

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 19.02.01.

③⑦ Priorité : 06.03.00 JP 0061268.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.09.01 Bulletin 01/39.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : KOYO SEIKO CO LTD — JP.

⑦② Inventeur(s) : KANDA KOJI.

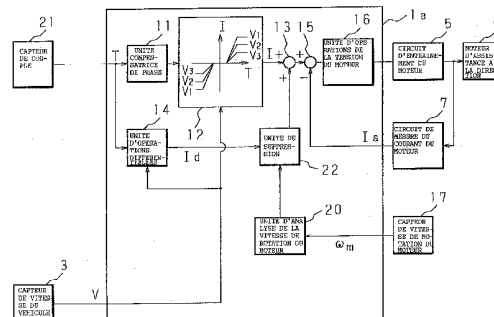
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORIOT.

⑤④ SYSTEME DE DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE.

⑤⑦ Système de direction assistée électrique équipé d'un capteur du couple (21) mesurant le couple de la direction exercé sur le volant et un moteur (6) destiné à assister à la direction, dont ledit moteur est entraîné par le courant électrique de contrôle déterminé en fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple (21) et du deuxième courant électrique de contrôle déterminé en fonction de la valeur différentielle dudit couple de la direction.

Ce système est muni d'un moyen de mesure de la vitesse de rotation (17) dudit moteur (6), d'un moyen d'analyse (20) qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation mesurée est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, et d'un moyen de suppression (22) qui annule partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant électrique de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du moteur est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse (20).



Système de direction assistée électrique

La présente invention concerne un système de direction assistée électrique muni d'un capteur de couple qui détecte le couple de la direction exercé sur le volant et d'un moteur d'assistance à la direction, qui contrôle le moteur en fonction du courant défini par le couple mesuré par ledit capteur.

Le système de direction assistée électrique est destiné à être embarqué dans un véhicule avec pour but d'assister la direction à l'aide d'un moteur afin de diminuer les efforts des manœuvres à exercer sur le volant. Ce système est constitué par le mécanisme de la direction qui relie le volant à travers la colonne de direction équipée d'un couple mètre qui mesure le couple exercé sur le volant et un moteur d'assistance à la direction qui est contrôlé en fonction dudit couple mesuré.

La colonne de direction se compose en deux parties: l'axe supérieur est relié au volant et l'axe inférieur est relié à la direction. Ces deux parties se connectent au travers d'un arbre appelé barre de torsion sur lequel le capteur de couple est fixé. Le capteur de couple mesure le décalage angulaire des deux extrémités du à la torsion de la barre de torsion sollicitée lors de l'action sur le volant.

Des systèmes de direction assistée électrique sont notamment connus par US 5 469 357 et JP 6-64551.

La figure 5 est un schéma en bloc représentant la composition des principaux éléments d'un système conventionnel de direction assistée électrique du type illustré dans le premier document ci-dessus. Dans ce système de direction assistée électrique, le signal T sortant du couple mètre 21 qui mesure le couple de la direction exercé sur le volant est fourni d'abord sur l'unité compensatrice des phases 11 qui régule le retard de phase, et le signal T dont le déphasage était compensé est ensuite envoyé sur l'unité génératrice des fonctions 12.

Le signal concernant la vitesse de véhicule V mesuré par le capteur de vitesse 3 sont également fourni sur l'unité génératrice des fonctions 12.

L'unité génératrice des fonctions 12 définit une fonction telle que le graphique de la figure qui montre que le courant de référence I augmente proportionnellement en fonction de la valeur de signal T mesurée par le

capteur du couple de la direction au-delà d'une zone inactive et à partir d'une valeur de T prédéterminée jusqu'à une autre valeur de T prédéterminée où le courant de référence I devient progressivement presque constant (asymptote). Cette fonction est également variable en fonction du
5 signal de la vitesse du véhicule V ($V_1 < V_2 < V_3 \dots$). La fonction est définie pour que le ratio du courant de référence sur le signal du couple de la direction I/T diminue et la valeur asymptote horizontale du courant de référence diminue au fur à mesure que le signal de la vitesse du véhicule V augmente.

