(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 613 887**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **88 04207**

(51) Int Cl⁴ : H 02 P 7/28, 7/62; B 62 D 5/04; B 60 R 16/04.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 30 mars 1988.

(30) **Priorité** : JP, 31 mars 1987, n° 62-78194 et 12 août 1987, n° 62-199748.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande** : BOPI « Brevets » n° 41 du 14 octobre 1988.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

(71) **Demandeur(s)** : *Société dite : HITACHI, LTD et Société dite : HITACHI AUTOMOTIVE ENGINEERING CO., LTD.* — JP.

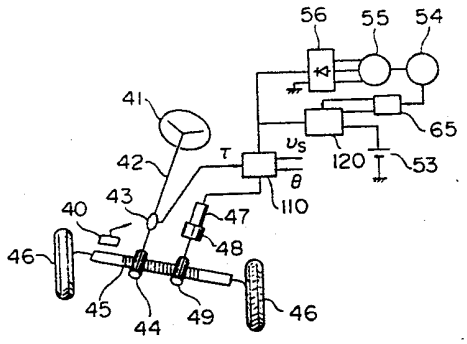
(72) **Inventeur(s)** : Toshimi Abukawa ; Kazuo Tahara ; Katsuji Marumoto ; Toshiyuki Koterazawa ; Mitsuyuki Hombu ; Tadashi Takahashi ; Shuichi Takamatsu ; Hisatugu Ishikura ; Hirohisa Yamamura ; Toru Tatsuzaki ; Tsutomu Ohmae ; Toshiaki Okuyama ; Seizi Yamashita ; Shigeki Saito ; Masato Sakai.

(73) **Titulaire(s)** :

(74) **Mandataire(s)** : Cabinet Dupuy et Loyer.

(54) Système de commande électrique pour direction assistée, et alimentation de puissance pour un tel système.

(57) Un système de commande électrique pour direction assistée comprend un moteur électrique 54 pour produire un couple d'assistance pour le système de direction du véhicule 41, 44, 45, 46 par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur 48, un capteur de couple 43 fixé sur l'arbre de direction 42, un contrôleur 110 pour commander l'entrée appliquée au moteur en fonction de la sortie du capteur de couple, une batterie 53 pour fournir la puissance au contrôleur, et un circuit élévateur de tension 120 relié à la batterie pour entraîner le moteur selon une tension plus élevée que la tension de la batterie. Le contrôleur entraîne le moteur avec une tension élevée.



FR 2 613 887 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

Système de commande électrique pour direction assistée, et alimentation de puissance pour un tel système.

La présente invention concerne un système de commande électrique pour direction assistée, et en particulier un système de commande électrique pour direction assistée apte à fournir une force d'assistance électrique au système de direction d'une automobile.

De façon classique, les dispositifs électriques montés sur les automobiles sont alimentés en puissance à partir de leurs batteries, comme décrit dans la publication de brevet japonais non examinée No 58-16958. L'équipement assisté par une puissance électrique (par exemple la direction assistée et les vitres à commande électrique) consomme une puissance relativement élevée bien qu'au cours d'un cycle de service de courte durée, et il est encombrant et coûteux en raison de l'utilisation de dispositifs à semiconducteurs de forte puissance nominale pour commander un courant important pour le moteur. On décrira à titre d'exemple d'un tel équipement le système de direction assistée de la Fig. 1.

Lorsque le conducteur tourne le volant 9, sa rotation est transmise par un capteur de couple 12 à un pignon 8 qui déplace une crémaillère 7 qui dirige les roues 6 et 6'. En réponse au signal de sortie du capteur de couple 12, un "contrôleur" ou dispositif de commande 4 fournit la puissance provenant d'une première batterie 1 à un moteur 10 qui entraîne le pignon 8 par l'intermédiaire d'un engrenage 11 de manière à réduire le couple nécessaire au volant 9.

Le moteur 10 n'est pas alimenté en courant à moins que le volant 9 soit actionné. Par ailleurs, quand le conducteur tourne le volant alors que le véhicule est à l'arrêt, le moteur tire un courant maximal. Ce courant, quand il est fourni par la première batterie de 12 volts, monte à 50-70 ampères dans les automobiles dont la cylindrée est comprise entre 1800 et 2000 cm^3.

Le dispositif de commande 4 commande le courant du moteur utilisant un dispositif à semiconducteurs, dont la capacité est déterminée par le courant de charge. Pour commander un courant maximal de 60 ampères, le dispositif à semiconducteurs doit posséder une

puissance de courant nominale supérieure à 60 ampères. Le circuit de commande de courant est généralement excité en mode hacheur et le dispositif à semiconducteurs doit donc présenter un courant nominal de pic qui est de 1,5 à 2 fois plus élevé que le courant continu nominal maximal. Un tel dispositif à semiconducteurs à courant nominal maximal de pic de 120 ampères a des dimensions considérables et il gène les efforts tentés pour réaliser une dispositif de commande 4 compact et peu coûteux.

De plus, le câblage destiné à la connexion du moteur 10 avec le dispositif de commande 4 exige également une capacité importante de passage du courant et son poids atteint près 1 kg. La tension à la borne de la première batterie 1, qui fournit également la puissance aux phares avant et autres sources de lumière, varie quand le volant 9 est actionné, et ceci a un résultat négatif se traduisant par des fluctuations de l'intensité de la lumière.

Le dispositif à semiconducteurs provoque une chute de tension d'au moins 0,2 à 0,5 volts, ce qui se traduit par une perte importante de puissance pour un système de puissance de 12 volts.

Le système de direction assistée doit fournir un couple maximum qui ne doit pas durer plus de quelques minutes, et un petit moteur peut résister à ce service. Mais d'un autre côté, une limite est imposée au courant du moteur pour supprimer les variations de la tension de la première batterie. On peut produire à partir d'une source de courant limitée une sortie à couple important en utilisant seulement un grand moteur 10, mais il en résulte qu'il n'est pas possible d'utiliser un petit moteur même s'il satisfait la capacité thermique.

Un autre système de direction assistée classique prévoit un second générateur en dehors du générateur général principal pour obtenir une tension proportionnelle à la vitesse du moteur du véhicule en vue de l'utiliser en tant que source de puissance pour le moteur de direction assistée par l'intermédiaire de la commande, en fonction de la sortie du capteur de couple de direction. Cependant, même dans ce système de direction assistée, les problèmes décrits ci-dessus en ce qui concerne l'art antérieur restent sans solution. En outre, le système de direction assistée du brevet japonais N° 61-125964 n'est pas conçu pour

fonctionner avec un entraînement du moteur à tension élevée et ne permet donc pas de réaliser les composants d'entraînement sous une forme compacte. De plus, le système de direction assistée n'est actif que lorsque le moteur du véhicule tourne, et il n'assiste pas le conducteur quand il doit exercer des efforts démesurés pour faire sortir le véhicule bloqué dans de la boue. Le second générateur modifie sa sortie en fonction de la vitesse du moteur, ce qui se traduit par une variation importante du courant du moteur même après la commande de hachage du courant. En particulier, le système fournit une force d'assistance qui est déficiente quand le moteur du véhicule est au ralenti, et il ne fournit plus aucune aucune assistance quand le moteur du véhicule est arrêté.

Un but essentiel de cette invention est de proposer un système de commande pour direction assistée qui fonctionne avec un courant d'entraînement plus faible de manière que les composants de commande puissent être compacts et fiables.

Un autre but de cette invention est de proposer un système de commande pour direction assistée qui fonctionne sur une tension de puissance élevée, que le moteur du véhicule tourne ou non.

Un autre but encore de cette invention est de proposer un système de commande pour direction assistée qui utilise une source de puissance à tension basse disponible dans le véhicule, de manière à pouvoir utiliser un dispositif à semiconducteurs à faible capacité de passage du courant, dans le but de réaliser un système d'ensemble compact comportant le dispositif à semiconducteurs.

Un autre but de cette invention est de proposer un système de commande pour direction assistée qui n'a que peu d'effet sur la tension de la batterie principale, de manière à minimiser les fluctuations de l'intensité de la lumière.

Un autre but encore de cette invention est de proposer un système de commande pour direction assistée dans lequel les composants de commande sont séparés de la batterie principale de manière à être indépendants de toute limitation du courant, le but étant de rendre le moteur d'entraînement compact et de constituer un système de poids léger et peu coûteux.

Les insuffisances susmentionnées de l'art antérieur sont surmontées par le système de direction assistée qui comprend une première batterie, un circuit élévateur de tension relié à la première batterie, une seconde batterie reliée à la sortie du circuit élévateur de tension, un circuit de commande relié à la seconde batterie et adapté à produire la puissance de direction en proportion du signal de couple de direction, et un moteur de direction relié à la sortie du circuit de commande.

