

SYSTÈME DE DIRECTION A ASSISTANCE ÉLECTRIQUE

La présente invention concerne un système de direction à assistance électrique destiné aux automobiles et similaire, en particulier
5 une amélioration de la sensation de direction en cas de défaillance.

La figure 10 montre un système de direction à assistance électrique type. Sur cette figure, le repère 100 indique un moteur électrique qui génère une force d'assistance à la direction, et qui est connecté entre les bornes de sortie d'un circuit d'entraînement de moteur 110 se composant
10 d'un circuit en pont de quatre transistors à effet de champ (TEC) 110a à 110d, et qui est entraîné sous commande lorsqu'une unité d'entraînement 120 actionne l'une des paires de TEC opposées dans le circuit d'entraînement de moteur 110. Dans ce type de système de direction à assistance électrique, lorsque le TEC 110c, par exemple, provoque un
15 court circuit, il se forme un circuit fermé entre le TEC 110c, le moteur, une diode parasite située dans le TEC 110d et le TEC 110c. Lorsque le conducteur agit sur le volant de direction, le moteur 100 est mis en rotation au moyen d'un arbre de direction par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse afin d'induire une force électromotrice dans le moteur 100. Étant
20 donné qu'un courant important passe dans le circuit fermé, le circuit fermé agit en tant que circuit de freinage et exige de la part du conducteur l'application d'une force de direction excessive, ce qui nuit à la conduite.

Lorsque le moteur est en rotation inversée, dans un état où le TEC 110c a provoqué un court circuit comme indiqué précédemment, il n'est
25 procuré aucune action de freinage étant donné qu'aucun courant ne passe du fait de l'absence de circuit fermé. Ceci signifie que la force de freinage, ou la force nécessaire à la manœuvre du volant, devient différente en fonction du sens de manœuvre de la direction. Étant donné que la force de direction vers la droite et que la force de direction vers la gauche
30 deviennent déséquilibrées, la sensation de direction se détériore à l'extrême.

De manière à résoudre ce problème, il a été fourni une proposition décrite dans le brevet JP - B - 796387. Un système de direction à assistance électrique connu sera à présent décrit en faisant référence à la figure 11. Sur cette figure, les parties identiques à celles de la figure 10 sont indiquées par les mêmes repères, et l'explication de ces parties sera omise.

Comme le montre la figure 11, le moteur 100 est connecté aux bornes de sortie du circuit d'entraînement de moteur 110 par l'intermédiaire d'un relais 130.

10 Lorsque le TEC 110c provoque un court circuit comme indiqué précédemment, ce système de direction à assistance électrique connu ouvre le relais 130, et dans le but d'empêcher la création d'un circuit fermé ou d'un circuit de freinage, ce qui empêche la détérioration de la sensation de direction.

15 Bien que ce système de direction à assistance électrique puisse ouvrir le relais 130 en cas de défaillance afin d'empêcher la formation d'un circuit de freinage, le système de direction à assistance électrique a généré un problème en ce sens où le comportement du véhicule devient instable sous l'influence du moment d'inertie du moteur 100, étant donné
20 que le moteur 100 est couplé à l'arbre de direction par l'intermédiaire du réducteur de vitesse.

Un objet de la présente invention est de résoudre ce problème et de fournir un système de direction à assistance électrique capable de rendre stable le comportement d'un véhicule afin de procurer une bonne
25 sensation de direction même en cas de défaillance.

Selon un premier aspect de la présente invention, il est fourni un système de direction à assistance électrique se composant d'un moteur électrique destiné à fournir une force d'assistance à la direction sur la base d'un couple de direction, et d'un circuit d'entraînement de moteur
30 électrique destiné à entraîner le moteur électrique sur la base d'un courant de compensation d'inertie en cas de défaillance, dans lequel le courant de

compensation d'inertie devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement d'accélération angulaire et fournit au moteur électrique un couple dans une direction identique à l'accélération angulaire du moteur électrique.

5 Selon un second aspect de la présente invention, il est fourni un système de direction à assistance électrique se composant d'un moteur électrique destiné à fournir une force d'assistance à la direction sur la base d'un couple de direction, et d'un circuit d'entraînement de moteur électrique destiné à entraîner le moteur électrique sur la base d'un courant
10 de compensation de viscosité en cas de défaillance, dans lequel le courant de compensation de viscosité devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement de vitesse angulaire et fournit au moteur électrique un couple dans la direction opposée à la vitesse angulaire du moteur électrique.

15 Selon un troisième aspect de la présente invention, il est fourni un système de direction à assistance électrique se composant d'un moteur électrique destiné à fournir une force d'assistance à la direction sur la base d'un couple de direction, et d'un circuit d'entraînement de moteur électrique destiné à entraîner le moteur électrique sur la base d'un courant
20 de compensation d'inertie et d'un courant de compensation de viscosité en cas de défaillance, dans lequel le courant de compensation d'inertie devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement d'accélération angulaire et fournit au moteur électrique un couple dans une direction identique à l'accélération angulaire du moteur électrique, et dans
25 lequel le courant de compensation de viscosité devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement de vitesse angulaire et fournit au moteur électrique un couple dans la direction opposée à la vitesse angulaire du moteur électrique.

 Selon un quatrième aspect de la présente invention, le moteur
30 électrique ne peut pas fonctionner lorsqu'une défaillance survient sur le moteur électrique ou sur le circuit.

Selon un cinquième aspect de la présente invention, le système comprend en outre un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule destiné à détecter la vitesse d'avancement de véhicule, dans lequel le courant de compensation est modifié en réponse à la vitesse
5 d'avancement de véhicule détectée.

Selon un sixième aspect de la présente invention, le courant de compensation devient plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente.

Selon un septième aspect de la présente invention, le courant de
10 compensation est déterminé sur la base d'une vitesse de véhicule prééglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.

Selon un huitième aspect de la présente invention, il est fourni un système de direction à assistance électrique se composant d'un moteur
15 électrique destiné à fournir une assistance de force de direction en fonction d'un couple de direction, et d'un circuit d'entraînement de moteur électrique destiné à entraîner le moteur électrique ; le circuit se composant d'un circuit en pont comprenant quatre dispositifs de commutation, et le circuit ayant le moteur en connexion entre ses bornes de sortie par
20 l'intermédiaire d'une résistance, et un commutateur destiné à mettre en court circuit les deux extrémités de la résistance en fonctionnement normal.

Selon un neuvième aspect de la présente invention, le système comprend en outre un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule
25 destiné à détecter la vitesse d'avancement de véhicule, dans lequel la résistance a une valeur de résistivité modifiée en réponse à la vitesse de véhicule détectée.

Selon un dixième aspect de la présente invention, la valeur de résistivité devient plus petite lorsque la vitesse d'avancement de véhicule
30 augmente.

Selon un onzième aspect de la présente invention, la valeur de résistivité est déterminée sur la base d'une vitesse de véhicule prééglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.

5 Selon un douzième aspect de la présente invention, il est fourni un système de direction à assistance électrique se composant d'un moteur électrique destiné à fournir une assistance de force de direction sur la base d'un couple de direction, et d'un commutateur destiné à mettre en court circuit les deux bornes du moteur électrique, dans lequel le
10 commutateur est commandé par un signal de commande en cas de défaillance.

Selon un treizième aspect de la présente invention, le système comprend en outre un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule destiné à détecter la vitesse d'avancement de véhicule, dans lequel le
15 signal de commande destiné à commander le commutateur a un rapport de commande modifié en réponse à la vitesse de véhicule détectée.

Selon un quatorzième aspect de la présente invention, le rapport de commande devient plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente.

20 Selon un quinzième aspect de la présente invention, le rapport de commande est déterminé sur la base d'une vitesse de véhicule prééglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.