10 Le courant de référence I ainsi défini par l'unité génératrice des fonctions 12 est fourni sur le sommateur 13.

D'autre part, le signal T sortant du capteur de couple de la direction 21 ainsi que le signal V détecté par le capteur de la vitesse du véhicule 3 sont fournis sur l'unité d'opérations différentielles 14. L'unité d'opérations
15 différentielles 14 opère d'abord le calcul différentiel du signal du couple de la direction T , et la multiplication de la valeur différentielle T' ainsi obtenue par un coefficient déterminé selon la valeur du signal de la vitesse du véhicule V . Le résultat obtenu donnant le courant différentiel I_d est transmis sur le sommateur 13 afin d'effectuer ensuite la compensation
20 d'inerties du moteur 6 et le mécanisme de la direction.

Le sommateur 13 effectue l'addition du courant de référence I sortant de l'unité génératrice des fonctions 12 et dudit courant différentiel I_d sortant de l'unité d'opérations différentielles 14, et le résultat de l'addition est fourni ensuite sur le soustracteur 15.

25 Le signal I_s sortant du circuit qui mesure le courant du moteur d'assistance à la direction 6 est également fourni sur le soustracteur 15 où le signal du courant du moteur I_s est retranché du résultat de l'addition exécutée dans l'additionneur 13. Le résultat de soustraction est fourni sur l'unité des opérations de la tension de moteur 16 où l'opération PID est
30 exécutée pour obtenir le signal PWM qui sera ensuite envoyé sur le circuit d'entraînement moteur 5.

Le moteur 6 est contrôlé donc par le signal PWM à travers le circuit d'entraînement moteur 5.

Ainsi l'ensemble des différentes unités telles que compensatrice de
35 déphasage 11, génératrice des fonctions 12, l'unité d'opérations

différentielles 14, le sommateur 13, le soustracteur 15 et l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 constituent le dispositif du contrôle 1.

L'explication sur le fonctionnement du système de la direction assistée électrique ainsi constitué est donnée ci-dessous.

Dans le dispositif de contrôle 1, les différentes données concernant le signal sortant du couplemètre de la direction T, le signal de la vitesse de véhicule V et le signal du courant du moteur Is sont d'abord saisies. Ensuite la compensation de déphasage est effectuée sur l'unité compensatrice de déphasage 11 en avançant le signal du couple de la direction T.

L'unité génératrice des fonctions 12 détermine le courant de référence I, à partir du signal du couple mètre de la direction T compensé et le signal de la vitesse de véhicule V.

Par ailleurs, l'unité d'opérations différentielles 14 opère le calcul différentiel du signal du couple de la direction T et obtient la valeur différentielle T'. Le courant différentiel Is est ensuite déterminé en multipliant la valeur différentielle T' ainsi obtenue par un coefficient défini selon le signal de la vitesse de véhicule V.

Le sommateur 13 détermine le courant de référence final qui contrôle l'entraînement du moteur 6 en additionnant le courant de référence I et le courant différentiel Id.

Le soustracteur 15 effectue la soustraction, en retranchant le courant du moteur Is du courant de référence final défini ci-dessus. Le résultat de cette soustraction est fourni sur l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 où le contrôle PID est effectué afin de déterminer la tension du moteur.

Ensuite le circuit d'entraînement du moteur 5 contrôle le moteur selon le signal PWM fourni de l'unité d'opérations de la tension du moteur 16.

La figure 6 est un schéma en bloc représentant la composition des principaux éléments d'un système conventionnel de direction assistée électrique. Dans ce système de direction assistée électrique, le signal T sortant du couple mètre 21 qui mesure le couple de la direction exercé sur le volant est fourni d'abord sur l'unité compensatrice de déphasage 11 qui

régule le retard de phase, et ensuite le signal T compensé est envoyé sur l'unité génératrice des fonctions 12.

D'autre part, le signal T sortant du capteur de couple de la direction 21 est fourni sur l'unité de détection de la vitesse rotation du volant 18.