La tension de la batterie est élevée par le circuit élévateur de tension et stockée dans la seconde batterie, qui fournit alors la puissance aux composants de commande. Le courant des composants de commande est plus faible que si ceux-ci étaient utilisés avec la première batterie, et la tension de la première batterie est moins affectée par les composants de commande reliés à la seconde batterie.

Les objectifs ci-dessus peuvent être également atteints par l'application d'une tension plus élevée que celle de la batterie du véhicule aux composants de commande, et en chargeant la batterie par un circuit de commande comprenant des possibilités d'élévation et d'abaissement de la tension. Dans le cas où le générateur a une tension de sortie égale à la tension de la batterie, la tension de sortie est augmentée et fournie au système de commande pour atteindre les objectifs indiqués.

Lorsque la vitesse du moteur du véhicule dépasse suffisamment la vitesse de ralenti, une tension de sortie élevée du générateur est directement appliquée aux composants de commande, ou lorsque ce n'est pas le cas la tension du générateur est appliquée par l'intermédiaire d'un hacheur élévateur de tension, et en tout cas le courant du moteur a une tension inversement proportionnelle à la tension fournie.

Une batterie de 12 volts est utilisée pour les charges générales, et elle est chargée par l'intermédiaire d'un hacheur abaisseur de tension lorsque le générateur a une sortie à tension élevée, ou elle est chargée directement dans le cas d'un générateur à faible tension. La tension de la batterie n'est pas directement affectée par le fonctionnement du système de direction assisté et les fluctuations de l'intensité de la lumière dues aux variations de tension sont

éliminées.

Bien que le générateur ne fournisse pas la puissance au système de direction assistée pendant l'arrêt du moteur du véhicule, le système est alimenté en puissance par la batterie, par l'intermédiaire du circuit élévateur de tension, et le système est fonctionnel avec un petit courant du moteur, comme dans le cas où le moteur du véhicule tourne.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail en se référant aux dessins annexés dans lesquels:

la Fig. 1 est un schéma montrant le système de commande électrique pour direction assistée classique;

la Fig. 2 est un schéma par blocs montrant un mode de réalisation de la présente invention;

la Fig. 3 est un diagramme schématique du circuit élévateur de tension de l'agencement de la Fig. 2;

la Fig. 4 est un graphique montrant les caractéristiques du facteur de service du transistor du circuit élévateur de tension;

la Fig. 5 est un graphique montrant la relation entre la tension de la batterie et le courant maximal du moteur de l'agencement de la Fig. 2;

les Figs. 6 et 7 sont des diagrammes schématiques des circuits de commande du moteur;

la Fig. 8 est un graphique montrant le courant du circuit élévateur de tension, le courant de la batterie et la tension de la batterie par rapport au courant du moteur;

la Fig. 9 est un diagramme montrant l'agencement du système d'ensemble selon un autre mode de réalisation de cette invention;

la Fig. 10 est un schéma par blocs montrant en détail le circuit de commande et le circuit élévateur de tension;

la Fig. 11 est un graphique montrant la valeur de la commande du courant du moteur par rapport à la sortie du capteur de couple de direction;

la Fig. 12 est un graphique montrant le couple de retour du volant par rapport à l'angle de braquage;

la Fig. 13 est un diagramme schématique montrant un autre mode de

réalisation de l'invention; et

la Fig. 14 est un diagramme schématique montrant un autre mode de réalisation encore de cette invention.

La présente invention va maintenant être décrite en se référant aux dessins.

La Fig. 2 montre par un schéma par blocs un mode de réalisation de l'invention. Sur la figure, une première batterie 1 fournit sa puissance par l'intermédiaire d'un circuit élévateur de tension 2 à une seconde batterie 3. La seconde batterie 3 est reliée à un circuit de commande 4 par lequel est entraîné un moteur 5. La première batterie 1 est une batterie au plomb utilisée en tant que source principale de tension pour le véhicule, pour envoyer la puissance aux charges, y compris les diverses sources de lumière, et elle est chargée par un générateur (non montré) entraîné par le moteur du véhicule.

Parmi une variété de circuits élévateurs de tension 2, un circuit élévateur de tension à transistor est montré à la Fig. 3 à titre d'exemple. Dans l'agencement de circuit de la Fig. 3, une tension plus basse de la première batterie 1 est pompée pour monter à la tension plus élevée de la seconde batterie 3 par l'intermédiaire de la manoeuvre de commutation d'un transistor 14. Le transistor 14 fonctionne comme un hacheur à modulation par impulsions de largeur variable PWM. Quand le transistor 14 devient passant, un courant passe dans une bobine de réactance à courant continu (DCL) 13. Quand le transistor 14 qui était conducteur de courant est bloqué, le courant i qui a passé par la bobine de réactance 13 continue de passer par une diode 15 vers la seconde batterie 3, comme montré par la ligne en tiretés. En conséquence, une tension plus élevée que celle de la première batterie est appliquée à la seconde batterie en vue de la charger. On choisit pour le transistor 14 une fréquence de hachage qui est inférieur pour une bobine de réactance 13 à inductance élevé, ou qui est plus élevée pour une bobine de réactance de petite inductance. La plage des fréquences pratiques est de l'ordre de quelques centaines de Hertz à des dizaines de kiloHertz, et une fréquence plus basse est avantageuse du point de vue du rendement. Le transistor bipolaire 14 peut être remplacé par un transistor FET ou par tout autre dispositif

de commutation de courant.

Le courant du transistor, c'est-à-dire le courant fourni par la première batterie 1 à la seconde batterie 2 est virtuellement proportionnel au facteur de service α du transistor 14 dans une certaine plage de fonctionnement. En conséquence, en fixant le facteur de service comme montré à la Fig. 4 par exemple, le circuit élévateur de tension 2 ne fonctionne pas quand la seconde batterie 3 possède une tension suffisamment élevée. Lorsque la tension de la seconde batterie 3 baisse, le facteur de service α du circuit 2 monte de manière à fournir un courant plus important à la seconde batterie 3. Dans ce mode de réalisation, le facteur de service α comprend une bande proportionnelle ΔV_{B2} par rapport à la tension de la seconde batterie, et le circuit conserve un facteur de service constant α_0 dans la plage située au-dessous de la tension V_{Bmin}. Le courant déterminé par le facteur de service constant α_0 est le courant maximal I_{max} fourni par la première batterie 1 à la seconde batterie 3.

Le courant maximal I_{max} fourni par le circuit élévateur de tension 2 est déterminé de manière que la dissipation de puissance qui en résulte soit supérieure à la puissance moyenne exercée par le dispositif de commande 4 qui entraîne le moteur 5, et soit inférieure à la puissance maximale. Par exemple, un moteur dont le rendement est de 50% et dont la sortie maximale est de 300 watts demande environ 60 ampères avec un système de puissance de 12 volts, et le courant maximal susmentionné est fixé à un niveau de 50%, c'est-à-dire à 30 ampères. En conséquence, la charge appliquée à la première batterie 1 est diminuée de moitié même au niveau maximal, par comparaison avec le cas classique d'une plage de 60 ampères, et on peut réduire les variations de la tension. De plus, le transistor de commutation 14 du circuit élévateur de tension de demi-capacité suffit également par comparaison avec celui d'une puissance nominale classique de 60 ampères, permettant l'utilisant d'un transistor peu coûteux. En général, plus la puissance nominale du transistor est faible, plus le nombre de pièces fabriquées est élevé, et en raison de l'effet obtenu par une production en grandes séries, les coûts du transistor dont la puissance nominale est diminuée de moitié sont en fait moins de la moitié.

La tension de la seconde batterie 3 à la Fig. 2 peut être choisie de façon arbitraire. La Fig. 5 montre par un graphique le courant du moteur qui est nécessaire pour assister la direction d'une automobile de la classe de 1800 cm^3. Le courant maximal du moteur 5 est porté sur l'axe vertical alors que la tension de la seconde batterie 3 est portée sur l'axe horizontal. Par exemple, si on choisit pour la batterie une tension de 24 volts, le courant maximal du moteur est de 25 à 35 ampères, et pour une batterie de 60 volts, le courant maximal du moteur est de 10 à 14 ampères. Ceci signifie que plus la tension de la seconde batterie est élevée, plus le courant maximal nécessité par le moteur est faible. Dans ce mode de réalisation, on choisit la tension de la seconde batterie de façon qu'elle représente au moins deux fois la tension de la première batterie. Pour la majorité des automobile dont le système de puissance est de 12 volts, la tension de la seconde batterie est fixée à 24 volts ou plus. Bien que plus la tension de fonctionnement est élevée plus le dispositif de commande 4 peut utiliser un dispositif à semiconducteurs plus petit et donc coûter moins, une tension trop élevée se traduit par un coût plus élevé du fait des mesures à prendre pour la sécurité et l'isolation. Donc, la tension est déterminée d'un point de vue global. L'utilisation d'une tension de puissance élevée est avantageuse en ce qui concerne la conception du dispositif de commande 4 du moteur 5. La raison en est que le dispositif de commande classique doit inclure un nombre de dispositifs à semiconducteurs de puissance aussi bas que possible en raison de leur coût élevé alors que cette restriction est éliminée quand on utilise des dispositifs à semiconducteurs peu coûteux de faible puissance nominale.

