant continu d'entrée en un courant continu différent à la sortie. Dans le système Metadyne proprement dit, les balais de sortie ou secondaires sont fixes, et on fait varier la tension de sortie entre ces balais en agissant sur l'intensité du courant d'excitation de la machine tournante. Dans le cas où les balais de sortie sont mobiles, le dispositif de réglage de la tension de sortie permet de faire varier cette tension en modifiant la position angulaire des balais de sortie 22 et 24.

Si on appelle E_p la tension constante de la batterie 20, appliquée aux balais fixes 16 et 18, et E_s la tension de sortie ou tension secondaire produite entre les balais secondaires mobiles 22 et 24, la valeur de cette tension de sortie E_s produite entre les balais mobiles 22 et 24 dépend de la position angulaire θ de l'axe du jeu des balais secondaires mobiles 22, 24, par rapport à l'axe du jeu des balais d'entrée fixes 16, 18, ainsi qu'on l'a représenté sur la figure 1. Si on néglige les pertes internes, on peut admettre que la machine tournante, jouant le rôle d'un convertisseur de courant con-

tinu, prend une intensité nulle sur la batterie 20, lorsque le moteur de traction 26 n'absorbe lui-même aucune intensité sur le circuit de sortie du convertisseur. Mais, par contre, s'il existe une intensité entre les bornes de sortie 22, 24, la machine tournante joue le rôle d'un convertisseur à tension de sortie variable, dans lequel on peut régler le rapport entre la tension d'entrée et la tension de sortie en faisant varier la position angulaire de l'axe du jeu des balais de sortie par rapport à l'axe du jeu des balais d'entrée.

La tension de sortie E_s ainsi produite entre les bornes de sortie 22 et 24 est liée à la tension d'entrée E_p fournie par la batterie 20, suivant l'équation :

$$E_s = n \cdot E_p,$$

15

dans laquelle : $n = 1 - \frac{\theta}{90^\circ},$

θ étant la position angulaire de l'axe des balais de sortie par rapport à l'axe des balais d'entrée.

Ainsi, dans le schéma de la figure 1, si l'axe des balais de sortie 22 et 24 coïncident avec l'axe des balais d'entrée 16 et 18, la tension d'entrée fournie par la batterie d'alimentation 20 est appliquée directement au moteur de traction 26, sans traverser l'induit 10 du convertisseur de réglage. Et la puissance consommée alors par le moteur de traction 26 est donnée par la formule :

$$P = V.I.,$$

30 dans laquelle V est la valeur de la tension de la batterie 20, et I la valeur de l'intensité absorbée par le moteur de traction.

Dans le cas où les balais de sortie 22 et 24 sont décalés d'un angle θ par rapport aux balais d'entrée 16 et 18, le convertisseur de réglage fournit au moteur de traction 26 une tension utile qui diminue au fur et à mesure de l'augmentation du décalage angulaire des balais de sortie 22, 24. Lorsque le décalage angulaire θ des balais de sortie par rapport aux

balais d'entrée 16, 18, atteint 90° , aucune intensité ne passe plus dans les balais de sortie 22, 24, et tout le courant passe dans les balais d'entrée 16 et 18. Ainsi, la déperdition de puissance dans le convertisseur varie entre zéro (0), lorsque
5 l'axe du jeu des balais de sortie mobiles 22, 24, coïncide avec l'axe des balais d'entrée 16, 18, et un maximum correspondant à un décalage de 90° entre les deux jeux de balais. Dans ces conditions, lorsqu'il y a un décalage de 90° entre les deux jeux de balais, les pertes ohmiques dans l'induit du convertis-
10 seur sont les mêmes que pour un moteur électrique.

Si le convertisseur de réglage de la figure 1 comporte des balais de sortie fixes ou mobiles, servant à régler la vitesse du moteur de traction 26, il faut que le système puisse supporter l'intensité maximale nominale du moteur de trac-
15 tion, à toutes les valeurs de réglage de la tension de sortie. En effet, le convertisseur doit pouvoir supporter la même déperdition maximale de puissance que le moteur de traction. Autrement dit, il faut que le convertisseur puisse supporter la même puissance que le moteur de traction, bien qu'il n'y ait
20 aucun prélèvement direct de puissance sur son rotor. C'est pourquoi le convertisseur de ce système connu est relativement onéreux, car il doit présenter les mêmes caractéristiques de puissance nominale que le moteur de traction 26.

En référence à la figure 1, on vient de décrire un con-
25 vertisseur constitué par une machine électrique tournante à deux pôles, mais il est évident qu'on pourrait aussi utiliser des machines électriques tournantes comportant plus de deux pôles, et pourvues de plus de deux balais fixes.

Le convertisseur de réglage de la figure 1, outre l'in-
30 convénient d'avoir nécessairement les mêmes caractéristiques de puissance que le moteur de traction, présente une réaction d'induit qu'il faut compenser. Comme l'expose le brevet publié aux Etats-Unis d'Amérique sous le No. 3.875.495 au nom de Middlebrook, on peut corriger les effets de réaction de l'in-
35 duit au moyen d'enroulements auxiliaires de champ, ou au moyen d'un jeu supplémentaire de balais mobiles, en agençant le système pour que les deux jeux de balais mobiles tournent à l'opposé l'un de l'autre, de manière à assurer ainsi une compen-

sation automatique des effets de réaction de l'induit. On a représenté un tel convertisseur connu sur la figure 2, identique à la figure 1, à l'exception du jeu supplémentaire de balais secondaires 28 et 30. Dans ce mode de réalisation, si on fait tourner les balais de sortie 22, 24 dans le sens des aiguilles d'une montre, les autres balais secondaires 28 et 30 tournent de la même quantité en sens inverse. Ces deux jeux de balais tournent simultanément de la même quantité en sens inverses, comme l'expose le brevet des Etats-Unis d'Amérique No. 3.875.495.