- 5 L'unité de détection de la vitesse de rotation du volant 18 exécute le calcul dont la formule est exprimée ci-dessous en utilisant les données sur le signal du couple de la direction T et le signal de la vitesse de rotation du moteur ω_m mesuré avec le capteur 17 de la vitesse de rotation du moteur d'assistance à la direction 6 et obtient ainsi la vitesse de rotation du volant
- 10 ω

$$\omega = T'/K + \omega_m/n \quad (1)$$

Cette formule (1) est déduite comme suit:

$$T = K(\theta_i - \theta_o)$$

- Ici θ_i : l'angle de rotation de l'axe supérieur de la colonne de la direction, θ_o : l'angle de rotation de l'axe inférieur de la colonne de la direction, K: module d'élasticité de la barre de torsion
- 15

$$\theta_i - \theta_o = T/K$$

$$\theta'_i - \theta'_o = T'/K$$

$$\theta'_i = T'/K + \theta'_o \quad (2)$$

- 20 Par ailleurs, $\theta'_o = \omega_m/n$ (n: rapport de réduction entre l'axe de rotation du moteur et l'axe de rotation de la colonne de la direction)

$$\text{Donc, } \theta'_i = \omega = T'/K + \omega_m/n \quad (1)$$

- La vitesse de rotation du volant ω détectée par l'unité de détection de la vitesse de rotation du volant 18 ainsi que le signal V détecté par le capteur de la vitesse du véhicule 3 sont fournies sur l'unité d'opérations différentielles 19 où le calcul différentiel de la vitesse de rotation du volant est effectuée. Puis, la valeur différentielle ω' ainsi obtenue est multipliée par un coefficient déterminé selon la valeur du signal de la vitesse du véhicule V donnant comme résultat un courant différentiel Id qui est fourni sur
- 25
- 30 l'additionneur 13. Ensuite les compensations d'inertie du moteur 6 et du mécanisme de direction y sont effectuées.

L'ensemble de différentes unités telles que l'unité compensatrice de déphasage 11, génératrice des fonctions 12, de détection de vitesse de rotation du volant 18, d'opérations différentielles 19, le sommateur 13, le

soustracteur 15 et l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 constitue le dispositif du contrôle 2.

La configuration des autres parties du système étant identique à celle du système de la direction assistée électrique représenté sur la Figure 5 décrit ci-dessus, on ne les identifie qu'avec la numérotation similaire sur les mêmes éléments sans en donner les explications.

L'explication du fonctionnement du système de la direction assistée électrique ainsi constitué est donnée ci-dessous.

Dans le dispositif de contrôle 2, les différentes données, signal du couple de la direction T, signal de la vitesse du véhicule V, signal du courant du moteur I_s et signal de la vitesse de rotation du moteur ω_m sont d'abord saisies. Ensuite l'unité compensatrice de déphasage 11 effectue la compensation de déphasage en avançant le signal du couple T.

Dans le dispositif de contrôle 2, l'unité de détection de la vitesse de rotation du volant 18 calcule la vitesse de rotation de volant ω à partir du signal du couplemètre T et le signal de la vitesse de rotation du moteur ω_m .

L'unité d'opérations différentielles 19 opère le calcul différentiel de la vitesse de rotation de volant ω pour obtenir l'accélération de la vitesse de rotation du volant ω' . Le courant différentiel I_d est déterminé par la multiplication de l'accélération de la vitesse de rotation du volant ω' par un coefficient défini en fonction du signal de la vitesse du véhicule V.

Les autres fonctionnements étant identiques que celui du système de la direction assistée électrique décrit ci-dessus à l'aide de la figure 5, il n'est pas nécessaire d'en donner leur explication ici.

Dans le système de la direction assistée électrique dans l'art précédent, la compensation d'inerties du moteur 6 et du mécanisme de la direction étant effectuée avec les courants électriques relatifs aux valeurs différentielles du couple de la direction ou de la vitesse de rotation du volant, la discontinuité du couple du moteur 6 est renforcée. Ceci offre une manœuvrabilité faible au conducteur du véhicule donnant une vibration gênante du volant et la sensation de discontinuité du couple du volant, particulièrement lors des manœuvres de parking.

La présente invention a été réalisée pour pallier les inconvénients dans l'art précédent cités ci-dessus et a pour but de préparer un système de direction assistée électrique en améliorant la vibration gênante du volant et

la sensation de discontinuité du couple du volant, particulièrement lors des manœuvres de parking.