Le dispositif de commande 4 comprend un circuit principal qui est montré à la Fig. 6 par exemple. L'agencement est prévu pour entraîner un moteur à champ magnétique ou un moteur shunt. Le moteur 5 présente deux modes de direction du courant, l'un obtenu en rendant passant les transistors 19 et 22 et l'autre en rendant passants les transistors 21 et 20, ce qui fait qu'il tourne dans les deux sens choisis. Le moteur 5 est commandé par le courant ou par le couple de sortie par l'intermédiaire de la commande de hachage concernant l'état conducteur

des transistors 19-22. L'agencement de la Fig. 6 a pour avantage une réponse rapide du courant du moteur.

La Fig. 7 montre un exemple de l'agencement de circuit de commande d'un moteur série dans lequel les enroulements de champ 31 et 32 sont bobinés dans les sens opposés de manière que le moteur 5 tourne dans les sens opposés en réponse à l'état de conduction du transistor 27 ou du transistor 28. Il est également possible d'utiliser un moteur à courant alternatif au lieu d'un moteur à courant continu.

La fonction du système électrique pour direction assistée est d'entraîner le moteur 5 en réponse à un signal fourni par un capteur de couple ou analogue, de façon à réduire la force de direction appliquée par l'intermédiaire du volant 9, et son agencement de circuit peut être choisi de façon arbitraire. En tout cas, le moteur 5 a besoin d'une certaine alimentation de puissance pour pouvoir être entraîné. On peut réduire le courant du moteur en utilisant une tension d'alimentation plus élevée, et un courant plus faible du moteur permet l'utilisation d'un dispositif à semiconducteurs de commande à courant de plus faible puissance.

La Fig. 8 montre des valeurs électriques diverses en ce qui concerne le courant du moteur de l'agencement de circuit qui précède. Le courant de sortie du circuit élévateur de tension 2 augmente quand le courant fourni au moteur 5 augmente, et il devient constant au-dessus du point A du courant du moteur. Ceci constitue le courant de sortie maximal du circuit élévateur de tension 2. Le courant fourni par la seconde batterie 3 augmente progressivement à mesure que le courant du moteur augmente dans sa section à faible charge, et il augmente fortement au-dessus du point A du courant du moteur. Sur ce graphique, la courbe 33 représente le courant fourni par le circuit élévateur de tension 2 et la courbe 34 représente le courant fourni par la seconde batterie 3 au moteur 5. La somme de ces courants donne le courant 35 du moteur. La tension de la seconde batterie 3 varie comme montré par la courbe 36. A la Fig. 8 est montré le cas où la seconde batterie 3 est totalement chargée au début. A mesure que la tension de la batterie baisse, le courant de sortie du circuit élévateur de tension 2 se déplace vers la gauche sur la courbe 33.

Comme on le comprendra à la lecture de la description qui précède et à l'examen de la Fig. 8, le moteur est alimenté en puissance à une tension survoltée dérivée de la première batterie (par exemple une batterie de 12 volts) jusqu'à ce que le courant du moteur atteigne le point A, et pour une demande plus élevée de courant, la composante du courant de charge qui augmente est fournie par la seconde batterie de manière que la première batterie en soit soulagée. Le courant de sortie de la première batterie est inférieur au courant maximal du moteur, et ceci est avantageux pour abaisser le courant nominal des dispositifs à semiconducteurs utilisés dans le circuit élévateur de tension et également pour minimiser les variations de la tension de la première batterie. Du fait des variations réduites de la tension de la première batterie, les fluctuations de l'intensité de la lumière peuvent être virtuellement éliminées. Comme le moteur 5 est fourni en puissance pour sa partie de haut niveau et pendant une courte période surtout par la seconde batterie 3, la tension de la première batterie ne baisse pas de façon significative, et le moteur 5 peut donc être utilisé jusqu'à sa zone de charge limite. En conséquence, une sortie d'assistance plus élevée peut être tirée d'un moteur pour une puissance nominale donnée, ou bien on peut utiliser un plus petit moteur pour obtenir une force d'assistance donnée. Il en résulte que le coût du système de direction assistée peut être abaissé, et il résulte de la tension plus élevée de la seconde batterie que l'on peut réaliser un dispositif de commande utilisant des dispositifs à semiconducteurs moins coûteux.

Ce mode de réalisation est différent de celui qui consiste à simplement élever la tension de la batterie pour charger un condensateur. Au lieu de cela, la seconde batterie 3 est conçue pour stocker de la puissance provenant d'un circuit élévateur de tension 2 et le système fonctionne comme s'il était séparé de la première batterie 1. En conséquence, même si le courant de charge du moteur 5 varie dans de fortes proportions, la tension de la première batterie ne peut varier de façon significative.

Selon ce mode de réalisation, le circuit élévateur de tension élève la tension de la première batterie et stocke sa puissance dans la seconde batterie, qui fournit alors sa puissance à la charge. Le

courant de charge fourni par la source de tension plus élevée est plus faible que celui qui serait fourni directement par la première batterie, ce qui fait que les dispositifs de commande de courant à semiconducteurs et le moteur de direction entraîné par elle peuvent posséder des puissances de courant nominales, des poids et des dimensions plus faibles, et que leur coût peut être réduit. Un avantage additionnel vient de ce que le fonctionnement du système de direction assistée n'implique pas une variation importante de la tension de la première batterie, et les sources de lumière alimentées par la première batterie peuvent être empêchées de fluctuer dans leur intensité.

Ce qui suit décrit plusieurs autres modes de réalisation de l'invention, en se référant aux Figs. 9 à 12.

La Fig. 9 montre un agencement du système de commande de direction à puissance électrique mettant en oeuvre la présente invention. En 41 est indiqué un volant, en 42 l'arbre du volant, en 43 un capteur de couple, en 44 un pignon, en 45 une crémaillère, en 46 les roues du véhicule utilisées pour la direction, en 47 un moteur pour direction assistée, en 48 un engrenage réducteur, en 49 un pignon, en 40 un capteur d'angle de direction utilisant un élément magnétique Hall par exemple, en 110 un dispositif de commande de direction assistée (qui sera simplement appelé "contrôleur") et en 120 un circuit hacheur élévateur/abaisseur de tension utilisé pour charger une batterie 53 selon le mode abaissement de tension et pour appliquer également la puissance provenant de la batterie 53 à un système de direction assistée selon le mode élévation de tension quand le moteur du véhicule ne tourne pas, le mode élévation/abaissement de la tension étant déterminé en fonction du fait que le moteur du véhicule tourne ou pas, cela étant détecté par un capteur de rotation de moteur 65. Un générateur de charge 55 est entraîné par le moteur 54 par l'intermédiaire d'une courroie ou analogue. Le générateur 55 produit une sortie de tension continue et selon une tension prévue par l'intermédiaire d'un redresseur pleine onde 56.

Ce mode de réalisation est appliqué à un système de direction à pignon et crémaillère, dans lequel le conducteur applique une force de direction au volant 41, qui est transmise par l'arbre 42 et le capteur

de couple 43 au pignon 44. Le capteur de couple 43 produit un signal τ représentant le couple de direction. Le capteur de couple 43 est un type à jauge de contrainte ou un type à torsion à résistance variable. Le moteur 47 sert de dispositif d'actionnement électrique pour fournir une force d'assistance de direction à la crémaillère 45 par l'intermédiaire de l'engrenage réducteur 48 et du pignon 49. Le capteur d'angle de direction 40 produit un signal qui est zéro lorsque les roues du véhicules sont en ligne droite ou à l'état neutre. Un exemple du capteur d'angle de direction 40 est donné par un codeur linéaire fixé à la crémaillère. Le moteur de direction 47 est choisi parmi un moteur à courant continu, un moteur à courant continu sans balais ou un moteur à induction. Le contrôleur 110 est conçu pour commander l'application de la tension du courant au moteur en fonction de la vitesse du véhicule vs du couple de direction τ et de l'angle de direction θ .