25 Selon un seizième aspect de la présente invention, le système comprend en outre une alarme destinée à avertir d'une défaillance qui pourrait survenir.

Selon le premier aspect, un effet contraire dû au moment d'inertie du moteur peut être compensé même en cas de défaillance afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore la sensation de
30 direction.

Selon le second aspect, un effet contraire dans la sensation de direction dû à la viscosité du moteur peut être compensé même en cas de défaillance afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore la sensation de direction.

- 5 Selon le troisième aspect, des effets contraires dus au moment d'inertie et à la viscosité du moteur peuvent être compensés même en cas de défaillance afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore la sensation de direction.

10 Selon le quatrième aspect, lorsque la poursuite du fonctionnement du moteur peut mener à un grillage en raison de la défaillance, le fonctionnement du moteur peut être arrêté pour procurer une plus grande sécurité au système de direction à assistance électrique.

15 Selon le cinquième aspect, le degré de compensation en inertie ou en viscosité peut être modifié en réponse à la vitesse de véhicule détectée afin d'améliorer la sensation de direction.

Selon le sixième aspect, la viscosité ou l'inertie peut être davantage compensée dans une zone de vitesse élevée afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore la sensation de direction.

20 Selon le septième aspect, il est possible de fournir une compensation suffisante même en cas de défaillance, ce qui améliore la sensation de direction.

25 Selon le huitième aspect, lorsque le système est en fonctionnement normal, la résistance peut être mise en court circuit afin d'empêcher une détérioration du circuit d'entraînement. Lorsqu'une défaillance se produit dans le système, la résistance peut agir en tant que résistance de freinage afin d'apporter une force de freinage au moteur, ce qui empêche une détérioration du comportement du véhicule due au moment d'inertie du moteur et améliore la sensation de direction même en cas de défaillance.

30 Selon le neuvième aspect, la force de freinage, qui est appliquée au moteur, peut être modifiée en réponse à la vitesse de véhicule détectée afin d'améliorer davantage la sensation de direction.

Selon le dixième aspect, le système peut appliquer une plus grande force de freinage au moteur dans une zone de vitesse élevée afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore davantage la sensation de direction.

5 Selon le onzième aspect, une force de freinage suffisante peut être appliquée même en cas de défaillance, ce qui améliore la sensation de direction.

10 Selon le douzième aspect, lorsqu'une défaillance survient dans le système, il est possible d'appliquer une force de freinage au moteur de manière à empêcher une détérioration du comportement du véhicule due au moment d'inertie, ce qui améliore la sensation de direction même en cas de défaillance et présente l'avantage que le système peut être plus petit et économique du fait qu'il ne requiert pas de pièce supplémentaire, par exemple une résistance de freinage.

15 Selon le treizième aspect, la force de freinage, qui est appliquée au moteur, peut être modifiée en réponse à la vitesse de véhicule détectée afin d'améliorer davantage la sensation de direction.

20 Selon le quatorzième aspect, le système peut appliquer une force de freinage plus élevée sur le moteur dans une zone de vitesse élevée afin de rendre stable le comportement du véhicule, ce qui améliore davantage la sensation de direction.

Selon le quinzième aspect, il est possible d'appliquer une force de freinage suffisante même en cas de défaillance, ce qui améliore la sensation de direction.

25 Selon le seizième aspect, en cas de défaillance, un avertissement peut être fourni au conducteur, ce qui procure une plus grande sécurité au système de direction à assistance électrique.

Description des dessins

30 La figure 1 est une vue schématique du système de direction à assistance électrique selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;

La figure 2 est un schéma d'une unité de commande du système de direction à assistance électrique selon le premier mode de réalisation ;

La figure 3 est un tableau destiné à expliquer des procédures de l'unité de commande ;

5 La figure 4 est une courbe destinée à expliquer des procédures de l'unité de commande ;

La figure 5 est une courbe destinée à expliquer des procédures de l'unité de commande ;

10 La figure 6 est une courbe destinée à expliquer des procédures de l'unité de commande ;

La figure 7 est un schéma d'une unité de commande du système de direction à assistance électrique selon un second mode de réalisation de la présente invention ;

15 La figure 8 est un tableau destiné à expliquer des procédures d'une unité de commande du système de direction à assistance électrique selon le second mode de réalisation ;

La figure 9 est une courbe destinée à expliquer des procédures d'une unité de commande du système de direction à assistance électrique selon un troisième mode de réalisation de la présente invention ;

20 La figure 10 est une vue schématique d'un système de direction à assistance électrique type ; et

La figure 11 est une vue schématique d'un système de direction à assistance électrique connu.

Mode de réalisation n° 1

25 Il sera à présent décrit le système de direction à assistance électrique selon un premier mode de réalisation de la présente invention en faisant référence aux dessins. Sur la figure 1, le repère 1 indique un volant de direction, le repère 2 indique un arbre de direction, le repère 3 indique un détecteur de couple destiné à détecter une force de direction
30 appliquée par un conducteur, le repère 4 indique un moteur électrique destiné à assister la force de direction appliquée par le conducteur, le

repère 5 indique un réducteur de vitesse destiné à transmettre un couple de sortie en provenance du moteur à l'arbre de direction 2, le repère 6 indique un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule destiné à détecter une vitesse d'avancement du véhicule, le repère 7 indique une batterie montée sur le véhicule, et le repère 8 indique une unité de commande destinée à entraîner le moteur 4 sur la base de signaux de sortie en provenance du détecteur de couple 3 et du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 6.

La figure 2 montre en détails l'unité de commande 8. Le repère 9 indique un microcontrôleur qui comprend un microprocesseur MPU, des mémoires à accès sélectif (RAM) et des mémoires mortes (ROM), des bornes d'entrée / sortie I / O, un convertisseur analogique / numérique A / D et un circuit à signal de sortie à modulation d'impulsion en largeur PWM. Le repère 10 indique un circuit d'entraînement de moteur, qui comprend un circuit en pont se composant de quatre MOSFETS 10a, 10b, 10c, 10d (ci-après dénommés TEC). Le repère 11 indique des circuits d'entraînement à grille destinés à entraîner le circuit d'entraînement de moteur 9, le repère 12 indique un circuit de détection de courant de moteur destiné à détecter un courant de moteur. Le repère 13 indique un circuit de détection de tension de moteur destiné à détecter une tension de moteur. Le repère 14 indique un circuit d'entrée de signal de détecteur de couple destiné à traiter un signal de sortie en provenance du détecteur de couple 3. Le repère 15 indique un circuit d'entrée de signal de détecteur de vitesse d'avancement de véhicule destiné à traiter un signal de sortie en provenance du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 6.

Il sera ensuite expliqué le fonctionnement du système de direction à assistance électrique selon le premier mode de réalisation. Le microcontrôleur 9 exécute les procédures nécessaires selon le programme stocké dans une mémoire, et les procédures sont représentées sur le tableau de la figure 3.

A l'étape S1, un signal de sortie en provenance du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 6 est lu par l'intermédiaire du circuit d'entrée de signal de détection de vitesse d'avancement de véhicule 15, et une opération est exécutée afin de détecter une vitesse de véhicule en
5 cours. Ensuite, une étape S2 trouve un fonctionnement sur une vitesse angulaire de courant du moteur.

L'opération sur la vitesse angulaire du moteur à l'étape S2 sera expliquée en détails. Le moteur 4 est un moteur à courant continu et à excitation séparée, dans lequel une tension induite par une force contre-
10 électromotrice est proportionnelle à une vitesse angulaire. Il est bien connu que la vitesse angulaire peut être trouvée en effectuant une opération sur la force contre-électromotrice.