Là encore, si les axes des deux jeux de balais secondaires 22, 24 et 28, 30 coïncident avec l'axe du jeu des balais d'entrée 16, 18, la tension fournie par la batterie 20 est appliquée directement au moteur de traction 26 qui absorbe une puissance donnée par la formule :

$$P = V \cdot I ,$$

dans laquelle V est la valeur de la tension de la batterie, et I l'intensité absorbée par le moteur de traction 26. Si les deux axes des balais secondaires 22, 24, et 28, 30, sont décalés de 90° par rapport à l'axe des balais d'entrée, aucune intensité ne parvient au moteur de traction 26, et tout le courant passe dans les balais primaires 16, 18. La puissance absorbée par le convertisseur est alors déterminée par l'équation :

$$P = V \cdot I ,$$

dans laquelle V est la tension de la batterie 20, et I l'intensité absorbée par le convertisseur. Là encore, il faut que le convertisseur puisse supporter la même intensité maximum que le moteur de traction, à toutes les valeurs de réglage de la tension de sortie, et il faut donc que le convertisseur puisse supporter la même déperdition maximum de puissance que le moteur de traction 26.

Pour chercher à réduire la taille et l'importance du convertisseur de réglage par rapport au moteur de traction

associé, on a réalisé des systèmes connus correspondant au schéma de la figure 3, dans lequel un convertisseur 10 est associé à deux moteurs de traction 26A et 26B reliés aux balais fixes et mobiles du convertisseur, de manière à constituer un circuit en "8". Lorsque le balai secondaire 22 se trouve aligné avec le balai primaire 16, et que le balai secondaire 24 est aligné avec le balai primaire 18, aucun des moteurs de traction ne se trouve sous tension, attendu que les deux bornes d'entrée servant à l'alimentation de chaque moteur de traction sont au même potentiel. Par contre, lorsque le balai secondaire 22 est aligné avec le balai primaire 18 et que le balai secondaire 24 est aligné avec le balai primaire 16, les deux moteurs de traction 26A et 26B sont soumis à une tension maximum, puisqu'ils se trouvent alors alimentés en parallèle par la batterie 20. En toute position intermédiaire des balais mobiles, comprise entre les deux positions extrêmes que l'on vient d'indiquer, la tension appliquée à chaque moteur de traction est égale à la tension de la batterie d'alimentation 20 augmentée de la tension produite par le convertisseur de réglage entre les balais secondaires 22 et 24.

Donc, lorsque les balais secondaires 22, 24 sont décalés de 90° par rapport aux balais primaires, aucune tension complémentaire n'est produite aux balais secondaires par le convertisseur de réglage, et la tension d'alimentation fournie par la batterie 20 est divisée en deux parties égales entre les moteurs de traction 26A et 26B. Là encore, on voit que, du fait que le convertisseur de réglage 10 doit pouvoir supporter la même intensité que celle absorbée par les deux moteurs de traction 26A et 26B, sa puissance nominale $P = V.I$ lui permettra d'assurer le réglage de régime de deux moteurs de traction ayant chacun une puissance nominale $P = V.I$. Donc, bien que la puissance nominale du convertisseur de réglage soit la même que celle de chacun des moteurs de traction, on peut dire qu'elle correspond à la moitié de la puissance caractéristique d'un moteur de traction unique, équivalent à l'ensemble des deux moteurs considérés. On réalise donc ici une certaine économie, puisqu'un convertisseur de puissance nominale donnée permet alors de régler une puissance de propulsion de valeur

double. Mais on voit que le circuit de propulsion en "8" de la figure 3 ne peut être réalisé qu'en disposant de deux moteurs si on veut obtenir les avantages correspondants ; le système en question ne peut en effet fonctionner si on dispose d'un
5 seul moteur de propulsion.

Le système schématisé sur la figure 3 peut aussi être du genre Metadyne, avec des jeux fixes de balais primaires et secondaires, et des enroulements inducteurs appropriés, à intensité réglable, pour faire varier la tension de sortie du
10 convertisseur. Par ailleurs, le fonctionnement du système est le même que dans le mode de réalisation comportant des balais secondaires mobiles, tel que décrit plus haut.

On a représenté sur la figure 4 le schéma d'un système de commande nouveau à convertisseur de réglage conforme à l'in-
15 vention. Comme on l'a déjà vu, les balais primaires 16, 18, du convertisseur 10, qui peut être du genre Metadyne, sont reliés à une batterie 20 et des balais secondaires 22, 24, sont reliés au moteur de propulsion 26.

Conformément à l'invention, une source auxiliaire de
20 courant continu 30, telle qu'une seconde batterie, est montée en série dans le circuit du moteur de propulsion 26 et des balais secondaires 22, 24. Grâce à cette disposition particulière, on peut réduire la puissance nominale du convertisseur de réglage 10 à la moitié de la valeur de la puissance nominale
25 du moteur de propulsion 26.

Le tableau de la figure 8 fait apparaître la relation existant entre la tension fournie aux bornes du moteur de propulsion 26, et la position des balais secondaires 22, 24, par rapport aux balais primaires 16, 18. Si les batteries ont la
30 même tension, et si les polarités sont celles qui sont indiquées, lorsque les balais primaires 16, 18 sont alignés avec les balais secondaires 22, 24, les deux batteries 20 et 30 se trouvent couplées en série à travers le moteur de propulsion 26, pour fournir une tension égale à 2 V. Mais si les
35 balais secondaires sont décalés de 90° par rapport aux balais primaires, le convertisseur de réglage n'induit aucune tension dans les enroulements secondaires, et la seule tension appliquée alors au moteur de propulsion 26 est la tension V de la batterie 30. Lorsque les balais secondaires sont décalés de

180° par rapport aux balais primaires, les batteries 20 et 30 ont leurs polarités en opposition, produisant ainsi une tension résultante nulle aux bornes du moteur de propulsion 26.