La Fig. 10 montre un schéma par blocs de l'agencement du circuit principal et du circuit de commande qui fonctionnent selon un mode dans lequel le système de charge comprenant le moteur 54, le générateur de charge à tension élevée 55 et le redresseur 56 entraîne un moteur à courant continu 7a comportant des enroulements de champ direct et inverse par l'intermédiaire d'un condensateur 126, et selon un mode dans lequel le système de charge charge la batterie 53 par l'intermédiaire d'un transistor hacheur abaisseur de tension 121 ou inversement le circuit fonctionne avec une bobine de réactance 125 et un transistor hacheur élévateur de tension 123 de manière que le système de direction assistée soit actif même si le moteur 54 du véhicule est à l'arrêt.

On commencera par décrire dans ce qui suit le cas où la clé du moteur est dans la position ALLUMAGE (non montrée) et le moteur du véhicule est à l'arrêt. La vitesse de ce moteur Ne est détectée et indiquée au capteur de rotation de moteur 65 qui fournit une sortie appliquée à un circuit de commande de tension 68 constituant un circuit de commande hacheur et élévateur de tension en réponse à la détection de Ne=0. Le circuit de commande de tension 68 soustrait une tension de borne détectée Vc du condensateur de lissage 126 (par exemple 12 volts

courant continu) de la commande de tension V_1, fournit un signal de commande différentiel résultant $\Delta V_1 = V_1 - Vc$ à un circuit d'excitation de base 69 du transistor 123. Le circuit d'excitation de base 69 rend le transistor passant ou bloqué de manière que la tension de la batterie soit élevée dans le circuit comprenant la bobine de réactance 125, le transistor 123 et la diode roue libre 124 jusqu'à ce que ΔV_1 devienne zéro, et le condensateur 126 est chargé par la diode roue libre 122 jusqu'à une tension égale à la tension de sortie (par exemple 48 volts) du générateur de charge à tension élevée 55. Cette tension est maintenue constante.

Dans cet état, quand le volant 1 est actionné, le capteur de couple 3 applique un signal de couple τ à un générateur de fonction 61 qui applique un signal d'excitation à l'un des circuits d'excitation de base 63 et 64 en fonction de la polarité du signal de couple τ. En réponse au signal d'excitation, un transistor direct 111 ou un transistor inverse 112 fonctionne sur le mode hachage pour entraîner le moteur à courant continu 7a qui produit alors une force d'assistance de direction. Quand le véhicule a été amené à l'arrêt et le moteur a été coupé, la même opération que décrite ci-dessus se déroule quand on actionne le volant, à condition que la clé du moteur soit placée dans la position ALLUMAGE.

On va maintenant décrire le fonctionnement quand le moteur du véhicule a été démarré. Le détecteur de rotation de moteur 65 détecte l'état $Ne \neq 0$ et ceci est indiqué à un circuit de commande de tension de hachage abaisseur de tension 66 qui soustrait une tension de batterie détectée Vb de la tension de commande V_2 (par exemple 48 volts courant continu) et applique la différence résultante $\Delta V_2 = V_2 - Vb$ au circuit d'excitation de base 67 pour le transistor d'abaisseur de tension 121. En réponse à la commande de tension ΔV_2, le circuit d'excitation de base 67 excite le transistor 121 selon le mode hachage pour produire un courant de charge pour la batterie 53. Si on actionne le volant 41 à ce moment, le capteur de couple 43 applique une sortie au générateur de fonction 61 de la même manière que dans le cas précédent. Le générateur de fonction 61 produit une commande de courant I_0 en fonction du signal de couple d'entrée et l'applique en même temps qu'un signal de polarité

à un circuit de traitement de signal 62. Le circuit 62 effectue la soustraction de la commande de courant I_0 et détecte le courant de moteur I_1, et excite l'un des transistors 63 ou 64 sur le mode hachage en fonction de la polarité du couple qui a été détecté, excitant ainsi le moteur à courant continu 7a de manière qu'il produise une force d'assistance de direction. La commande de courant du moteur est fixée par rapport à la sortie du capteur de couple, la vitesse du moteur vs étant un paramètre, au générateur de fonction 61, comme montré à la Fig. 11. En préparant une fonction du couple de retour par rapport à l'angle de braquage comme montré à la Fig. 12, le système de direction assistée peut présenter les caractéristiques nécessaires.

La Fig. 13 montre un autre mode de réalisation de cette invention dans lequel on utilise un générateur de charge de faible tension (par exemple 12 volts). Sur la figure, le générateur de charge 55a a un enroulement d'induit (non montré) bobiné de manière à respecter les spécifications de basse tension, et sa sortie en courant alternatif est redressée par un redresseur 56 pour produire une sortie en courant continu de faible tension nominale en courant continu. La sortie en courant continu est utilisée pour charger directement la batterie 53 et est également appliquée au contrôleur et autres charges générales 100. La sortie à faible tension est en outre appliquée au moteur 7a par l'intermédiaire d'un hacheur élévateur de tension 160 qui consiste en une bobine de réactance 125, un transistor 123, une diode à contre-action 124, une diode 126 et un condensateur de lissage 127. Quand le moteur du véhicule a été démarré, le hacheur élévateur de tension 160 fonctionne pour faire commuter le transistor 123 à l'unisson avec la bobine de réactance 125 pour convertir la basse tension en une tension élevée (par exemple 48 volts) qui doit être appliquée au moteur 7a. Quand le moteur du véhicule est coupé, le générateur de charge 55a ne fournit pas de sortie, mais la tension de la batterie 53 est élevée par le hacheur 160 et appliquée au moteur 7a comme dans le cas où le moteur du véhicule tourne. En fonction du signal provenant du contrôleur 110, l'un des transistors direct ou inverse fonctionne sur le mode hachage pour exciter le moteur 7a qui produit alors une force d'assistance de direction de la même manière

que décrite en référence à la Fig. 10.

La Fig. 14 montre un agencement utilisant un moteur à courant continu sans balais, ou un moteur à induction 7b à la place du moteur à courant continu 7a de la Fig. 10. Le contrôleur qui commande la vitesse du moteur et le couple de sortie comprend un circuit principal 110a configuré avec un inverseur de transistor. Un circuit d'excitation de base 130 est un circuit de traitement de signal présentant une fonction de discrimination de polarité et une fonction de soustraction pour la commande du courant et le courant détecté, et il fournit des courant de base aux transistors du circuit inverseur pour entraîner le moteur 7b dans le sens direct ou inverse, produisant ainsi une force d'assistance de direction. Il est évident que le circuit principal du contrôleur montré à la Fig. 13 peut être configuré avec un inverseur de transistor, le moteur à courant continu 7a étant remplacé par un moteur à courant continu sans balais ou par un moteur à induction.

Dans les modes de réalisation, le rapport entre la tension élevée et la tension de batterie appliquée au moteur de direction peut être choisi de façon arbitraire, et une élévation du rapport peut réduire encore plus le courant du moteur.

Bien que dans les modes de réalisation le système à tension élevée nne soit chargé que par le système de direction assistée, l'équipement, sauf en ce qui concerne les sources de lumière et les charges générales tels que le système d'allumage, l'atomiseur ultrasonore et autres moteurs de dispositifs, peut être connecté au système à tension élevée.

Dans les modes de réalisation, l'enroulement de l'induit du moteur de charge est configuré de manière à respecter des configurations soit pour une tension élevée soit pour une tension basse. Dans le premier cas, la sortie du générateur est directement appliquée au système de direction assistée et dans le second cas la sortie du générateur basse tension est convertie en une tension élevée par le hacheur élévateur de tension et appliquée au système de direction. Lorsque le moteur du véhicule tourne, la sortie du générateur de tension élevée est abaissée par le hacheur pour charger la batterie, et la tension basse est directement appliquée à la batterie en vue de sa charge. Quand le système de direction assistée est actionné, le moteur du véhicule étant

à l'arrêt, la sortie de la batterie (12 volts en standard) est élevée à une tension élevée par le hacheur et appliquée au système de direction assistée. Comme les charges générales qui comprennent les phares avant et autres sources de lumière sont alimentées en puissance par une batterie, la tension n'est pas modifiée par le fonctionnement du système de direction assistée et l'intensité de la lumière ne diminue donc pas. Bien que la tension de la batterie baisse légèrement quand elle est appliquée au système de direction assistée quand le moteur du véhicule est coupé, dans l'intention de sortir de la boue ou de faire tourner les roues à l'arrêt, une telle légère réduction de l'intensité de la lumière n'est pas sérieuse et ne conduit pas à l'arrêt du véhicule.