D'autre part, lorsqu'un terme transitoire est ignoré par rapport au moteur 4, l'équation du circuit $V_m = I_a * R_a + V_e$ est maintenue. V_m est
15 une tension du moteur, I_a est une intensité du moteur, R_a est une résistance d'induit du moteur, et V_e est une tension induite par une force contre-électromotrice dans le moteur. La tension de moteur V_m est détectée sur le circuit de détection de tension du moteur 13, et l'intensité du moteur I_a est détectée sur le circuit de détection d'intensité du moteur
20 12. La résistance d'induit du moteur R_a est une valeur constante qui est déterminée en fonction du moteur. A l'étape S2, la tension induite V_e s'avère être basée sur une sortie en provenance du circuit de détection de tension du moteur 13 et sur une sortie en provenance du circuit de détection d'intensité de moteur 12 selon l'équation qui représente la
25 vitesse angulaire du moteur.

A l'étape S3, la vitesse angulaire de moteur détectée à l'étape S2 est différenciée afin de déterminer une accélération angulaire de moteur. A l'étape S4, il est détecté si la défaillance provient du détecteur de couple 3, du moteur 4, du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 6 ou
30 d'autres dispositifs.

S'il se confirme à l'étape S5, sur la base des résultats de détection de l'étape S4, qu'aucune défaillance n'est survenue, le processus passe à l'étape S6. A l'étape S6, en faisant référence à une table stockée dans une mémoire, une opération est exécutée afin de déterminer un courant d'assistance à la force de direction, qui a une propriété telle que le courant d'assistance augmente lorsque le couple de direction augmente et diminue lorsque la vitesse d'avancement du véhicule augmente, comme le montre en exemple la figure 4. D'autre part, s'il se confirme à l'étape S5, sur la base des résultats de détection de l'étape S4, qu'une défaillance est survenue, le processus passe à l'étape S7 où le courant d'assistance à la force de direction est réglé sur 0.

A l'étape S8, il est déterminé si la défaillance détectée à l'étape S4 se produit dans le moteur 4 ou dans le circuit d'entraînement de moteur 10 (ci-après dénommée défaillance moteur). En cas de réponse négative, le processus passe à l'étape S9 où sont déterminés les courants de compensation respectifs qui sont nécessaires à la compensation de l'inertie et de la viscosité du moteur 4 qui affectent le moteur 4.

A l'étape S9, un courant de compensation d'inertie qui est directement proportionnel à une accélération angulaire et qui procure une force de rotation au moteur 4 dans le même sens que l'accélération angulaire du moteur, comme le montre en exemple la figure 5, et un courant de compensation de viscosité qui est directement proportionnel à une vitesse angulaire de moteur et qui procure une force de rotation au moteur 4 dans le sens opposé à la vitesse angulaire de moteur, comme le montre en exemple la figure 6, sont respectivement déterminés en faisant référence à une table stockée dans une mémoire. D'autre part, si une défaillance moteur se produit, le processus passe de l'étape S8 à l'étape S10 où le courant de compensation d'inertie et le courant de compensation de viscosité sont tous deux réglés sur 0.

A l'étape S11, un courant cible sur le moteur 4, qui est déterminé par addition du courant d'assistance destiné à la force de direction, du

courant de compensation d'inertie et du courant de compensation de viscosité ainsi trouvé est comparé au courant effectif sur le moteur détecté par le circuit de détection de courant de moteur 12. De plus, les circuits d'entraînement à grille 11 entraînent le circuit d'entraînement de moteur 10 de manière à adapter le courant réel au courant cible sous commande asservie. Finalement, à l'étape S12, de sorte que cette série de procédures puisse être réalisée suivant un certain cycle, la procédure est maintenue en condition d'attente jusqu'à ce qu'un cycle se soit écoulé. Une fois qu'un cycle s'est écoulé, la procédure retourne à l'étape S1, où la même procédure est répétée.

Comme expliqué, selon le premier mode de réalisation, en cas de défaillance, la commande d'assistance à la force de direction, qui est mise en œuvre en réponse à un couple de direction et à une vitesse d'avancement de véhicule en fonctionnement normal, peut être empêchée d'assurer une amélioration de la sécurité. Lorsque le détecteur de couple provoque une défaillance, bien que le moteur ou le circuit de commande de moteur soient en ordre de fonctionnement, la compensation de l'inertie et de la viscosité du moteur peut être poursuivie afin de stabiliser le comportement du véhicule et d'améliorer la sensation de direction même en cas de défaillance.

Lorsque le moteur ou le circuit d'entraînement de moteur provoquent la défaillance (par exemple, un défaut phase - masse dans le moteur, ce qui mène à un grillage du fait de la poursuite de l'activation du moteur), le fonctionnement du moteur peut être complètement arrêté afin d'assurer une amélioration de la sécurité.

Dans le premier mode de réalisation décrit ci-dessus, le courant de compensation d'inertie et le courant de compensation de viscosité sont des valeurs indépendantes d'une vitesse d'avancement de véhicule. La sensation de direction peut être encore améliorée en fournissant une propriété d'augmentation au courant de compensation d'inertie et au

courant de compensation de viscosité lorsque la vitesse d'avancement du véhicule augmente, comme le montrent les figures 5 et 6.

Bien que, à l'étape S7 de la figure 3, le courant d'assistance à la direction soit égal à 0 quelle que soit la défaillance qui se produit, le courant d'assistance à la direction peut être égal à 0 uniquement lorsqu'une défaillance se produit au détecteur de couple, ce qui fournit l'entrée la plus importante à la commande d'assistance à la force de direction.

En cas de défaillance du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule, une sécurité accrue peut être assurée en déterminant le courant d'assistance à la direction, le courant de compensation d'inertie et le courant de compensation de viscosité, à l'étape S6 et à l'étape S9 de la figure 3, sur la base d'une certaine vitesse d'avancement de véhicule dans un rapport intermédiaire et haut. (Cette mesure est plus sûre étant donné que le courant d'assistance à la direction est faible alors que le courant de compensation d'inertie et le courant de compensation de viscosité sont élevés).

Lorsqu'un signal d'avertissement lumineux 19, qui est connecté à l'unité de commande par l'intermédiaire d'un circuit d'entraînement de signal d'avertissement lumineux 20, comme le montre la figure 2, est réglé pour s'allumer en cas de défaillance et fournir un avertissement au conducteur, le système de direction à assistance électrique peut fournir une sécurité encore améliorée.

Mode de réalisation n° 2

Dans le premier mode de réalisation, il est fourni un aménagement dans lequel l'inertie et la viscosité du moteur sont compensées, c'est-à-dire qu'un moment d'inertie est annulé et qu'une force de freinage est appliquée. Un aménagement dans lequel soit seule l'inertie, soit seule la viscosité est compensée peut également fournir un effet similaire. Dans un second mode de réalisation, seule une force de freinage est appliquée.

La figure 7 montre une vue schématique destinée à expliquer l'unité de commande selon le second mode de réalisation. Les parties similaires à celles du premier mode de réalisation sont indiquées par les mêmes repères, et l'explication de ces parties sera omise. Sur cette figure, le repère 16 indique une résistance de freinage montée en série avec le moteur 4, le repère 17 indique un relais destiné à mettre en court circuit les deux extrémités de la résistance de freinage 16, et le repère 18 un circuit d'entraînement de relais destiné à entraîner le relais 17.

Les opérations selon le second mode de réalisation seront à présent décrites en faisant référence au tableau de la figure 8. Les procédures identiques à celle du premier mode de réalisation sont indiquées par les mêmes repères.

A l'étape S1, un signal de sortie en provenance du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule est lu par l'intermédiaire du circuit d'entrée de détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 15, et une opération est exécutée afin de déterminer une vitesse d'avancement de véhicule en cours. A l'étape S4, il est détecté si la défaillance s'est produite sur le détecteur de couple 3, sur le moteur 4, sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule 6 ou sur d'autres dispositifs.