Donc, si on fait varier de 0° à 180° la position angulaire des balais secondaires par rapport aux balais primaires, la seconde batterie 30 étant montée en série avec le moteur de propulsion, on peut appliquer au moteur de propulsion 26 une succession de valeurs de tension allant de zéro (0) à 2 V, pour régler la vitesse de ce moteur. Ainsi, pour la tension maximale appliquée au moteur, la puissance absorbée par le moteur est $P = 2 V.I.$ Mais, lorsque le moteur de propulsion absorbe une intensité maximale qui passe dans le convertisseur de réglage, la tension aux bornes du convertisseur 10 est la tension V fournie par la batterie 20. Donc, à ce régime d'intensité maximale, la puissance maximale du convertisseur est $P = V.I.$ On voit ainsi que ce montage permet non seulement d'appliquer au moteur de propulsion des tensions variées sur une plage étendue, pour commander la vitesse de ce moteur, mais aussi d'utiliser un convertisseur de réglage 10 ayant une puissance nominale égale à la moitié de celle du moteur de propulsion 26, lorsque les tensions des deux batteries 20 et 30 sont les mêmes.

Si on suppose maintenant que la tension de la première batterie 20 soit le double de la tension de la seconde batterie 30, avec des polarités opposées, le tableau 9 donne dans ce cas, pour diverses positions angulaires des balais secondaires, les valeurs de la somme et de la différence des tensions fournies par les deux batteries. Si la batterie 20 a une polarité inverse par rapport à celle qui est représentée sur la figure 4, et dans le cas où les balais secondaires 22, 24 ont un décalage de 0°, c'est-à-dire qu'ils sont alignés avec les balais primaires 16, 18, la tension secondaire V_s est alors positive et reste toujours positive, comme on le voit sur la figure 10, tandis que la tension primaire V_p fournie par la batterie 20 est négative et maximale.

Ainsi, comme le montrent le tableau de la figure 9 et le graphique de la figure 10, la différence ou somme algébrique de V_p et V_s est égale à $-V$. Autrement dit, une tension négative de valeur absolue égale à la tension de la seconde

source se trouve alors appliquée au moteur de propulsion 26, provoquant la rotation de ce moteur en sens inverse. Mais, lorsque les balais sont à 45° , si V_s a toujours pour valeur $+V$, la tension V_p a diminué jusqu'à $-V$, et la différence entre les deux tensions est égale à zéro (0). A 45° , la tension appliquée au moteur de propulsion est donc nulle. Lorsque les balais sont à 90° , il n'y a aucune tension induite par la première source de tension V_p , et la tension appliquée au moteur de propulsion a la valeur positive V fournie par la source V_s . Lorsque les balais sont à 135° , la tension primaire provoque par induction dans les enroulements secondaires une tension positive, de valeur égale à celle de la tension secondaire, et la somme de ces deux tensions, soit $2V$, se trouve appliquée au moteur de propulsion. Lorsque les balais sont à 180° , la tension V_s égale à V s'ajoute à la valeur maximum de la tension V_p , soit $2V$, et la somme de ces deux tensions appliquée au moteur de propulsion est égale à $3V$.

Ainsi, la valeur de la tension utile appliquée au moteur de propulsion 26 varie de $-V$ à $+3V$. Si on prend $V = 9$ volts, comme indiqué sur la figure 10, la tension primaire V_p est égale à -18 volts, et la tension secondaire V_p est égale à $+9$ volts. Dans ce cas, la plage des tensions pouvant être appliquées au moteur de propulsion va de -9 volts à $+27$ volts. On voit, d'après ces valeurs, que la puissance maximale absorbée par le convertisseur 10 est égale à 2 V.I. , tandis que la puissance maximale demandée par le moteur de propulsion est égale à 3 V.I. On peut donc prévoir alors un convertisseur ayant une puissance caractéristique inférieure d'un tiers à celle du moteur de propulsion.

On a représenté, sur la figure 5, le schéma d'un système de commande connu, comportant un groupe d'alimentation du type Ward-Leonard constitué par une dynamo entraînée par un moteur. Une source électrique 32, telle qu'une batterie, alimente le moteur 34 associé mécaniquement par un accouplement 36 à la dynamo 38 dont la tension de sortie sert à commander le moteur de propulsion 40. Si le moteur 34 entraîne la dynamo 38 à vitesse constante, on peut faire varier l'intensité de l'enroulement d'excitation 42 de la dynamo 38, pour faire

varier la tension de la dynamo qui alimente le moteur de propulsion 40, afin de faire tourner celui-ci à la vitesse voulue. Comme la puissance demandée par le moteur de propulsion 40 est déterminée par l'intensité fournie par la dynamo 38, il faut
5 que le moteur de propulsion 40 ait la même puissance nominale que la dynamo 38. Egalement, puisque le moteur 34 entraîne la dynamo 38, ce moteur doit avoir la même puissance nominale que la dynamo et le moteur de propulsion.

On a représenté, sur la figure 6, un système de commande comportant un groupe du genre Ward-Leonard conforme à la
10 présente invention, et dans lequel la puissance nominale du groupe constitué par le moteur et la dynamo d'alimentation peut être égale à la moitié de la puissance du moteur de propulsion. On voit, sur la figure 6, que la batterie 32 fournit la
15 tension nécessaire au moteur 34 du groupe, et que le moteur 34 entraîne la dynamo par l'intermédiaire de l'accouplement mécanique 36. Conformément à l'invention, le moteur de propulsion 40 est monté en série sur le circuit de débit de la dynamo 38, et l'ensemble constitué par le moteur de propulsion 40 et la
20 dynamo 38 montés en série est branché en parallèle avec le moteur 34 du groupe d'alimentation, aux bornes de la batterie 32. Dans ces conditions, si on fait varier l'intensité dans l'inducteur 42 de la dynamo 38, de manière à obtenir aux bornes de la dynamo une tension égale et de sens opposé à celle
25 de la batterie 32, la tension résultante appliquée au moteur de propulsion 40 est égale à zéro (0). Dans une telle situation, on dit que le groupe est en opposition de tension avec la batterie.