Le réglage sur une tension élevée de l'entrée appliquée au système de direction assistée fait que son courant est plus faible, ce qui permet aux dispositifs de commutation du courant du moteur de présenter une valeur nominale de courant plus basse, ceci se traduisant par une forme compacte et économique. Un courant de charge plus faible est également avantageux en raison du câblage moins important, des pertes résistives de puissance plus faibles et d'une génération de chaleur plus faible dans l'enceinte du moteur du véhicule.

Selon les modes de réalisation, le système de direction assistée est alimenté avec une tension qui est supérieure à celle de la batterie du véhicule, et cette batterie est chargée par le circuit de commande qui comprend des possibilités d'élévation/abaissement de la tension, le système fonctionnant de ce fait sur le mode courant faible et ce qui permet ainsi d'obtenir un système de commande compact et fiable.

REVENDICATIONS

1. Système de commande électrique pour direction assistée, caractérisé en ce qu'il comprend un moteur électrique (54, 7a, 7b) qui fournit une force d'assistance à un système de direction assistée (41, 44, 45, 46) d'un véhicule par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur (48) ; un capteur de couple (43) qui est fixé sur un arbre de direction (42) pour détecter le couple de direction ; un contrôleur (4, 110) qui commande l'entrée appliquée audit moteur en fonction de la sortie dudit capteur de couple ; une batterie (1, 53) qui fournit la puissance audit contrôleur ; et un moyen élévateur de tension (2, 120, 160) qui est relié à ladite batterie pour entraîner ledit moteur avec une tension plus élevée que la tension de ladite batterie.

2. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur est constitué par un moteur à courant continu (5, 54).

3. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur est constitué par un moteur à courant continu sans balais (7a).

4. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur est constitué par un moteur à induction (7b).

5. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'élévation de tension comprennent au moins un transistor (14 ; 123) et une bobine de réactance à courant continu (13, 125), ledit transistor ayant un facteur de service (α) commandé par ledit contrôleur.

6. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une batterie de tension élevée (3) qui est chargée avec une tension supérieure à la tension de ladite batterie (1), le moteur étant entraîné par les sorties desdits moyens d'élévation de tension et de ladite batterie à tension élevée.

7. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit contrôleur (4) agit sur lesdits moyens d'élévation de tension (2) pour envoyer une quantité de courant supérieure au courant provenant de ladite batterie à tension élevée audit moteur, dans une plage de courant du moteur qui est à et au-dessous d'un niveau prédéterminé (A), et pour fournir un courant virtuellement constant audit moteur dans une plage de courant du moteur située au-dessus dudit niveau (A) de manière que ladite batterie de tension élevée fournisse un courant plus fort audit moteur.

8. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un générateur de tension élevée (55) qui est entraîné par le moteur dudit véhicule pour engendrer une tension supérieure à la tension de ladite batterie (53) et un capteur (55) qui détecte si ledit moteur du véhicule tourne ou est coupé, ledit moteur électrique étant entraîné par lesdits moyens élévateurs de tension (68, 69, 123-125) quand ledit capteur (65) a détecté un état d'arrêt dudit moteur du véhicule.

9. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit moteur est entraîné par ledit générateur à tension élevée, la tension élevée de sortie dudit générateur de tension élevée étant abaissée par un moyen abaisseur de tension (66, 67, 121, 122) de manière à charger ladite batterie (53).

10. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un générateur de tension basse qui est entraîné par le moteur du véhicule pour engendrer une tension basse virtuellement égale à la tension de ladite batterie (53), ledit moyen abaisseur de tension (160) étant relié à la batterie (63) et audit générateur de tension basse (55a).

11. Alimentation de puissance pour un système de direction assistée, caractérisée en ce qu'elle comprend une première batterie (1) ; un moyen élévateur de tension (2) relié à ladite première batterie ; une seconde batterie (3) reliée à la sortie dudit moyen

élévateur de tension ; un circuit de commande (4) relié à ladite seconde batterie et adapté à produire la puissance électrique pour la direction en réponse à un signal de couple de direction ; et un moteur de direction (5) relié à la sortie dudit circuit de commande pour recevoir ladite puissance de direction.

12. Alimentation de puissance pour un système de direction assistée selon la revendication 11, caractérisée en ce que ledit moyen élévateur de tension a une capacité de sortie supérieure à la puissance de sortie moyenne dudit circuit de commande pour entraîner ledit moteur, et inférieure à une puissance de sortie maximale dudit circuit de commande pour entraîner ledit moteur.

13. Système de commande électrique pour direction assistée, caractérisé en ce qu'il comprend : un moteur (47) qui fournit un couple d'assistance au système de direction d'un véhicule par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur (48) ; un contrôleur (110) qui commande l'entrée dudit moteur en fonction de la sortie d'un capteur de couple (43) fixé sur l'arbre de direction (42) ; une batterie (53) qui fournit la puissance audit contrôleur ; et un générateur (55) qui charge ladite batterie, la tension de sortie dudit générateur étant fixée à un niveau plus élevé que la tension de ladite batterie, ledit générateur fournissant la puissance à une tension plus élevée que celle de ladite batterie audit moteur quand le moteur dudit véhicule tourne, ladite batterie fournissant la puissance par l'intermédiaire d'un circuit élévateur de tension (120) audit moteur électrique quand ledit moteur est à l'arrêt.

14. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 13, caractérisé en ce que ledit circuit élévateur de tension est commandé par un signal de sortie provenant d'un moyen (65) de détection d'un état d'arrêt dudit moteur du véhicule.

15. Système de commande électrique pour direction assistée, caractérisé en ce qu'il comprend un moteur (47) qui fournit un couple d'assistance au système de direction d'un véhicule par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur (48) ; un contrôleur (110) qui commande l'entrée dudit moteur en fonction de la valeur de sortie d'un capteur de couple (43) fixé sur un arbre de direction

(42) ; une batterie (53) qui fournit la puissance audit contrôleur ; et un générateur (55) qui charge ladite batterie, la tension de sortie dudit générateur étant établie à un niveau supérieur à la tension de ladite batterie, ledit générateur fournissant la puissance à une tension supérieure à celle de ladite batterie audit moteur par l'intermédiaire dudit contrôleur (120) et, dans le même temps, chargeant ladite batterie par l'intermédiaire d'un circuit abaisseur de tension (120) quand le moteur dudit véhicule tourne, et ladite batterie fournissant la puissance audit contrôleur par l'intermédiaire d'un circuit élévateur de tension (120) quand ledit moteur du véhicule est à l'arrêt.

16. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit circuit élévateur et abaisseur de tension (120) comprend un circuit hacheur qui est commuté sur un mode élévateur ou sur un mode abaisseur en fonction du fait que le moteur du véhicule tourne ou est coupé.

17. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit circuit élévateur et abaisseur de tension est excité en mode de hachage abaisseur (121) en réponse à un signal de rotation du moteur du véhicule ($Ne \neq 0$) de manière que la tension de sortie dudit générateur soit commandée sur une tension de charge de la batterie et utilisé pour charger ladite batterie, la tension de sortie élevée dudit générateur étant utilisée directement en tant que source de puissance pour ledit système de direction assistée (41, 42, 44, 45, 49, 46).

18. Système de commande électrique pour direction assistée, caractérisé en ce qu'il comprend : un moteur (47) qui fournit un couple d'assistance pour le système de direction (41, 42, 44, 45, 49, 46) d'un véhicule par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur (48) ; un contrôleur (110) qui commande l'entrée dudit moteur en fonction de la valeur de sortie d'un capteur de couple (43) fixé sur un arbre de direction (42) ; une batterie (53) qui fournit la puissance audit contrôleur ; et un générateur de charge (55a), ledit générateur produisant une sortie de puissance utilisée pour

charger ladite batterie et, lorsque la tension a été élevée, elle est appliquée à l'entrée dudit contrôleur.

19. Système de commande électrique pour direction assistée selon la revendication 18, caractérisé en ce que la tension de ladite batterie est élevée par un moyen élévateur de tension (160) et appliquée audit contrôleur quand ledit moteur du véhicule est à l'arrêt.