Le premier mode de réalisation du système de la direction assistée électrique de la présente invention est équipé d'un capteur du couple mesurant le couple de la direction exercé sur le volant et un moteur destiné à assister à la direction, dont ledit moteur est entraîné par le courant de référence qui est la somme du premier courant de contrôle déterminé en fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple (appelé le premier courant) et du deuxième courant de contrôle qui est déterminé en fonction de la valeur différentielle dudit couple de la direction, est caractérisé par en ce que le système muni d'un capteur de la vitesse de rotation dudit moteur, un moyen d'analyse qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation mesurée est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, et un moyen de suppression qui annule partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du moteur est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

Dans un tel système de direction assistée électrique, le couplemètre mesure d'abord le couple de la direction exercé sur le volant, ensuite le résultat de la mesure du couple de la direction détermine la quantité du premier courant de contrôle, et enfin le moteur d'assistance à la direction est contrôlé par le courant de référence qui est défini comme la somme du premier courant de contrôle et le deuxième courant de contrôle déterminé en fonction de la valeur différentielle du couple de la direction.

Le capteur de la vitesse de rotation du moteur mesure la vitesse de rotation du moteur. Le moyen d'analyse identifie le niveau de la vitesse de rotation du moteur et détermine si la vitesse est inférieure ou non par rapport à une valeur prédéterminée. Le moyen de suppression supprime partiellement ou complètement la quantité du deuxième courant, si la vitesse de rotation du moteur est jugée plus petite que la valeur prédéterminée par le moyen d'analyse.

Ainsi, le système offre une direction assistée électrique avec laquelle le conducteur du véhicule peut exercer des efforts homogènes sur le volant sans recevoir la vibration gênante ni avoir la sensation de discontinuité du couple du moteur.

Le deuxième mode de réalisation du système de la direction assistée électrique de la présente invention est équipé d'un couplemètre mesurant le couple de la direction exercé sur le volant et d'un moteur destiné à assister à la direction, dont ledit moteur est entraîné par le courant de référence qui est la somme du premier courant de contrôle défini en fonction du couple de la direction (appelé le premier courant) et du deuxième courant de contrôle qui est déterminé en fonction de la valeur différentielle dudit couple de la direction, est caractérisée par en ce que le système est muni d'un dispositif de détection de la vitesse de rotation du volant, un moyen d'analyse qui identifie le niveau de ladite vitesse de rotation du volant mesurée par rapport à une vitesse de rotation du volant prédéterminée, et un moyen de suppression pour éliminer partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du volant mesurée est jugée plus petite qu'à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

Dans un tel système de direction assistée électrique, le couplemètre mesure d'abord le couple de la direction exercé sur le volant, ensuite le premier courant de contrôle est déterminé en fonction du résultat de la mesure du couplemètre de la direction et puis le moteur est contrôlé par le courant de référence qui est la somme du premier courant de contrôle et du deuxième courant de contrôle. Le deuxième courant est déterminé en fonction de la valeur différentielle du couple de la direction. Par ailleurs, le moyen de détection de la vitesse de rotation du volant mesure la vitesse de rotation du volant, le moyen d'analyse identifie le niveau de la vitesse de rotation du volant si la vitesse est inférieure ou pas par rapport à la valeur prédéterminée et le moyen de suppression annule par la suite partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant, si la vitesse de rotation du volant est jugée plus petite que la valeur prédéterminée par le moyen d'analyse.

Ainsi, le système offre une direction assistée électrique avec laquelle le conducteur du véhicule peut exercer des efforts homogènes sur le volant sans recevoir la vibration gênante ni avoir la sensation de discontinuité du couple du moteur.

Le troisième mode de réalisation du système de direction assistée électrique de la présente invention est équipé d'un capteur du couple

mesurant le couple de la direction exercé sur le volant et d'un moteur destiné à assister à la direction avec un moyen de mesure de la vitesse de rotation du volant.

5 L'entraînement dudit moteur est contrôlé par le courant de référence, somme dudit premier courant de et du deuxième courant de contrôle qui est déterminé en fonction de la valeur différentielle dudit la vitesse de rotation du volant mesurée par le dispositif de détection de la vitesse de rotation de volant.

10 Ce système de direction assistée électrique est caractérisé par en ce que le système muni d'un capteur de la vitesse de rotation du moteur, un moyen d'analyse qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation mesurée du moteur est inférieure ou non par rapport à une vitesse prédéterminée. Ainsi le moyen de suppression supprime partiellement ou
15 totalement la quantité du deuxième courant de contrôle lorsque la vitesse de rotation du moteur est jugée plus petite que la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

Dans un tel système de direction assistée électrique, le couplemètre mesure d'abord le couple de la direction exercé sur le volant, et le moyen de mesure de la vitesse de rotation du volant mesure la vitesse de rotation du
20 volant.