S'il est confirmé à l'étape S13, sur la base des résultats des détections effectuées à l'étape S4, qu'aucune défaillance ne s'est produite, la procédure passe à l'étape S14. A l'étape S14, en faisant référence à une table stockée dans une mémoire, une opération est exécutée afin de déterminer un courant d'assistance à la force de direction, qui a une certaine propriété, à savoir que le courant d'assistance augmente lorsque le couple de direction augmente et diminue lorsque la vitesse d'avancement du véhicule augmente, comme le montre en exemple la figure 4.

A l'étape S15, le circuit d'entraînement de relais 18 est conduit à mettre en circuit le relais 17, mettant en court circuit la résistance de

freinage 16. A l'étape S16, il est déterminé dans quelle direction le courant cible de moteur déterminé à l'étape S14 est dirigé.

Si le courant cible de moteur est dirigé vers la droite de la figure 7, la procédure passe à l'étape S17, où le TEC 10c est mis hors circuit et le
5 TEC 10d est mis en circuit. Si le courant cible de moteur est dirigé vers la gauche de la figure 7, la procédure passe à l'étape S18, où le TEC 10c est mis en circuit et le TEC 10d est mis hors circuit. A l'étape S11, une
10 commande dite par asservissement est réalisée afin de mettre en conformité le courant réel du moteur 4 détecté par le circuit de détection de courant de moteur 12 avec le courant cible du moteur 4 déterminé
comme indiqué précédemment. Ainsi, un rapport de commande de modulation d'impulsions en largeur (PWM) est déterminé, et les TEC 10a et 10b sont entraînés en fonction du sens de rotation du moteur.

D'autre part, lorsqu'il est détecté à l'étape S13 qu'une défaillance
15 s'est produite, la procédure passe à l'étape S19 où le courant cible du moteur est réglé sur 0. A l'étape S20, le circuit d'entraînement de relais 18 est coupé afin de mettre le relais 17 hors circuit. A l'étape S21, le TEC 10a et le TEC 10b sont mis hors circuit, et le TEC 10c et le TEC 10d sont mis en circuit.

20 Finalement, à l'étape S12, de sorte que cette série de procédures puisse être réalisée suivant un certain cycle, la procédure est maintenue en condition d'attente jusqu'à ce qu'un cycle se soit écoulé. Une fois qu'un cycle s'est écoulé, la procédure retourne à l'étape S1, où la même procédure est répétée.

25 Comme indiqué ci-dessus, dans le second mode de réalisation, en cas de défaillance, à la fois le TEC 10c et le TEC 10d sont mis en circuit afin de former un circuit fermé avec le TEC 10c, le moteur 4, la résistance de freinage 16 et le TEC 10d. Lorsque le conducteur actionne le volant de direction, le moteur 4 est mis en rotation par l'arbre de direction par
30 l'intermédiaire du réducteur de vitesse afin d'induire une force contre-électromotrice dans le moteur 4. La force contre-électromotrice induite

provoque le passage d'un courant dans le circuit fermé et fait agir le circuit fermé en tant que circuit de freinage. Ainsi, il est possible d'obtenir une force de freinage proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur 4 afin d'éliminer les effets contraires dus au moment d'inertie du moteur, ce qui stabilise le comportement du véhicule même en cas de défaillance.

La fourniture de la résistance de freinage dans le circuit fermé empêche le courant de devenir plus élevé que nécessaire, et par conséquent, la force de freinage de devenir plus importante que nécessaire.

Ainsi, le conducteur peut avoir une bonne sensation de direction sans qu'il soit nécessaire d'appliquer une force de direction excessive.

Étant donné qu'à la fois le TEC 10c et le TEC 10d sont mis en circuit, le circuit fermé peut être formé indépendamment du sens de direction afin d'empêcher un déséquilibre entre une direction vers la droite et une direction vers la gauche, de même qu'une dégradation de la sensation de direction.

Bien qu'une seule résistance de freinage soit fournie dans le deuxième mode de réalisation, une pluralité de résistances de freinage peut être fournie de manière à être commutées en réponse à, par exemple, une vitesse d'avancement de véhicule, ce qui assure un processus beaucoup plus sûr en cas de défaillance. Dans ce cas, les résistances de freinage peuvent être commutées de manière à avoir une valeur de résistivité plus faible lorsque la vitesse d'avancement du véhicule devient plus élevée. Ainsi, le comportement du véhicule à haute vitesse peut être stabilisé, et la sensation de direction en cas de défaillance peut être encore améliorée.

Si la défaillance se produit sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule, dans l'aménagement dans lequel la valeur de résistivité est modifiée en réponse à une vitesse d'avancement de véhicule, la valeur de résistivité peut être déterminée sur la base d'une vitesse d'avancement de véhicule préétablie dans une plage de vitesses d'avancement

intermédiaires et hautes afin d'empêcher une instabilité de comportement du véhicule due à un freinage insuffisant à vitesse d'avancement élevée.

Lorsqu'un signal d'avertissement lumineux 19, qui est connecté à l'unité de commande par l'intermédiaire d'un circuit d'entraînement de signal d'avertissement lumineux 20, comme le montre la figure 7, s'allume en cas de défaillance pour fournir un avertissement au conducteur, le système de direction à assistance électrique peut procurer une sécurité encore améliorée.

Mode de réalisation n° 3

10 Bien que, dans le second mode de réalisation, une force de freinage souhaitée soit appliquée par la force de freinage, le TEC 10a et le TEC 10b peuvent être entraînés sous commande PWM par un signal PWM unique dans la même structure que dans le premier mode de réalisation en cas de défaillance. Dans ce cas, lorsque le TEC 10a et le TEC 10b sont
15 mis en circuit, le TEC 10a, le moteur 4 et le TEC 10b peuvent former un circuit fermé pour appliquer une force de freinage, ce qui stabilise le comportement du véhicule même en cas de défaillance, comme dans le second mode de réalisation.

Le troisième mode de réalisation permet d'éliminer la nécessité
20 d'une résistance de freinage ou d'un relais en comparaison avec le second mode de réalisation. Le troisième mode de réalisation peut fournir un système de direction à assistance électrique à sensation de direction améliorée et à un coût qui peut être réduit.

Le rapport de commande du signal PWM destiné à entraîner le TEC
25 10a est réglé de manière à devenir plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente, comme le montre en exemple la figure 9. Grâce à cet aménagement, une force de freinage souhaitée peut être obtenue avec succès en réponse à une vitesse d'avancement de véhicule afin d'améliorer davantage la sensation de direction.

30 Lorsqu'une défaillance se produit au niveau du détecteur de vitesse d'avancement de véhicule, dans l'aménagement dans lequel le rapport de

commande devient plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule devient plus élevée, le rapport de commande peut être réglé sur la base d'une vitesse d'avancement de véhicule préréglée dans une plage de vitesses intermédiaires et hautes afin d'empêcher une instabilité du véhicule due à un freinage insuffisant à vitesse d'avancement élevée.

L'explication du troisième mode de réalisation a été donnée en considérant le cas où le TEC 10a et le TEC 10b sont tous deux entraînés par une commande PWM. Un autre aménagement peut également procurer un effet similaire, aménagement dans lequel, lorsque le TEC 10a est mis en circuit dans un état tel que, par exemple, le TEC 10a est réglé pour être entraîné par une commande PWM et que le TEC 10b est mis en circuit, le TEC 10a, le moteur 4 et le TEC 10b forment un circuit fermé destiné à assister un volant de direction tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, et dans lequel lorsque le TEC 10b est mis en circuit dans un état tel que, par exemple, le TEC 10b est réglé pour être entraîné par une commande PWM et que le TEC 10a est mis en circuit, le TEC 10b, le moteur 4 et le TEC 10a forment un circuit fermé destiné à assister un volant de direction tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Dans cet aménagement, le TEC qui n'est pas réglé pour être entraîné par une commande PWM (à savoir le TEC 10b lorsque le volant de direction est tourné dans le sens des aiguilles d'une montre, et le TEC 10a lorsque le volant de direction est tourné dans le sens contraire des aiguilles d'une montre) peut être mis hors circuit afin de former un circuit fermé à l'aide d'une diode parasite située dans ce TEC.