FIG. 1

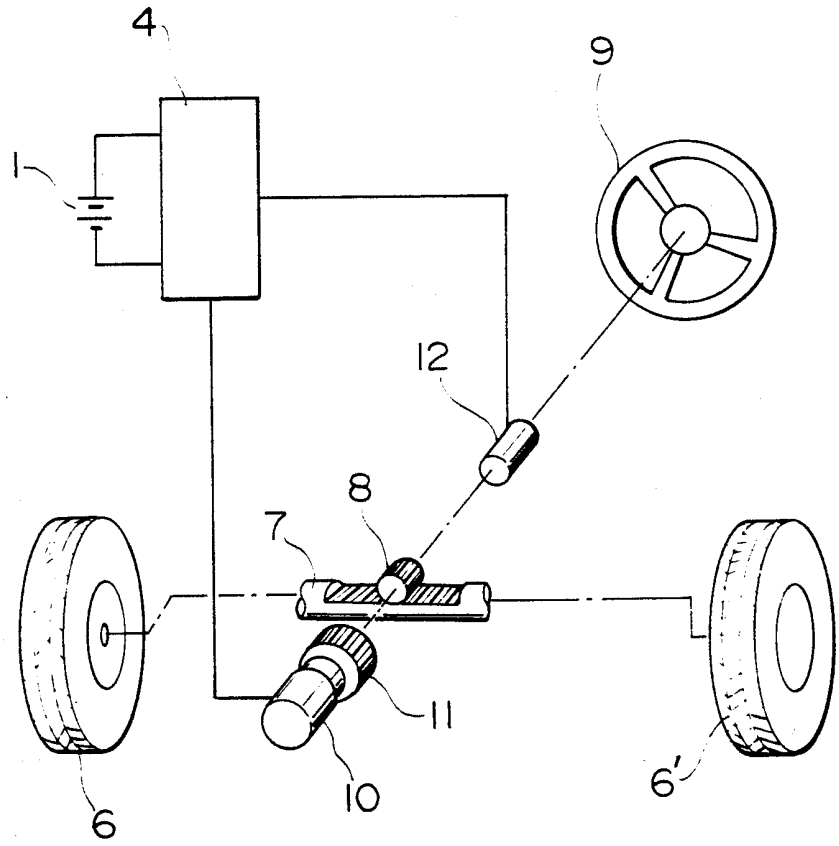


FIG. 2

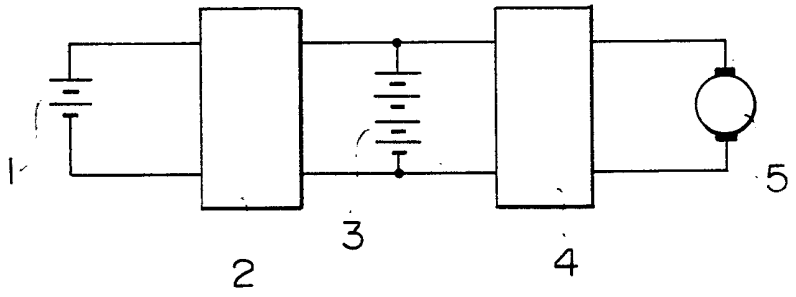


FIG. 3

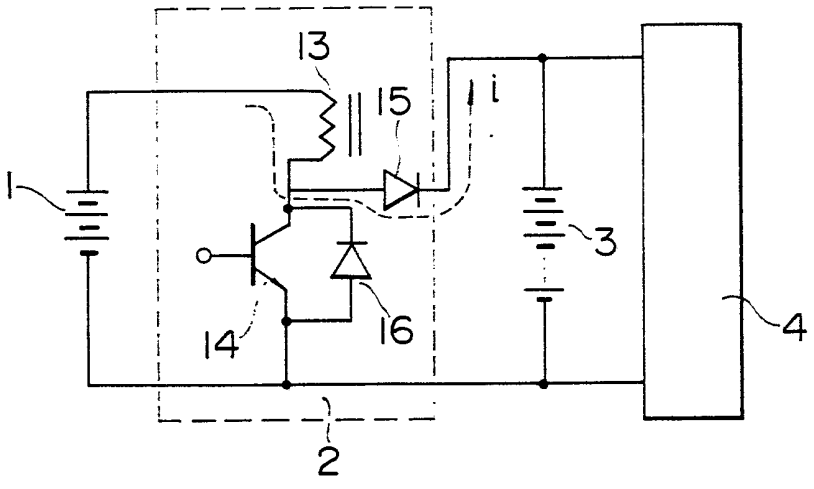


FIG. 4

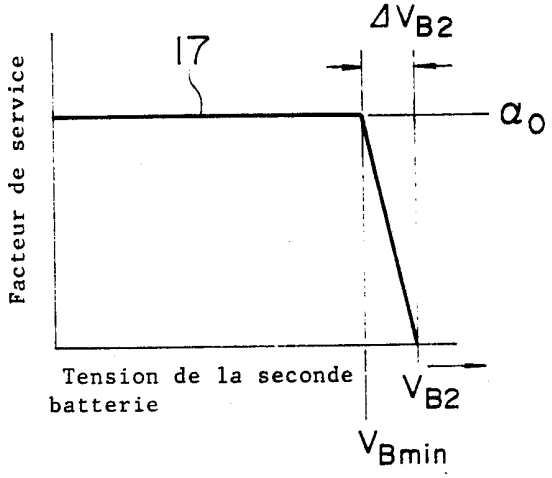

ΔVB2
17
α0
Facteur de service
Tension de la seconde batterie
VB2
VBmin

FIG. 5

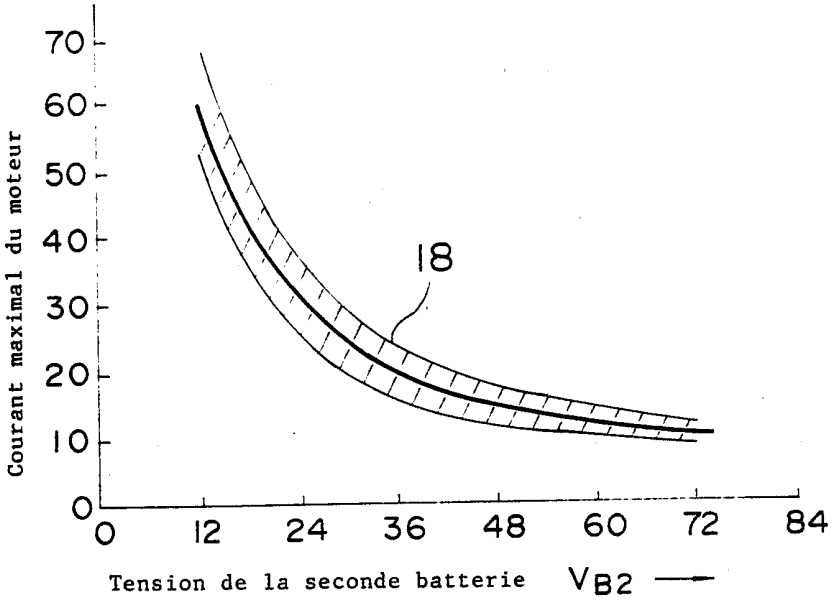

70
60
50
40
30
20
10
0
Courant maximal du moteur
18
0
12
24
36
48
60
72
84
Tension de la seconde batterie VB2