Le résultat de mesure du couple de la direction détermine la quantité du premier courant de contrôle. Le deuxième courant de contrôle est défini en fonction de la valeur différentielle du couple de la direction. Le moteur d'assistance à la direction est contrôlé par le courant de référence
25 qui est la somme du premier courant de contrôle et du deuxième courant de contrôle. Par ailleurs, le capteur de vitesse de rotation du moteur mesure la vitesse de rotation du moteur et le moyen d'analyse identifie si le niveau de la vitesse de rotation du moteur est inférieur ou non par rapport à une valeur prédéterminée. Le moyen de suppression annule partiellement ou
30 totalement la quantité du deuxième courant de contrôle, si la vitesse de rotation du moteur est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par le moyen d'analyse.

Ainsi, le système offre une direction assistée électrique avec laquelle le conducteur du véhicule peut exercer des efforts homogènes sur
35 le volant sans recevoir la vibration gênante ni avoir la sensation de

discontinuité du couple du moteur.

Le quatrième mode de réalisation du système de direction assistée électrique de la présente invention est équipé d'un capteur du couple mesurant le couple de la direction exercé sur le volant et d'un moteur d'assistance à la direction et d'un moyen de mesure de la vitesse de rotation du volant. L'entraînement dudit moteur est contrôlé par le courant de référence qui est la somme dudit premier courant de et du deuxième courant de contrôle qui est défini en fonction de la valeur différentielle dudit la vitesse de rotation du volant mesurée par le moyen de mesure de la vitesse de rotation du volant. Ce système est caractérisé par en ce que le système est muni d'un moyen d'analyse qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation du volant mesurée est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, et d'un moyen de suppression qui annule partiellement ou totalement le deuxième courant de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du volant est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

Dans ce quatrième mode de réalisation du système de la direction assistée électrique, le capteur du couple mesure le couple de la direction exercé sur le volant, le dispositif de mesure de la vitesse de rotation du volant mesure la vitesse de rotation du volant, et le résultat de mesure du couple de la direction détermine la quantité du premier courant de contrôle.

Le moteur d'assistance à la direction est contrôlé par le courant de référence qui est la somme du premier courant de contrôle et le deuxième courant de contrôle qui est déterminé en fonction de la valeur différentielle de la vitesse de rotation du volant.

Par ailleurs, le moyen d'analyse identifie si le niveau de la vitesse de rotation du volant est inférieur ou non par rapport à une valeur prédéterminée, et le moyen de suppression annule partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant, si la vitesse de rotation du volant est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par le moyen d'analyse.

Ainsi, le système offre une direction assistée électrique avec laquelle le conducteur du véhicule peut exercer des efforts homogènes sur le volant sans recevoir la vibration gênante ni avoir la sensation de discontinuité du couple du moteur.

La description détaillée de la présente invention est donnée ci-dessous à l'aide des dessins explicatifs suivants.

La figure 1 représente le diagramme de montage en bloc des principaux éléments du système de la direction assistée électrique d'une
5 réalisation de l'invention.

La figure 2 représente la chaîne logique du fonctionnement du système de la direction assistée électrique de la figure 1.

La figure 3 représente le diagramme de montage en bloc des principaux éléments du système de la direction assistée électrique d'une
10 autre réalisation de l'invention.

La figure 4 représente la chaîne logique du fonctionnement du système de la direction assistée électrique de la figure 3.

La figure 5 représente le diagramme de montage en bloc des principaux éléments du système de la direction assistée électrique d'une
15 réalisation dans l'art précédent.

La figure 6 représente le diagramme de montage en bloc des principaux éléments du système de la direction assistée électrique d'une autre réalisation dans l'art précédent.

Le premier mode de réalisation de l'invention:

20 La figure 1 représente le diagramme de montage des principaux éléments en bloc du système de la direction assistée électrique de la première réalisation de l'invention. Dans ce système de la direction assistée, le signal T sortant du couplemètre 21 qui mesure le couple de la direction exercé sur le volant est fourni sur l'unité compensatrice des phases 11 qui
25 régule le retard de phase, et le signal compensé son déphase est ensuite fourni sur l'unité génératrice des fonctions 12.