Lorsqu'un signal d'avertissement lumineux, qui est connecté à l'unité de commande, comme le montrent les figure 2 ou 7, s'allume en cas de défaillance pour fournir un avertissement au conducteur, le système de direction à assistance électrique peut procurer une sécurité encore améliorée.

REVENDEICATIONS

1. Système de direction à assistance électrique comprenant un moteur électrique (4) destiné à fournir une force d'assistance à la direction en
5 fonction d'un couple de direction ; et un circuit d'entraînement de moteur électrique (10), caractérisé en ce que le circuit d'entraînement de moteur électrique entraîne le moteur électrique sur la base d'au moins un courant de compensation d'inertie et d'un courant de compensation de viscosité en cas de défaillance, dans lequel le courant de compensation d'inertie
10 devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement d'accélération angulaire et fournit au moteur électrique un couple dans une direction identique à l'accélération angulaire du moteur électrique, et dans lequel le courant de compensation de viscosité devient plus élevé lorsque le moteur électrique subit un accroissement de vitesse angulaire et fournit
15 au moteur électrique un couple dans une direction opposée à la vitesse angulaire du moteur électrique.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moteur électrique est empêché de fonctionner lorsqu'une défaillance survient sur
20 le moteur électrique ou sur le circuit.

3. Système selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est en outre fourni un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule (6) destiné à détecter une vitesse de véhicule, dans lequel le courant de
25 compensation est modifié en réponse à la vitesse de véhicule détectée.

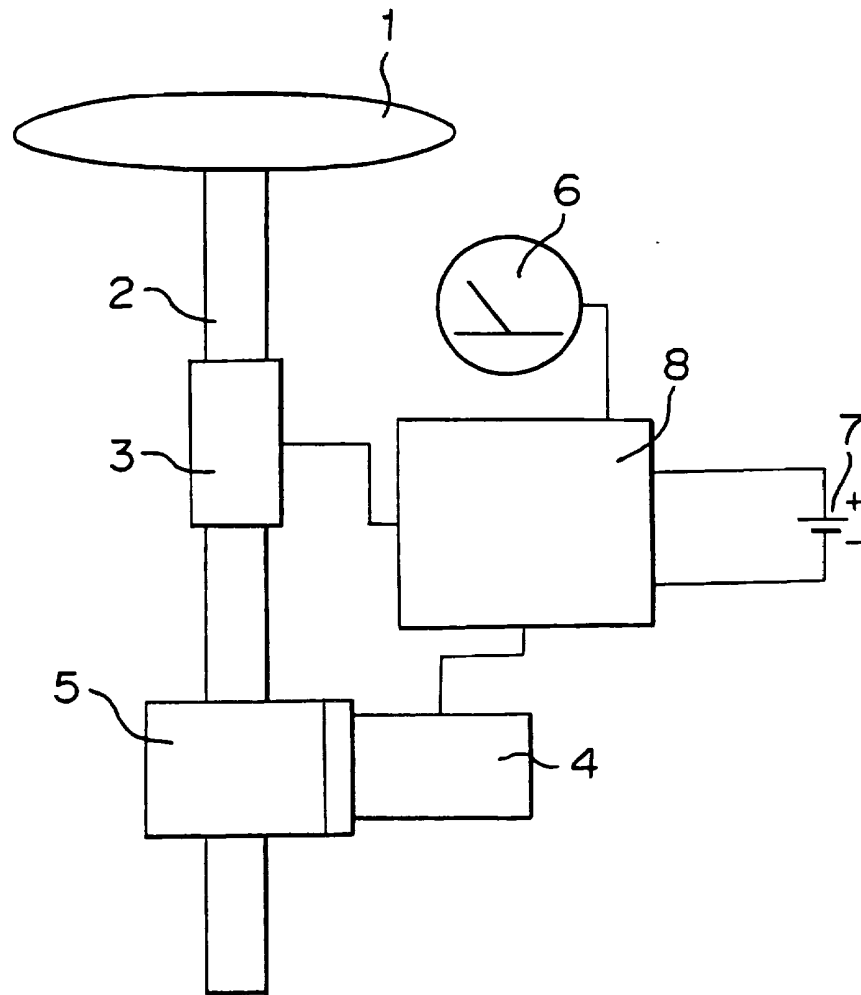
4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que le courant de compensation devient plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que le courant de compensation est déterminé sur la base d'une vitesse d'avancement de véhicule pré réglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.
- 5
6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit d'entraînement de moteur électrique se compose d'un circuit en pont comprenant quatre dispositifs de commutation (10a - 10d), le moteur étant en connexion entre les bornes de sortie de celui-ci par l'intermédiaire d'une résistance (17), et d'un commutateur (17) destiné à mettre en court circuit les deux extrémités de la résistance en fonctionnement normal.
- 10
7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il est fourni en outre un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule (6) destiné à détecter une vitesse d'avancement de véhicule, dans lequel la résistance a une valeur de résistivité modifiée en réponse à la vitesse d'avancement de véhicule détectée.
- 15
8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que la valeur de résistivité devient plus petite lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente.
- 20
9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que la valeur de résistivité est déterminée sur la base d'une vitesse d'avancement de véhicule pré réglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.
- 25
10. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est fourni un commutateur (17) destiné à mettre en court circuit les deux bornes du
- 30

moteur électrique ; dans lequel le commutateur est commandé par un signal de commande en cas de défaillance.