FIG. 6

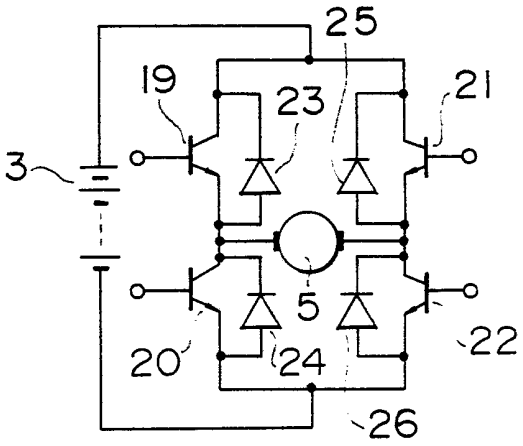


FIG. 7

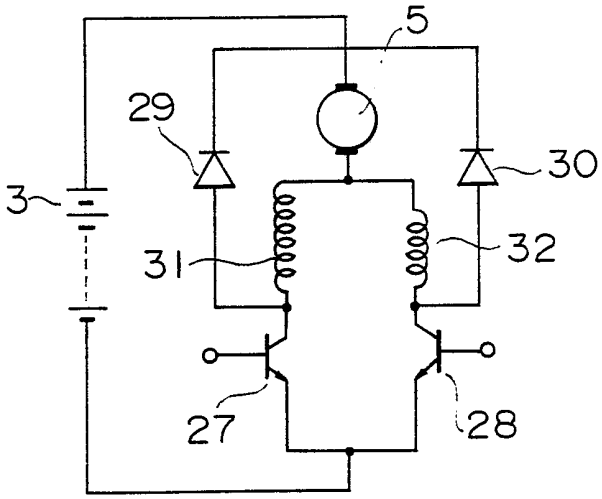


FIG. 8

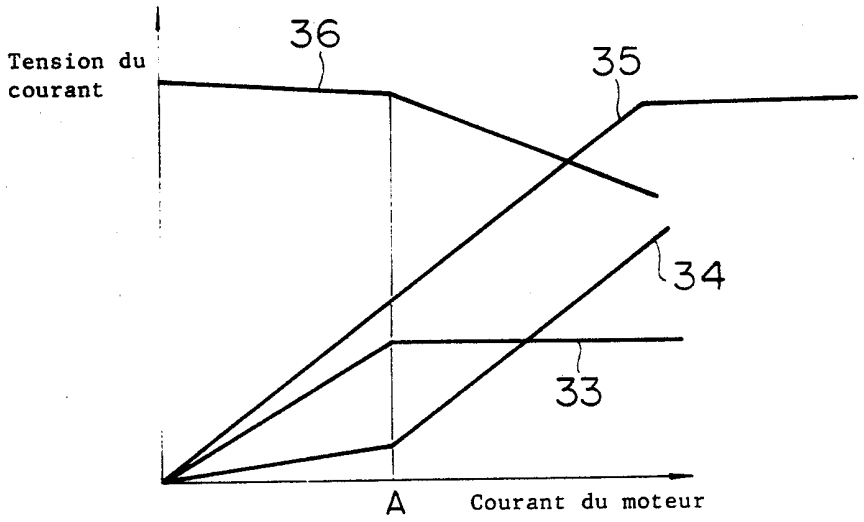

Tension du courant
36
35
34
33
A
Courant du moteur

FIG. 9

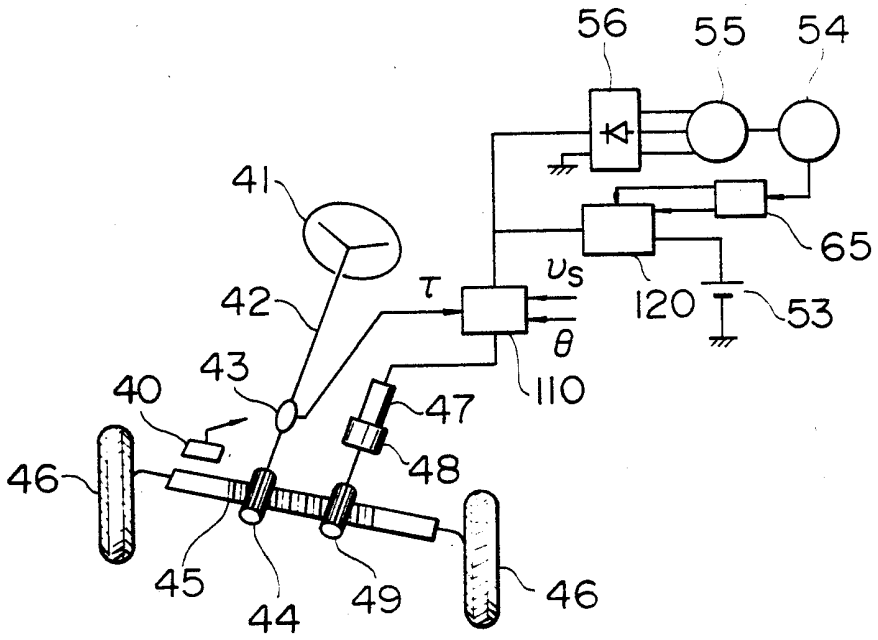

56
55
54
41
65
42
τ
v_s
120
53
θ
43
110
40
47
48
46
45
44
49
46

FIG. 10

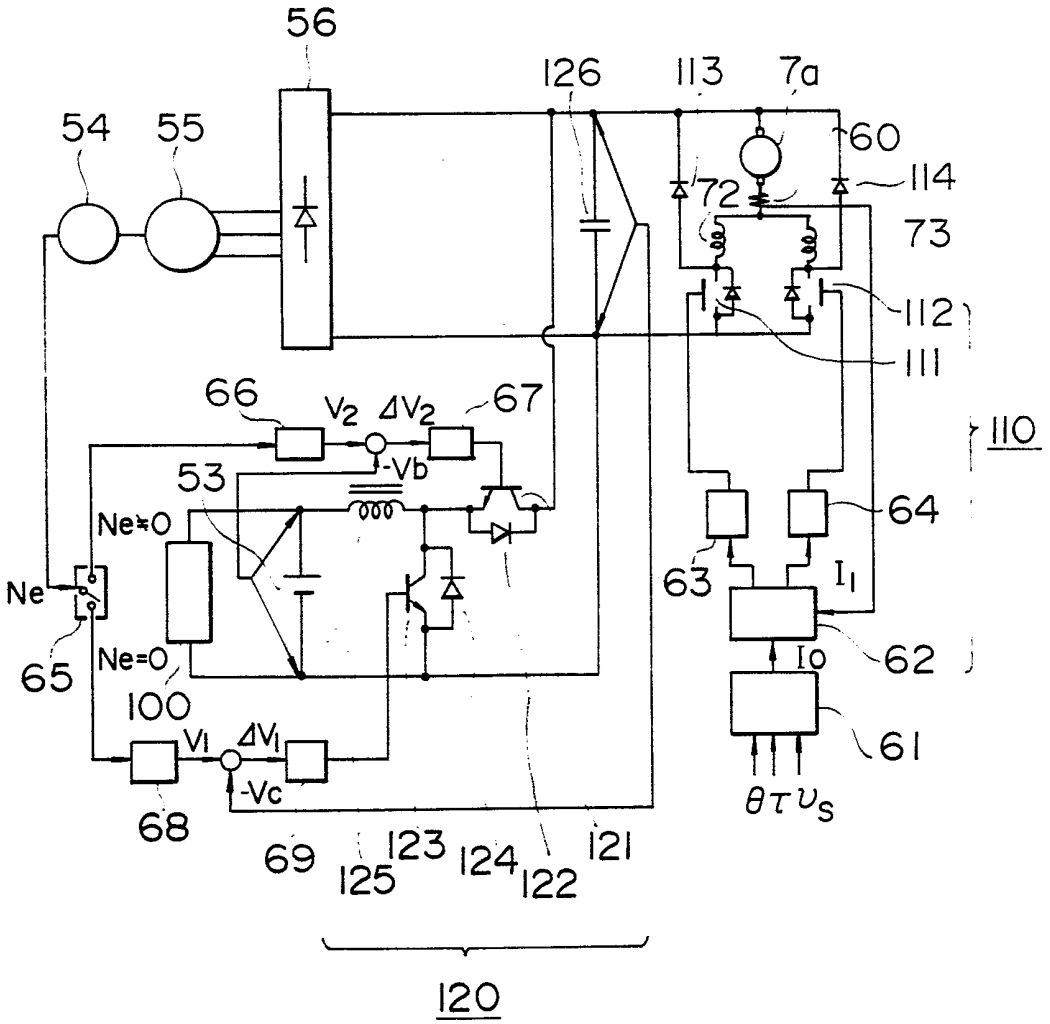

56
126
113
7a
54
55
60
114
72
73
112
111
66
V2
ΔV2
67
110
53
-Vb
64
Ne≠0
Ne
63
I1
65
Ne=0
62
Io
100
61
Vl
ΔVl
-Vc
θτυs
68
69
123
125
124
122
121
120

FIG. 11

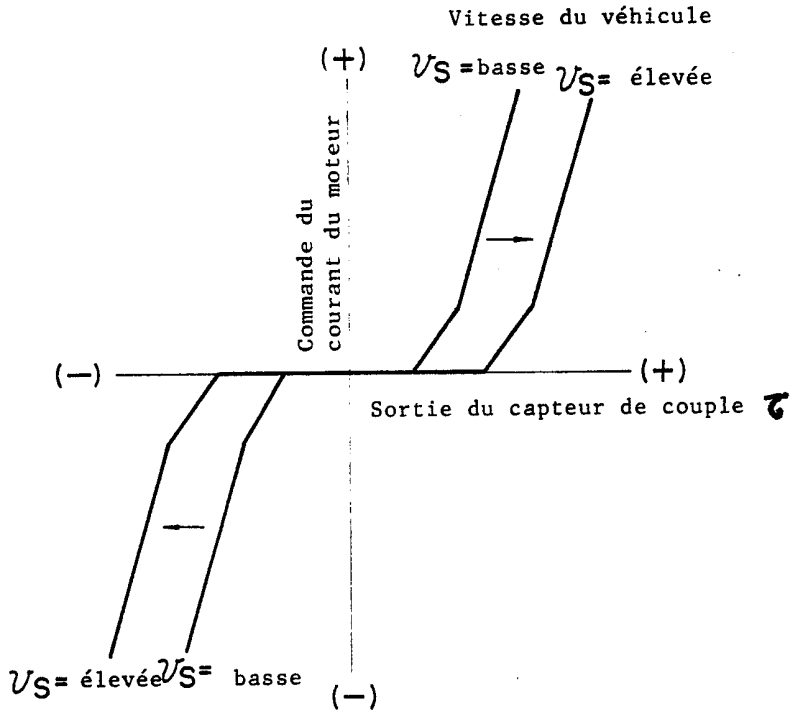

Vitesse du véhicule
(+)
v_S =basse
v_S= élevée
Commande du courant du moteur
(−)
(+)
Sortie du capteur de couple τ
v_S= élevée
v_S= basse
(−)