Par contre, si on règle l'intensité du circuit d'excitation 42 de la dynamo 38 de manière à obtenir aux bornes de
30 la dynamo une tension égale à celle de la batterie 32 et de même polarité, la tension résultante appliquée au moteur de propulsion 40 est alors égale à 2 V, par suite de l'addition de la tension de valeur V de la batterie 32, et de la tension
35 de même valeur V de la dynamo 38. Ainsi, la tension utile appliquée au moteur de propulsion 40 peut passer d'une valeur nulle, résultant de l'opposition des tensions de la batterie 32 et de la dynamo 38, à une position de puissance maximale

où ces deux tensions s'ajoutent pour donner une tension utile égale au double de la tension de la batterie 32. Dans ce mode de réalisation, on observe que le moteur 34 a besoin d'une puissance $P = V.I.$, ainsi que la dynamo 38. Mais le moteur de propulsion peut utiliser une puissance $P = 2 V.I.$, résultant d'une tension $2 V$ qui provient de l'addition de la tension V de la batterie d'alimentation 32 et de la tension V fournie par la dynamo 38. Ainsi, le moteur 34 du groupe et sa dynamo 38 ont chacun une puissance nominale égale à la moitié de celle du moteur de propulsion 40.

Sur la figure 7, on a représenté un autre mode de réalisation d'un système de commande à groupe Ward-Leonard, conforme à la présente invention, permettant de faire tourner à l'envers le moteur de propulsion 50, tout en ayant d'une manière avantageuse une dynamo de puissance nominale plus faible que le moteur de traction. Comme on le voit sur le schéma de la figure 7, la tension d'alimentation est fournie par deux batteries V_1 et V_2 ayant chacune la même tension. Ces deux batteries sont couplées en série, pour alimenter le moteur 44 du groupe, qui entraîne une dynamo 48 par l'intermédiaire de l'accouplement mécanique 46. Mais, dans ce mode de réalisation, la dynamo 48 et le moteur de propulsion 50 sont montés en série aux bornes de la batterie V_2 seulement. Comme les deux sources de tension primaire constituées par les batteries V_1 et V_2 sont séparées, on peut faire varier le courant d'excitation passant dans l'inducteur 52 de la dynamo 48, pour obtenir aux bornes de la dynamo une tension qui s'oppose à la tension de la batterie V_2 , ou qui au contraire s'ajoute à la tension de cette batterie. Si on règle le courant d'excitation passant dans l'inducteur 52 pour obtenir aux bornes de la dynamo 48 une tension qui s'ajoute à celle de la batterie V_2 , on peut alors appliquer au moteur de propulsion 50 une puissance $P = 2 V.I.$, résultant d'une tension égale au double de celle de la batterie V_2 . Mais, par contre, si on règle le courant d'excitation passant dans l'inducteur 52 de manière à obtenir aux bornes de la dynamo une tension négative, agissant en opposition, la tension de la dynamo peut annuler la tension de la batterie V_2 , pour produire aux bornes du

moteur de propulsion 50 une tension nulle, ou même une tension progressivement négative pour faire tourner le moteur 50 à l'envers.

5 On suppose maintenant qu'on règle le courant d'excitation passant dans l'inducteur 52 de la dynamo 48 de manière à obtenir aux bornes de la dynamo une tension qui s'ajoute à celle de la batterie V_2 . Au moment où la tension produite par la dynamo 48 a la même valeur que celle de la batterie V_2 , on peut fermer un interrupteur 54 pour appliquer au moteur de propulsion 50 la totalité des tensions des batteries V_1 et V_2 .
10 L'intensité d'alimentation demandée à la dynamo 48 se trouve ainsi réduite, et le moteur 44 et la dynamo 48 du groupe n'ont alors que des pertes internes de fonctionnement au ralenti. A ce régime, le moteur de propulsion 50 est soumis à la totalité
15 de la tension. Si on désire pouvoir augmenter encore la vitesse du moteur de propulsion 50, on peut agir sur un rhéostat de champ 56 de l'inducteur du moteur de propulsion 50, pour augmenter encore la vitesse de rotation de celui-ci.

Il y a lieu de noter que, du fait que la tension fournie par la source électrique V_2 s'ajoute à la tension produite par la dynamo 48, la tension appliquée au moteur de propulsion est égale à 2 V, et la puissance électrique demandée par le moteur de propulsion est $P = 2 V.I.$, tandis que la puissance demandée par la dynamo est seulement $P = V.I.$ Ainsi, là encore,
20 on voit que la puissance nominale de la dynamo 48 jouant le rôle d'un convertisseur de réglage, est égale à la moitié de la puissance demandée par le moteur de propulsion 50.

D'après la description qui précède, on voit que l'invention permet de réaliser une nouvelle disposition des circuits servant à régler la vitesse d'un moteur à courant continu, par effet d'opposition ou d'addition de tension, utilisable d'une manière avantageuse sur des véhicules à propulsion électrique alimentés par batterie, tels que des voiturettes pour terrains de golf, ou des chariots élévateurs à fourche
30 par exemple. Le principal avantage du circuit particulier conforme à l'invention est que la puissance nominale du convertisseur de réglage peut être considérablement ou nettement plus faible que celle du moteur de propulsion. L'invention permet