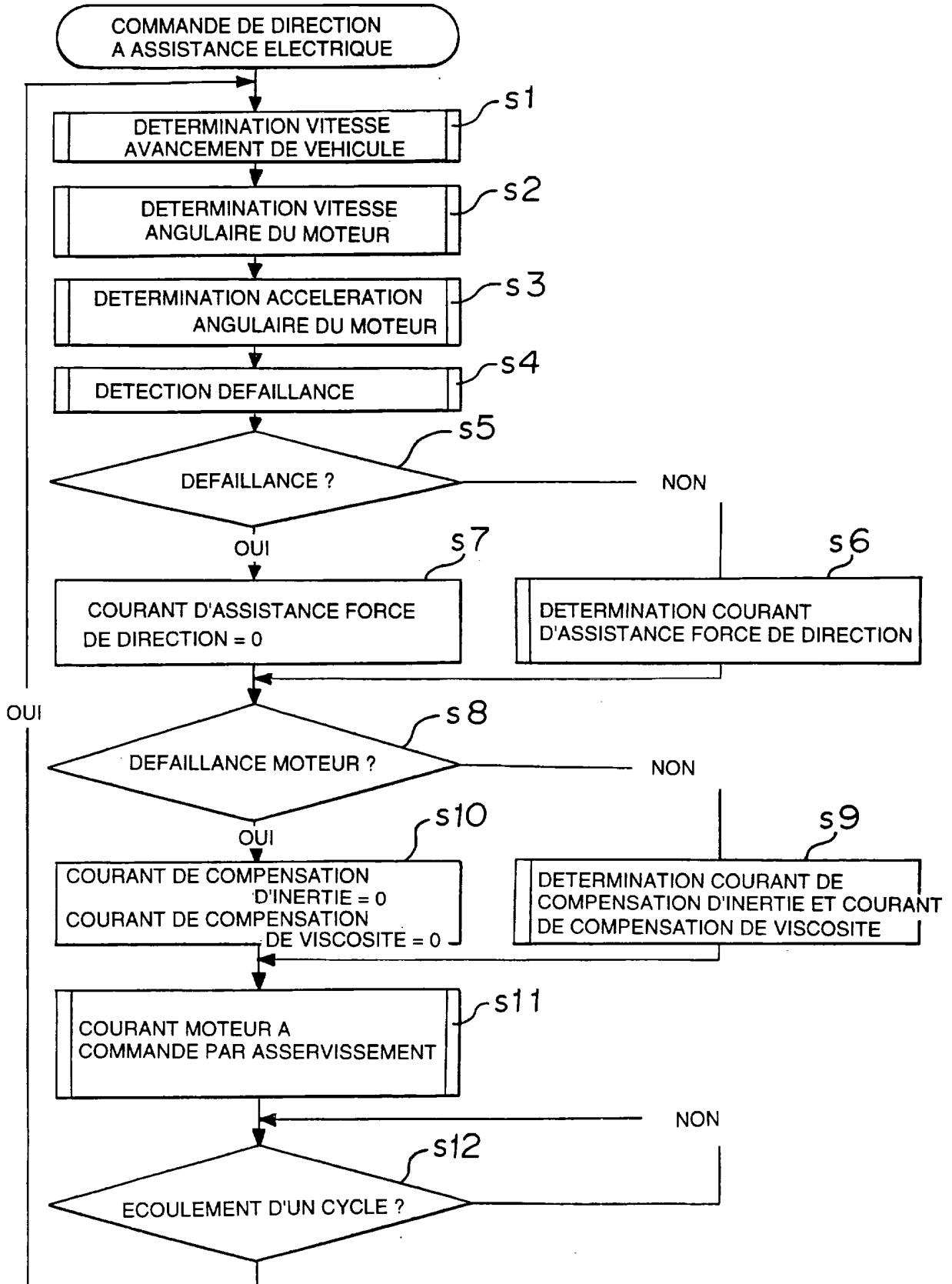
11. Système selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est fourni
5 en outre un détecteur de vitesse d'avancement de véhicule (6) destiné à détecter une vitesse d'avancement de véhicule, dans lequel le signal de commande destiné à commander le commutateur a un rapport de commande modifié en réponse à la vitesse de véhicule détectée.
- 10 12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que le rapport de commande devient plus élevé lorsque la vitesse d'avancement de véhicule augmente.
13. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que le rapport
15 de commande est déterminé sur la base d'une vitesse de véhicule prééglée en cas de défaillance sur le détecteur de vitesse d'avancement de véhicule.
14. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 13,
20 caractérisé en ce qu'il comporte en outre une alarme (19) destinée à avertir d'une défaillance qui pourrait survenir.