Le signal de la vitesse de roulage du véhicule V détecté par le capteur de la vitesse 3 est également fourni sur l'unité génératrice des fonctions 12.

30 L'unité génératrice des fonctions 12 définit une fonction exprimant le courant de référence I en fonction de la valeur du signal T mesuré par le capteur du couple de la direction, comme représentée graphiquement dans la figure.

Le courant de référence I augmente proportionnellement en
35 fonction de la valeur du signal T au-delà d'une zone inactive et à partir

d'une valeur de T prédéterminé jusqu'à une autre valeur de T prédéterminé d'où le courant de référence I n'augmente plus et devient presque constant (asymptote). Cette fonction varie également en fonction du signal de la vitesse du véhicule V ($V_1 < V_2 < V_3 \dots$). La fonction est définie pour que le
5 ratio du courant de référence sur le signal du couple de la direction I/T diminue et que la valeur asymptotique horizontale du courant de référence diminue au fur à mesure alors que le signal de la vitesse du véhicule V augmente.

Le courant de référence I ainsi défini par l'unité génératrice des
10 fonctions 12 est fourni sur le sommateur 13.

D'autre part, le signal du couple de la direction T sortant du couplemètre 21 est transmis à l'unité d'opérations différentielles 14. Le signal de la vitesse du véhicule V sortant du capteur de la vitesse 3 est également fourni sur l'unité d'opérations différentielles 14. L'unité
15 d'opérations différentielles 14 effectue le calcul différentiel du signal du couple de la direction T afin d'obtenir la valeur différentielle du signal T', et obtient à la sortie le courant différentiel Id après avoir multiplié la valeur différentielle du signal T' par un coefficient défini selon le signal mesuré de la vitesse du véhicule V.

20 Le courant différentiel Id sortant d'unité d'opérations différentielles 14 est fourni sur l'unité de suppression 22 (moyen de suppression) où le courant différentiel Id est traité selon la consigne donnée par l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du moteur 20. Le résultat du traitement est fourni sur le sommateur 13 afin d'effectuer la compensation d'inerties
25 du moteur d'assistance à la direction 6 et du mécanisme de la direction.

Dans l'unité d'analyse de la vitesse de rotation 20, le niveau du signal de la vitesse de rotation ω_m détecté par le capteur 17 de la vitesse de rotation du moteur 6 est identifié si la vitesse est inférieure ou non par rapport à la valeur prédéterminée, et selon le résultat de l'analyse
30 l'instruction est délivrée sur l'unité de suppression 22.

Le sommateur 13 exécute l'addition du courant de référence I venant de l'unité génératrice des fonctions 12 et dudit courant différentiel Id sortant d'unité de suppression 22. Le résultat de l'addition est ensuite fourni sur le soustracteur 15.

35 Le signal du courant du moteur Is sortant du circuit 7 qui mesure du

courant du moteur d'assistance à la direction 6 est également fourni sur le soustracteur 15.

Dans le soustracteur, la valeur du signal du courant moteur I_s est retranché du résultat de l'addition obtenu dans le sommateur 13 et le
5 résultat de cette soustraction est ensuite fourni sur l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 où l'opération PID sur le résultat de la soustraction est effectuée afin d'obtenir le signal PWM qui sera par la suite transmis sur le circuit d'entraînement moteur 5. Le moteur 6 est entraîné par le signal PWM à travers le circuit d'entraînement moteur 5.

10 Le dispositif de contrôle 1a se compose de l'unité de compensation de déphasage 11, l'unité génératrice des fonctions 12, l'unité des opérations différentielles 14, l'unité de suppression 22, l'unité d'analyse de la vitesse de rotation 20, le sommateur 13, le soustracteur 15 et l'unité des opérations de tension du moteur 16.

15 L'explication sur le fonctionnement du système de la direction assistée électrique ainsi composé est donnée ci-dessous avec le diagramme logique sur la Figure 2.

Dans le dispositif de contrôle 1a, d'abord les données des signaux du couple de la direction T , de la vitesse du véhicule V , du courant moteur
20 I_s et de la vitesse de rotation du moteur ω_m sont saisies (S2). Ensuite l'unité compensatrice de déphasage 11 régule le déphasage par l'avancement de phase du signal du couple de la direction T (S4).