ainsi de réaliser des économies importantes dans la construction des matériels en question. Les convertisseurs de réglage conformes à l'invention peuvent être soit du type à balais mobiles, soit du type Ward-Leonard, soit du type Metadyne à balais fixes. Grâce à l'invention, ces convertisseurs de réglage peuvent être de plus petite taille que les dispositifs connus servant à commander la propulsion des véhicules électriques, avec un poids considérablement plus faible en général que celui des dispositifs de commande connus utilisés sur ces véhicules.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation que l'on vient de décrire à titre d'exemple, et on peut y apporter diverses variantes sans sortir du domaine de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Système de commande à variateur de tension, notamment pour un véhicule à moteur électrique ayant un moteur de propulsion alimenté par une batterie qui constitue une première source de courant continu, comportant un variateur de tension ayant un premier jeu de balais fixes branché en série sur ladite première source de courant, et un second jeu de balais branché en série sur ledit moteur de propulsion, pour fournir à celui-ci une tension variable ; le système de commande étant caractérisé en ce qu'il comporte :
- a. une seconde source de courant continu ; et
 - b. des moyens pour brancher en série cette seconde source de courant continu en série sur le moteur de propulsion et sur le second jeu de balais, ledit variateur de tension ajoutant ou retranchant la tension de la seconde source de courant continu, grâce à quoi la puissance nominale du variateur de tension est inférieure à la puissance nominale du moteur de propulsion.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la seconde source de courant continu a la même tension que la première source de courant continu.
3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première source de courant continu a une tension supérieure à celle de la seconde source de courant continu, grâce à quoi le sens de rotation du moteur de propulsion peut être inversé.
4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le variateur de tension est constitué par une machine électrique moteur/générateur bipolaire.
5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le variateur de tension est constitué par une machine électrique moteur/générateur comportant plus de deux pôles.
6. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les balais du second jeu de balais sont des balais mobiles.
7. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le variateur de tension est constitué par une machine électrique du genre Metadyne, comportant un second jeu de balais fixes.
8. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce

qu'il comporte en outre des moyens pour faire varier la position des balais mobiles par rapport aux balais fixes, de manière à pouvoir faire varier la tension d'alimentation du moteur de propulsion dans une plage comprise entre la somme et la différence des valeurs des tensions de la première et de la seconde sources de courant continu.

9. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que la première source de courant continu a une tension supérieure à celle de la seconde source de courant continu, et se trouve reliée au moteur de propulsion par l'intermédiaire du variateur de tension, avec une polarité mettant en opposition la seconde source de courant continu, de telle manière qu'en faisant varier la position des balais mobiles, on applique au moteur de propulsion une tension variable, comprise entre la somme et la différence des tensions de la première et de la seconde sources de courant continu, afin de permettre une inversion du sens de rotation du moteur de propulsion.

10. Système de commande à variateur de tension pour un véhicule à moteur électrique alimenté par batterie, comportant un moteur de propulsion et un groupe variateur de tension du genre Ward-Leonard, constitué par une dynamo entraînée par un moteur alimenté par une tension d'entrée, la tension de sortie de la dynamo étant appliquée au moteur de propulsion du véhicule pour en faire varier la vitesse, le système étant caractérisé en ce qu'il comporte :

a. des moyens pour brancher en série la dynamo et le moteur de propulsion du véhicule ;

b. des moyens pour monter en parallèle le circuit série constitué par la dynamo et le moteur de propulsion, par rapport au moteur du groupe variateur de tension, de telle manière que ladite tension d'entrée soit appliquée audit circuit série, grâce à quoi la tension de sortie de la dynamo du groupe variateur s'ajoute à la tension d'entrée, ou s'en retranche, et la puissance nominale de la dynamo est inférieure à la puissance nominale du moteur de propulsion du véhicule.

11. Système selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour faire varier l'intensité du courant d'excitation des enroulements inducteurs

de la dynamo du groupe variateur, de telle manière que la tension de sortie de cette dynamo s'ajoute à la tension d'entrée appliquée au moteur de propulsion, ou s'en retranche, suivant le courant d'excitation des inducteurs de la dynamo.

5 12. Système de commande à variateur de tension pour un véhicule à moteur électrique, comportant un moteur de propulsion et un groupe variateur de tension du genre Ward-Leonard constitué par une dynamo entraînée par un moteur alimenté par une tension d'entrée, la tension de sortie de la dynamo du
10 groupe étant appliquée au moteur de propulsion du véhicule, pour en faire varier la vitesse, le système étant caractérisé en ce qu'il comporte :

 a. une première et une seconde sources de courant électrique branchées en série, et ayant chacune une tension de
15 même valeur, et constituant la tension d'entrée appliquée au moteur du groupe variateur ;

 b. des moyens pour brancher en série la seconde source de courant électrique avec la dynamo du groupe variateur et avec le moteur de propulsion du véhicule, grâce à quoi
20 la tension de sortie de la dynamo peut être ajustée pour s'ajouter à celle de la seconde source de courant, ou s'en retrancher, afin de faire varier la tension appliquée au moteur de propulsion du véhicule.

 13. Système selon la revendication 12, caractérisé en
25 ce que la puissance nominale de la dynamo du groupe est inférieure à celle du moteur de propulsion du véhicule.

 14. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un commutateur, pour brancher
30 l'alimentation du moteur de propulsion sur les deux sources de courant électrique couplées en série, lorsque la tension de sortie de la dynamo du groupe variateur atteint la valeur de la tension de la seconde source de courant, pour s'ajouter à cette dernière tension.

 15. Système selon la revendication 14, caractérisé en
35 ce qu'il comporte en outre des moyens pour faire varier l'intensité du courant d'excitation de l'inducteur du moteur de propulsion du véhicule, pour permettre de continuer à en faire varier la vitesse, une fois que l'on a fermé le commutateur

servant à appliquer au moteur de propulsion les tensions de la première et de la seconde sources de courant couplées en série.

16. Procédé pour commander la vitesse du moteur de propulsion d'un véhicule électrique à courant continu alimenté par batterie, caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes :

a. on branche la sortie d'un variateur de tension à courant continu, sur le moteur de propulsion du véhicule, pour faire varier la tension appliquée à ce moteur ;

10 b. on branche en série une source de courant continu sur le variateur et le moteur de propulsion, pour que la tension de sortie du variateur s'ajoute à la tension de la source de courant continu, ou s'en retranche, grâce à quoi la puissance nominale du variateur de tension peut être inférieure à celle du moteur de propulsion du véhicule.