FIG. 1



3/9

FIG. 3



4 / 9

FIG. 4

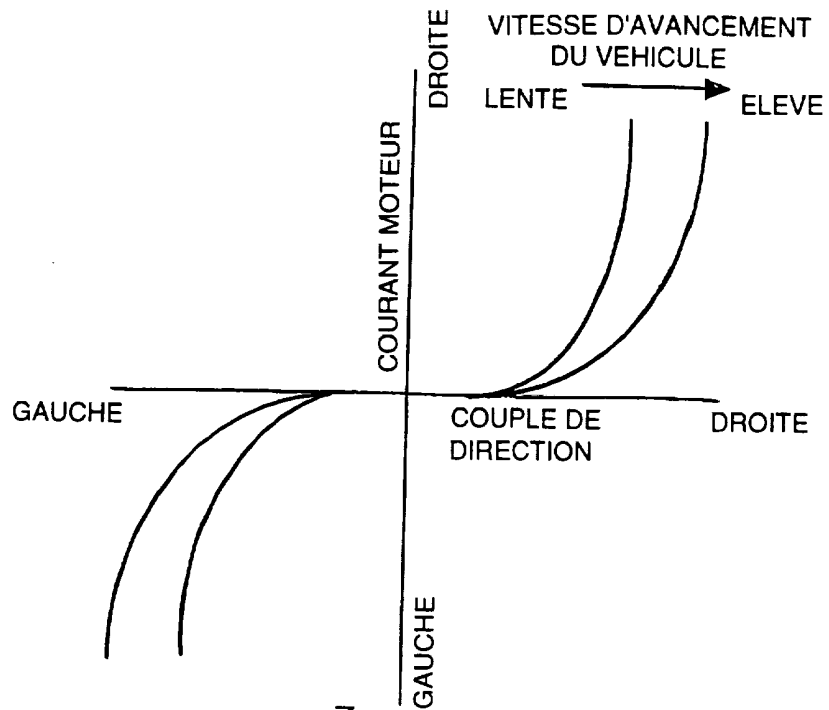


FIG. 5

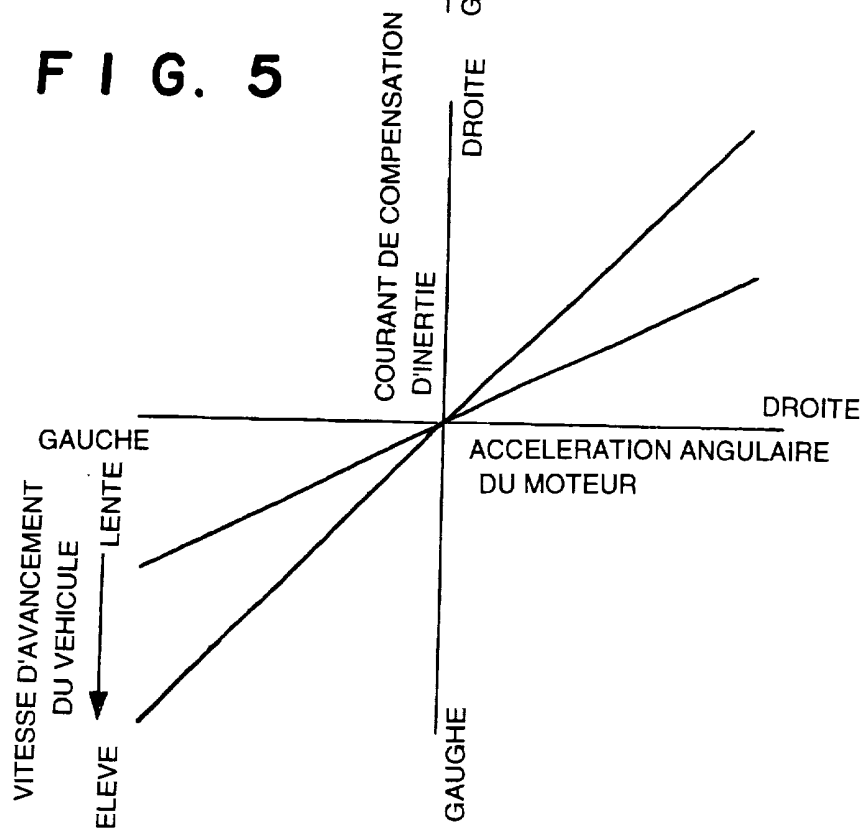


FIG. 6

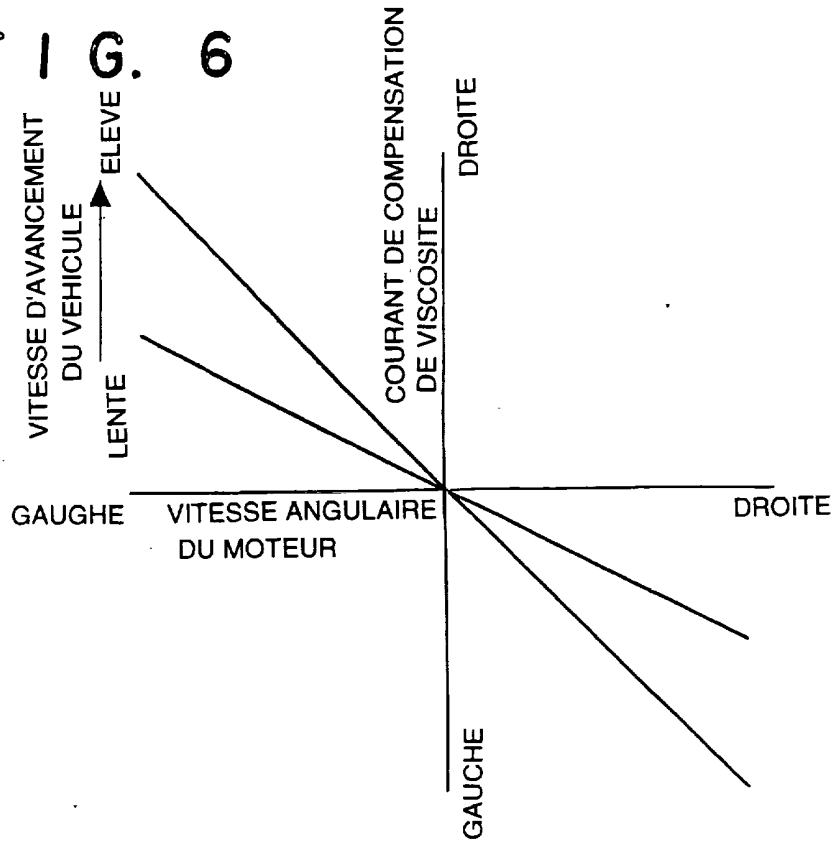
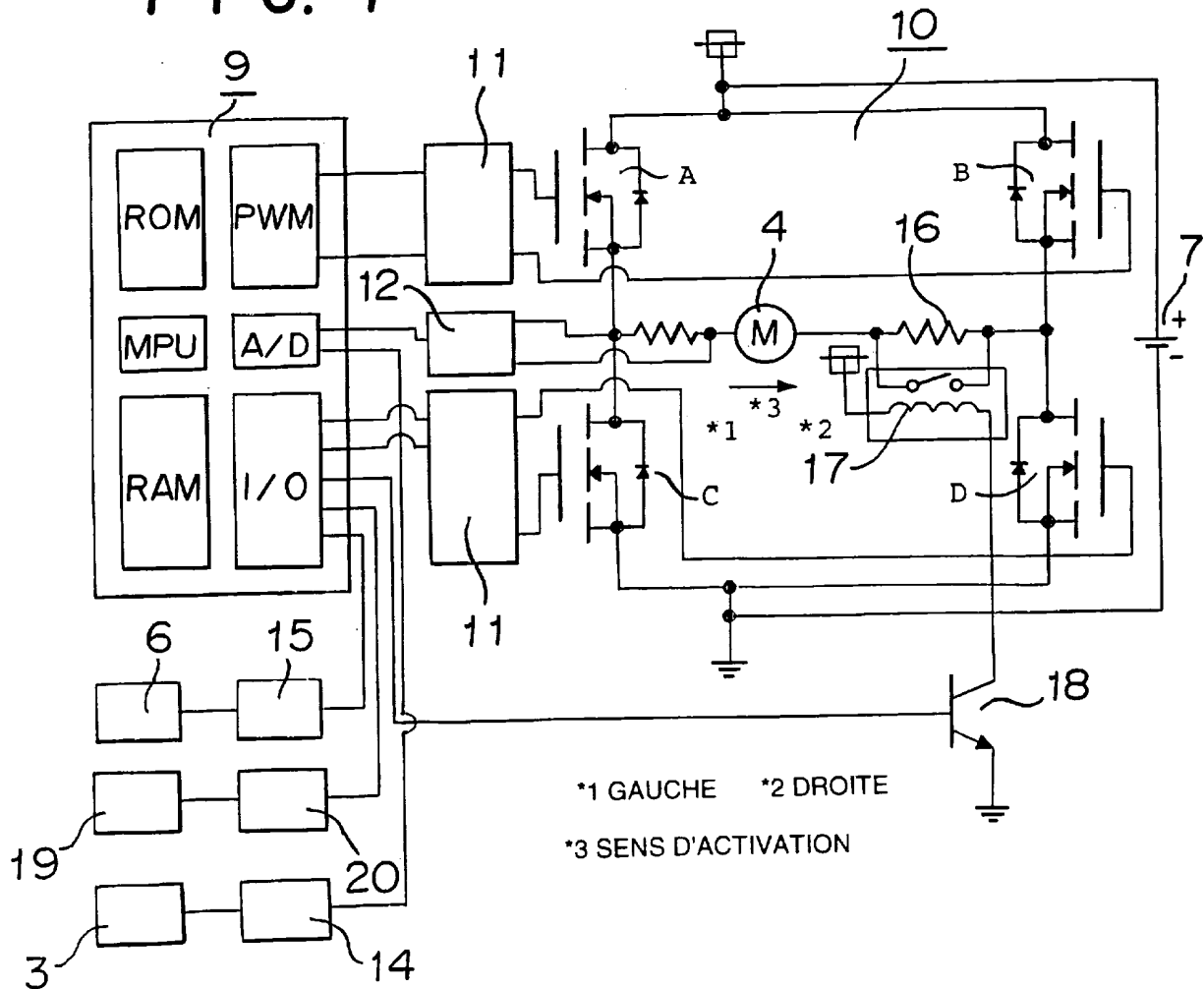
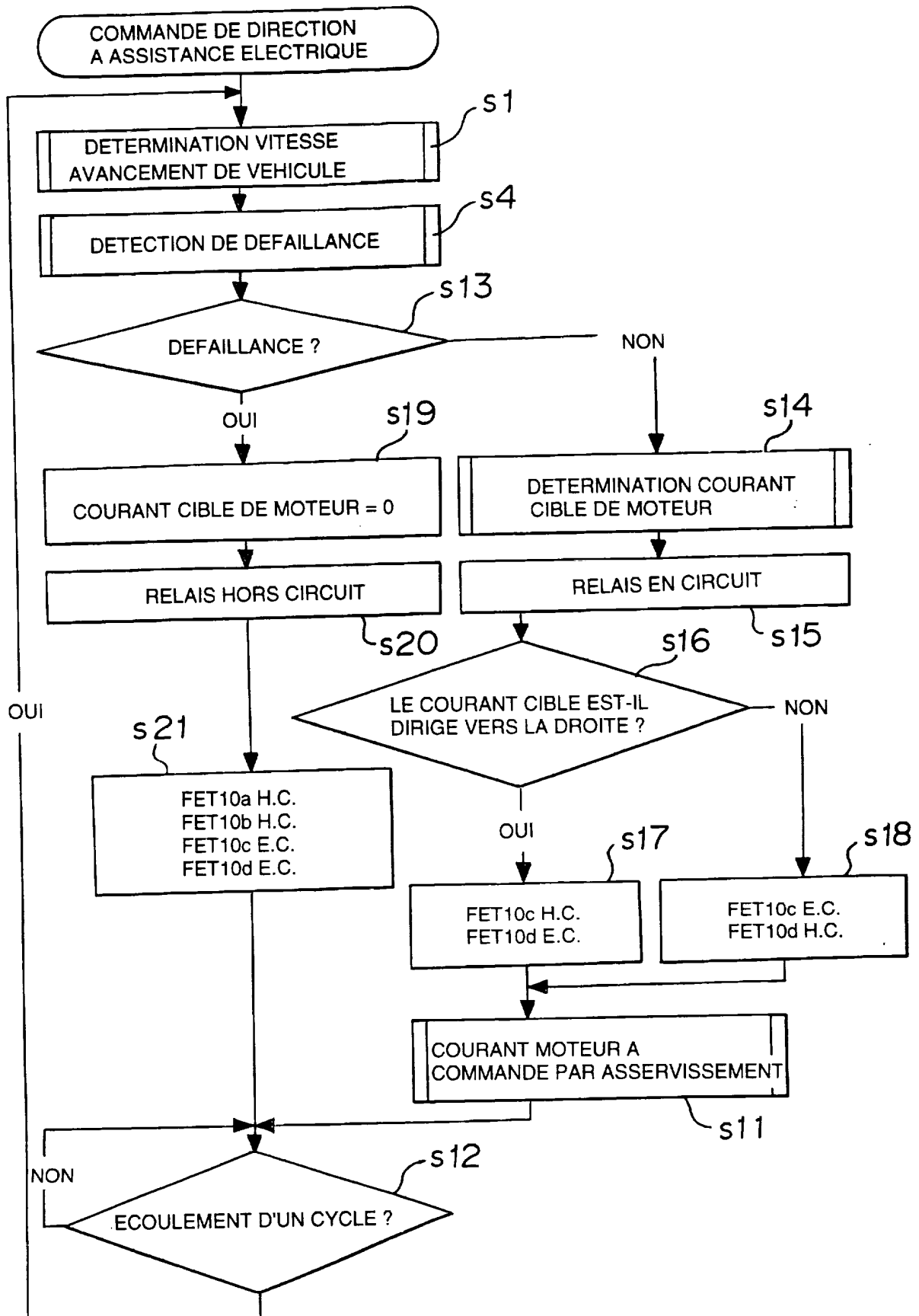