FIG. 12

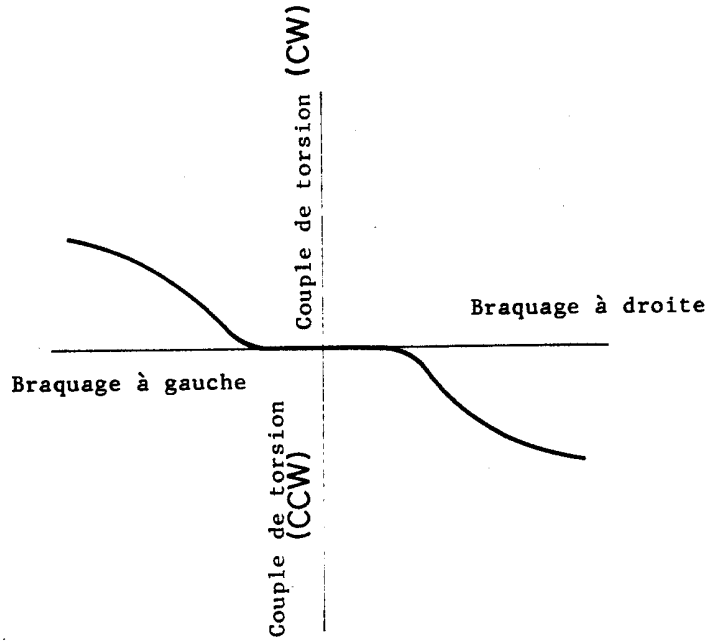

Couple de torsion (CW)
Braquage à droite
Braquage à gauche
Couple de torsion (CCW)

FIG. 13

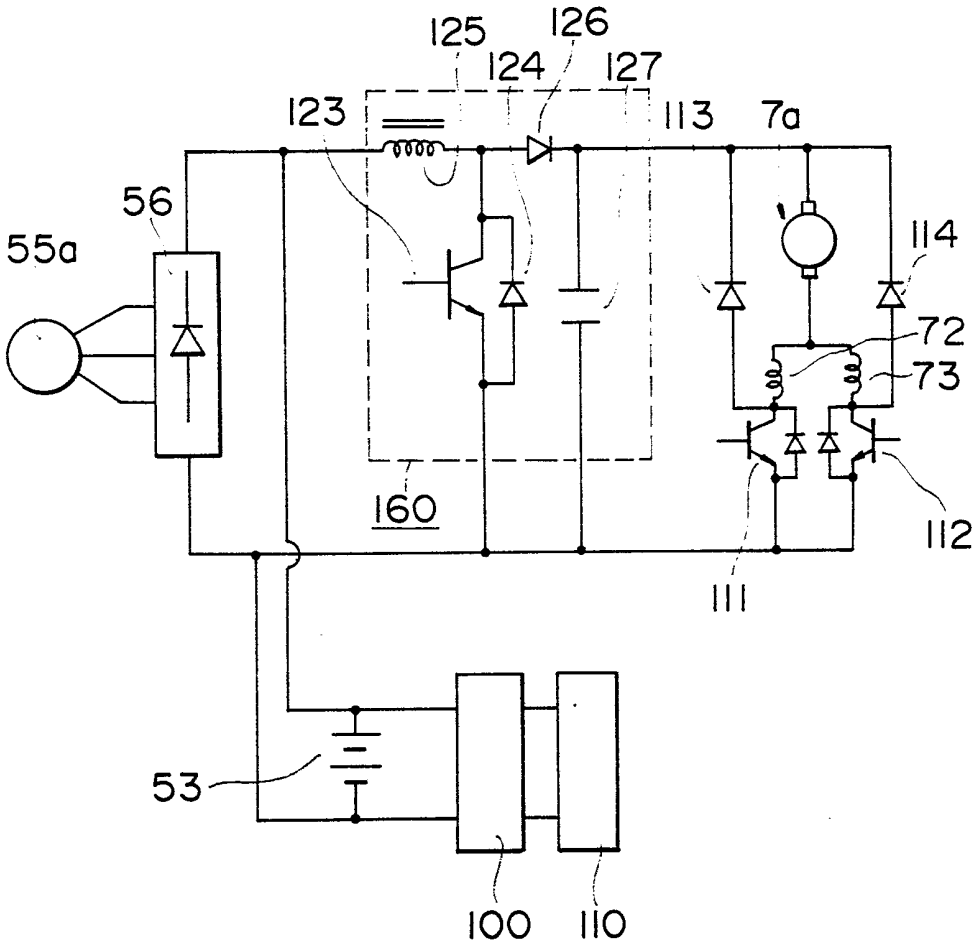
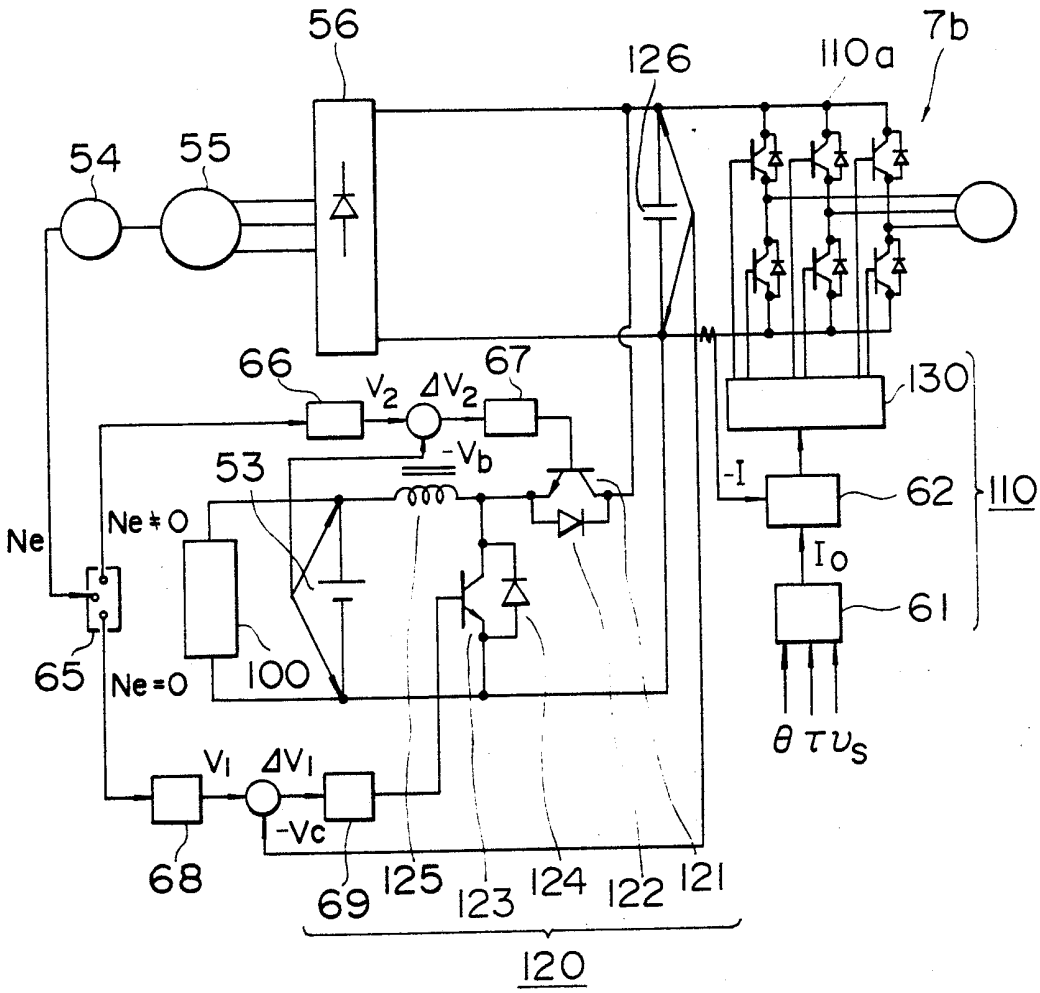


FIG. 14


56
126
110a
7b
54
55
66
67
V_2
ΔV_2
$-V_b$
53
130
-I
62
110
Ne
Ne≠0
I_0
61
65
Ne=0
100
V_1
ΔV_1
$-V_c$
$\theta \tau v_s$
68
69
125
123
124
122
121
120