15 17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'on utilise comme variateur de tension une machine électrique tournante ayant au moins deux pôles.

18. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'on utilise comme variateur de tension une machine électrique tournante ayant plus de deux pôles.

19. Procédé pour commander la vitesse du moteur de propulsion d'un véhicule électrique à courant continu alimenté par batterie, caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes :

a. on branche une première source de courant continu sur les balais primaires d'un convertisseur tournant de courant continu, dont les balais primaires sont prévus pour recevoir une tension d'entrée, ce convertisseur comportant des balais secondaires pour fournir une tension de sortie ;

b. on branche les balais secondaires de sortie du convertisseur tournant sur le moteur de propulsion de véhicule, pour appliquer une tension utile à celui-ci ;

c. on monte en série une seconde source de courant continu avec le moteur de propulsion du véhicule et avec les balais secondaires du convertisseur tournant, grâce à quoi la puissance nominale du convertisseur tournant est inférieure à la puissance nominale du moteur de propulsion.

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'on utilise comme balais secondaires des balais fixes.

21. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'on utilise comme balais secondaires des balais mobiles.

5 22. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'on fait varier la position des balais mobiles du convertisseur, pour faire varier la tension appliquée au moteur de propulsion du véhicule.

10 23. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'on ajoute ou qu'on retranche la tension fournie par la seconde source de courant continu, et la tension de sortie du convertisseur, lorsque la position des balais mobiles varie.

15 24. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'on fait varier l'intensité du courant d'excitation des enroulements inducteurs du convertisseur tournant, pour faire varier la tension appliquée au moteur de propulsion du véhicule.

20 25. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce qu'on ajoute ou qu'on retranche la tension de la seconde source de courant continu, et la tension de sortie du convertisseur tournant, suivant les variations d'intensité du courant d'excitation des enroulements inducteurs du convertisseur tournant.

25 26. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'on utilise une seconde source de courant continu ayant une tension de même valeur que celle de la première source de courant continu.

30 27. Procédé selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'on utilise une seconde source de courant continu ayant une tension inférieure à la tension de la première source de courant continu.

35 28. Procédé selon la revendication 27, caractérisé en ce qu'on branche la seconde source de courant continu sur le moteur de propulsion du véhicule, en opposition avec la première source de courant continu, pour pouvoir appliquer au moteur de propulsion du véhicule une tension variable, suivant la position des balais mobiles du convertisseur, la plage de variation de cette tension étant comprise entre la somme et

la différence des tensions de la première et de la seconde sources de courant continu, pour pouvoir inverser le sens de rotation du moteur de propulsion.

29. Procédé pour commander la vitesse d'un moteur électrique de propulsion, caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes :

a. on entraîne une dynamo par un moteur à courant continu ;

b. on raccorde en série la dynamo et le moteur de propulsion ;

c. on raccorde le circuit de la dynamo et du moteur de propulsion en série, en dérivation sur les bornes d'alimentation du moteur à courant continu, grâce à quoi la puissance nominale de la dynamo est inférieure à la puissance nominale du moteur de propulsion.

30. Procédé selon la revendication 29, caractérisé en ce qu'on fait varier l'intensité du courant d'excitation de l'inducteur de la dynamo, pour faire varier en augmentation ou en diminution la tension d'alimentation continue appliquée au moteur de propulsion, sous l'effet des variations de la tension de sortie de la dynamo.

31. Procédé pour commander la vitesse d'un moteur de propulsion, caractérisé en ce qu'il comporte les phases opératoires suivantes :

a. on entraîne une dynamo par un moteur à courant continu ;

b. on dispose une première et une seconde sources de courant électrique, couplées en série, et ayant chacune sensiblement la même tension, et on applique les tensions de ces deux sources au moteur de propulsion à courant continu entraînant la dynamo ;

c. on couple en série la seconde source, la dynamo et le moteur de traction, de manière à faire varier en augmentation ou en diminution l'effet de la tension de la seconde source, au moyen des variations de la tension de sortie de la dynamo, pour faire varier en conséquence la tension appliquée au moteur de propulsion.

32. Véhicule électrique alimenté par batterie,

caractérisé en ce qu'il comporte :

- a. un châssis porteur ;
 - b. un moteur de propulsion à courant continu monté sur le châssis, pour assurer la propulsion du véhicule ;
 - 5 c. un variateur de tension associé au moteur de propulsion, pour faire varier la tension continue appliquée à ce moteur ;
 - d. une source de courant continu, montée en série entre le moteur de propulsion et le variateur de tension, de
 - 10 manière à faire varier en augmentation ou en diminution la tension de la source de courant continu, sous l'effet des variations de la tension de sortie du variateur de tension.
33. Véhicule électrique alimenté par batterie, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 15 a. un châssis pourvu de roues ;
 - b. un moteur de propulsion accouplé avec au moins l'une des roues du châssis, pour assurer la propulsion du véhicule ;
 - c. un convertisseur tournant, pourvu de balais pri-
 - 20 maires destinés à recevoir une tension d'alimentation, et de balais secondaires pour produire une tension de sortie variable ;
 - d. des moyens pour raccorder les balais secondaires au moteur de propulsion, afin d'appliquer la tension varia-
 - 25 ble à ce moteur ;
 - e. une source de courant continu, montée en série avec le moteur de propulsion et avec les balais secondaires du convertisseur, de manière à faire varier en augmentation ou en diminution l'effet de la tension de la source de courant
 - 30 continu, au moyen des variations de la tension de sortie du convertisseur.

34. Véhicule selon la revendication 33, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- a. une batterie pour alimenter le convertisseur
- 35 tournant ;
- b. des moyens pour raccorder la source de courant continu au moteur de propulsion, en opposition avec la batterie d'alimentation du convertisseur.