FIG. 7



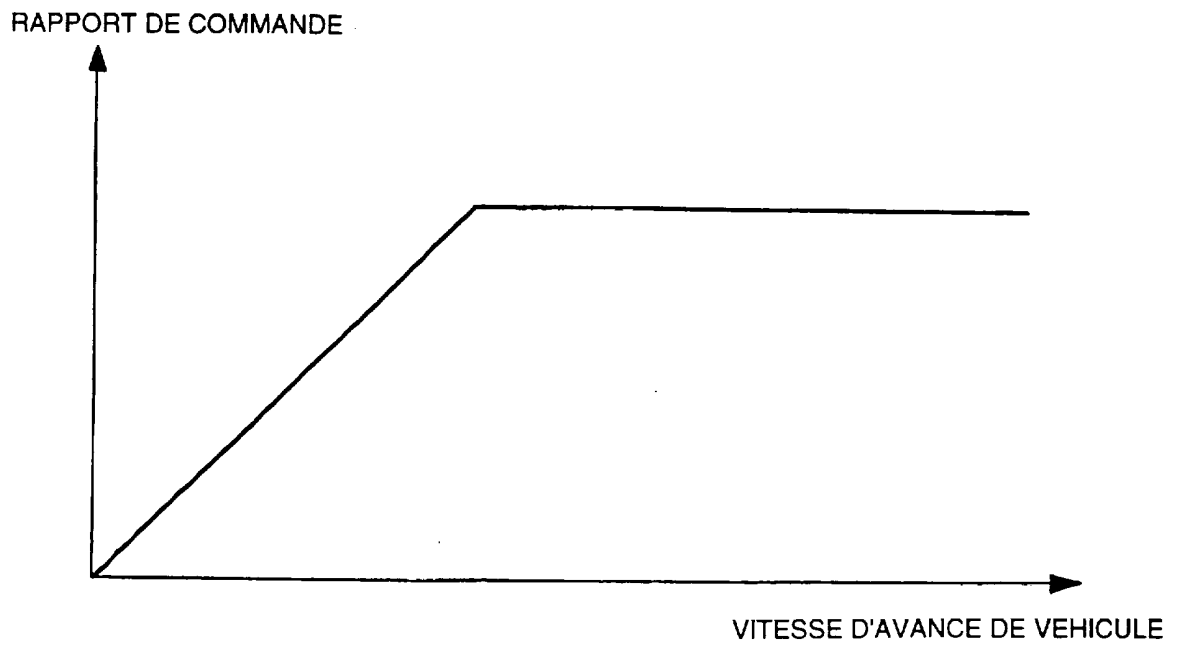
6 / 9

FIG. 8



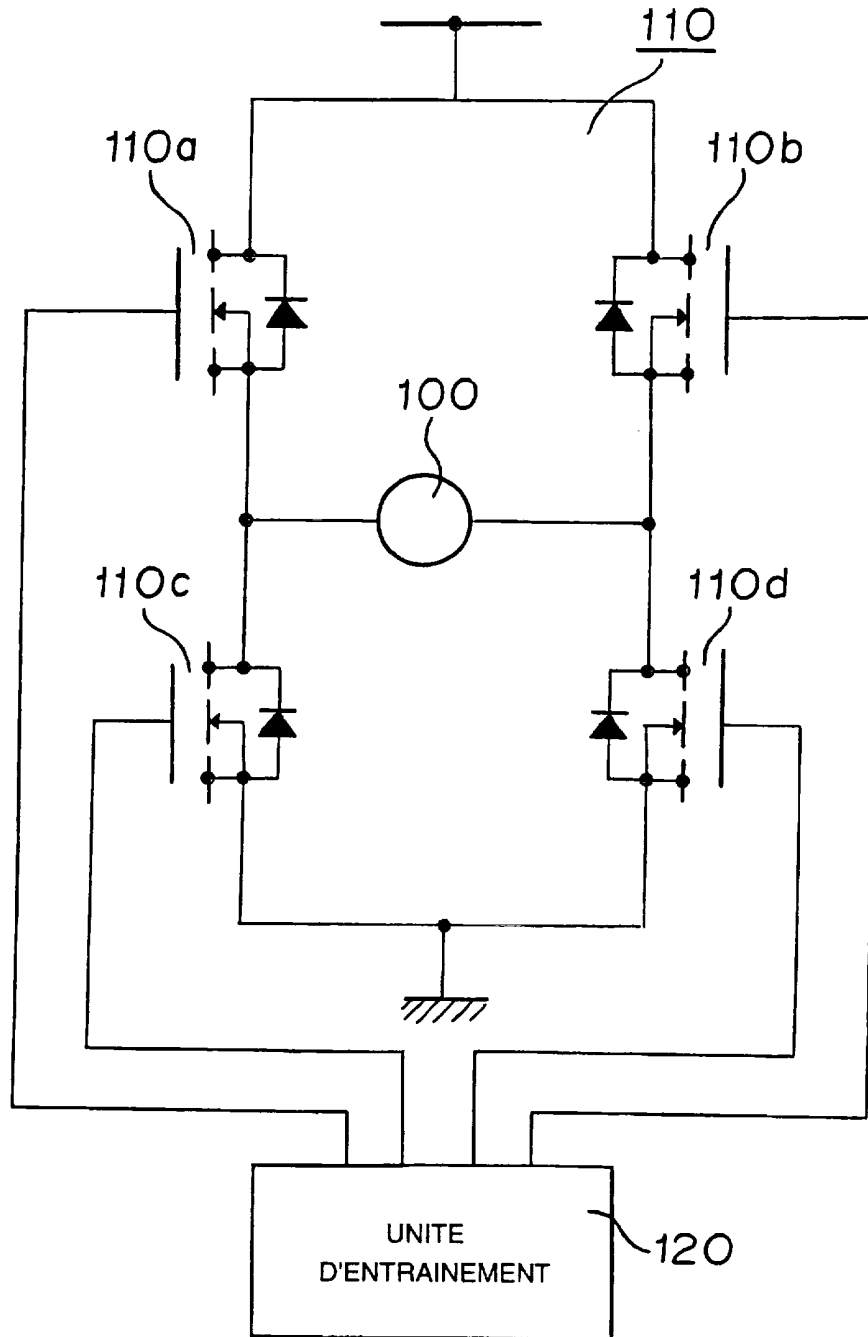
7/9

FIG. 9



8 / 9

FIG. 10



9/9

FIG. 11