35. Véhicule selon la revendication 34, caractérisé en ce que la tension de la source de courant continu est égale à celle de la batterie.

5 36. Véhicule selon la revendication 34, caractérisé en ce que la tension de la source de courant continu est inférieure à la tension de la batterie.

37. Véhicule selon la revendication 33, caractérisé en ce que les balais secondaires sont mobiles.

10 38. Véhicule selon la revendication 33, caractérisé en ce que le variateur de tension est constitué par un dispositif du genre Metadyne, comportant des balais secondaires fixes.

39. Véhicule électrique alimenté par batterie, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 15 a. un véhicule ;
- b. un moteur de propulsion fixé à ce véhicule, pour en assurer la propulsion ;
- c. une dynamo montée en série avec ce moteur de propulsion, pour l'alimenter en courant électrique ;
- d. un moteur à courant continu alimenté par une
- 20 source électrique à tension continue, et entraînant mécaniquement la dynamo ;
- e. des moyens associés au circuit série constitué par le moteur de propulsion et la dynamo, pour raccorder ce circuit à la source électrique à tension continue, grâce à
- 25 quoi la tension de sortie de la dynamo s'ajoute ou se retranche à la tension de la source.

40. Véhicule selon la revendication 39, caractérisé en ce que le moteur à courant continu et la génératrice associée forment un groupe Ward-Leonard.

30 41. Véhicule selon la revendication 39, caractérisé en ce que la puissance nominale de la dynamo est inférieure à celle qui est nécessaire pour le moteur de propulsion.

42. Véhicule électrique alimenté par batterie, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 35 a. un véhicule ;
- b. un moteur de propulsion fixé au véhicule, pour assurer la propulsion de celui-ci ;
- c. une dynamo couplée en série avec le moteur de

propulsion, pour l'alimenter en courant électrique ;

d. un moteur électrique à courant continu pour entraîner la génératrice ;

5 e. une première et une seconde sources de courant électrique, couplées en série, et donnant chacune sensiblement la même tension, pour alimenter le moteur électrique entraînant la dynamo ;

10 f. des moyens pour brancher en série la seconde source de courant électrique avec la génératrice et le moteur électrique de propulsion ;

15 g. des moyens pour faire varier l'intensité du courant d'excitation de la dynamo, afin de faire varier en augmentation ou en diminution l'effet de la tension de la seconde source de courant électrique, au moyen des variations de la tension de sortie de la dynamo à excitation variable, afin de faire varier la tension appliquée au moteur de propulsion du véhicule.

43. Système à variateur de tension pour commander un moteur de propulsion, caractérisé en ce qu'il comporte :

20 a. un variateur de tension continue, constitué par une machine électrique tournante pourvue de balais primaires et de balais secondaires ;

b. une première source de courant électrique continu, raccordée aux balais primaires du variateur ;

25 c. un moteur de propulsion raccordé aux balais secondaires du variateur ;

30 d. une seconde source de courant continu, montée en série avec le moteur de propulsion et avec les balais secondaires du variateur, en opposition de tension par rapport à la première source de courant continu ;

e. des moyens pour faire varier la tension de sortie du variateur, afin d'appliquer au moteur de propulsion une tension variable, comprise entre la somme et la différence des tensions de la première et de la seconde sources de courant.

35 44. Système selon la revendication 43, caractérisé en ce que la tension de la seconde source de courant électrique continu est égale à la tension de la première source de courant continu.

45. Système selon la revendication 43, caractérisé en ce que la tension de la seconde source de courant continu est inférieure à la tension de la première source de courant continu.

5 46. Système selon la revendication 43, caractérisé en ce que les balais secondaires sont mobiles, et en ce qu'on fait varier la tension de sortie du variateur en modifiant la position des balais mobiles de celui-ci.

10 47. Système selon la revendication 43, caractérisé en ce que le variateur de tension est constitué par un dispositif du genre Metadyne, pourvu de balais primaires et secondaires fixes, et en ce qu'on peut faire varier la tension de sortie de ce variateur en faisant varier l'intensité du courant d'excitation passant dans les enroulements inducteurs du variateur.

15 48. Système à variateur de tension pour commander un moteur électrique de propulsion, caractérisé en ce qu'il comporte :

- a. un moteur de propulsion ;
- b. une dynamo branchée en série avec le moteur de propulsion ;
- 20 c. un moteur électrique accouplé mécaniquement à la dynamo pour entraîner celle-ci ;
- d. une batterie branchée sur ce moteur d'entraînement, pour en assurer l'alimentation ;
- 25 e. des moyens pour brancher en dérivation sur le moteur d'entraînement de la dynamo le circuit série constitué par la dynamo et le moteur de propulsion ;
- f. des moyens pour faire varier l'intensité du courant d'excitation de l'inducteur de la dynamo, pour faire
- 30 varier en augmentation ou en diminution l'effet de la tension de la batterie d'alimentation, au moyen des variations de la tension de sortie de la dynamo.

49. Système à variateur de tension pour commander un moteur de propulsion, caractérisé en ce qu'il comporte :

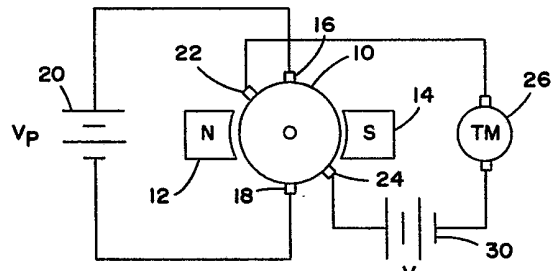
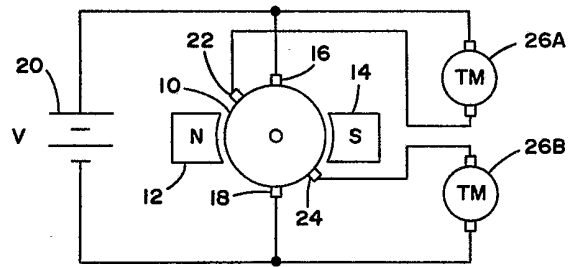
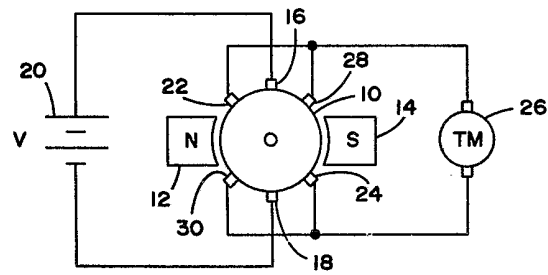
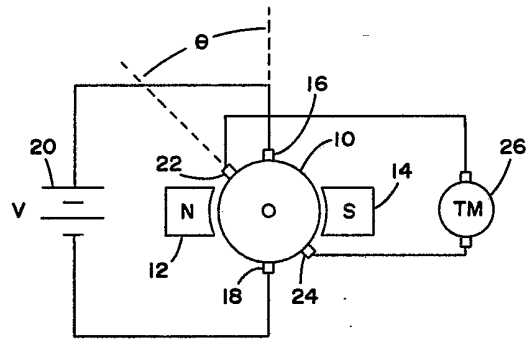
- 35 a. un moteur de propulsion ;
- b. une dynamo branchée en série avec le moteur de propulsion ;
 - c. un moteur électrique accouplé mécaniquement à

la dynamo, pour entraîner celle-ci en rotation ;

d. une première et une seconde batteries branchées en série, ayant chacune la même tension, et raccordées au moteur électrique d'entraînement de la dynamo, pour alimenter
5 ce moteur ;

e. des moyens pour brancher en série la seconde batterie avec la dynamo et le moteur de propulsion ;

f. des moyens pour faire varier le courant d'excitation de l'inducteur de la dynamo, pour faire varier en augmentation ou en diminution l'effet de la tension de la seconde
10 batterie, suivant les variations de la tension de sortie de la dynamo.



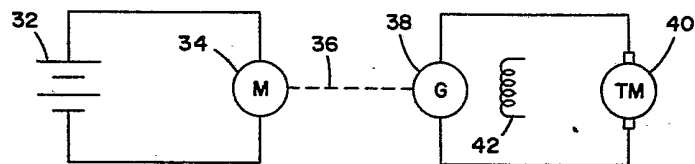


FIG 5

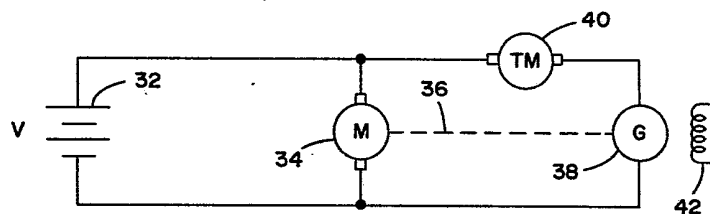


FIG 6

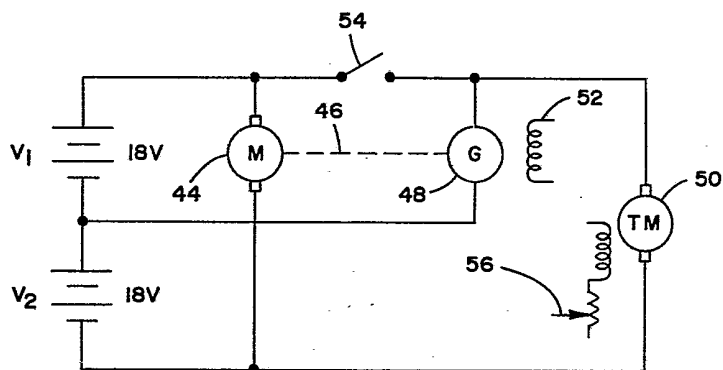


FIG 7

POSITION DES BALAIS	V _{TM}
0°	2V
90°	V
180°	0

FIG 8

POSITION DES BALAIS ^θ	V_s	V_p	$V_s + V_p$
0°	V	-2V	-V
45°	V	-V	0
90°	V	0	+V
135°	V	+V	+2V
180°	V	+2V	+3V

FIG 9

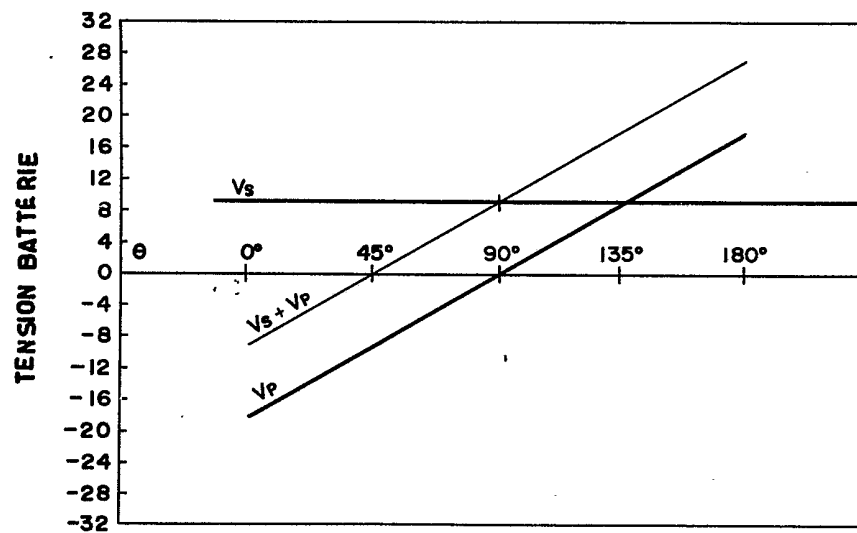


FIG 10