Ensuite le courant de référence I est déterminé en fonction des signaux du couple de la direction T dont le déphasage a été compensé et de
25 la vitesse du véhicule V dans l'unité génératrice des fonctions 12. (S6)

D'autre part, le calcul de la valeur différentielle T' du signal du couple de la direction T s'effectue (S8) dans l'unité d'opérations différentielles 14, et l'obtient ainsi le courant différentiel I_d exprimé comme
30 $I_d = T' \times K$ soit le produit de la valeur différentielle T' et un coefficient K défini en fonction du signal de la vitesse du véhicule V (S10).

Les données sur le signal de la vitesse de rotation du moteur ω_m saisies (S2) dans l'unité d'analyse de la vitesse de rotation 20 sont identifiées si le niveau de la valeur est inférieur ou non par rapport à la valeur prédéterminée (S12). Si la valeur du signal est jugée supérieure ou
35 égale à la valeur prédéterminée, le courant différentiel I_d passe sans suivre

le traitement dans l'unité de suppression 22 et donc le courant de référence final qui sert à contrôler le moteur 6 est déterminé par l'addition du courant de référence I et du courant différentiel Id dans le sommateur 13 (S14).

Par contre, si le signal de la vitesse de rotation ω_m saisi dans l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du moteur 20 (S2) est jugé inférieur à la valeur prédéterminée (S12), le courant différentiel doit être multiplié par un coefficient de suppression D donnant $I_d = T' \times K \times D$ dans l'unité de suppression 22 (S20). Ici D est une valeur inférieure à 1 ou égale à zéro. Ainsi le courant de référence final qui sert à contrôler le moteur 6 est déterminé dans le sommateur 13 par l'addition du courant de référence I et du courant différentiel $I_d = T' \times K \times D$ (S22).

Dans le soustracteur 15, le calcul de soustraction est effectué en retranchant le courant du moteur Is du courant final déterminé ci-dessus. Le résultat de cette soustraction est traité par le contrôle PID dans l'unité d'opérations de tension pour ainsi fixer la tension du moteur (S16). Le moteur 6 est contrôlé par le signal PWM fourni de l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 travers le circuit d'entraînement moteur 5 (S18).

Le procédé une fois terminée, une autre opération reprend dans la partie contrôle 1a.

Dans le deuxième mode de réalisation de l'invention: la figure 3 représente le diagramme de montage des principaux éléments en bloc du système de direction assistée électrique de la deuxième réalisation de l'invention. Dans ce système de direction assistée, le signal T sortant du capteur du couple 21 qui mesure le couple de la direction exercé sur le volant est délivré à l'unité compensatrice de phase 11 qui régule le déphasage, et le signal ainsi régularisé est ensuite fourni sur l'unité génératrice des fonctions 12.

Le signal du couple de la direction T sortant du capteur du couple 21 est également fourni sur l'unité de détection de la vitesse de rotation du volant 18. Le calcul suivant y est exécuté afin d'obtenir la vitesse de rotation du volant ω avec les données sur le signal du couple de la direction T et le signal de la vitesse de rotation du moteur d'assistance à la direction ω_m mesuré par le capteur 17.

$$\omega = T'/K + \omega_m/n \quad (1)$$

Cette formule (1) est déduite comme suit:

$$T = K(\theta_i - \theta_o)$$

Ici θ_i : l'angle de rotation de l'axe supérieur de la colonne de la direction, θ_o : l'angle de rotation de l'axe inférieur de la colonne de la direction, K : module d'élasticité de la barre de torsion

$$\theta_i - \theta_o = T/K$$

$$\theta'_i - \theta'_o = T'/K$$

$$\theta'_i = T'/K + \theta'_o \quad (2)$$

Par ailleurs, $\theta'_o = \omega_m/n$ (n : rapport de réduction entre l'axe de rotation du moteur et l'axe de la colonne de la direction)

$$\text{Donc, } \theta'_i = \omega = T'/K + \omega_m/n \quad (1)$$

La vitesse de rotation du volant ω calculé par l'unité de détection de la vitesse de rotation du volant 18 est transmise sur l'unité d'opérations différentielles 19. Le signal de la vitesse du véhicule V sortant du capteur de la vitesse 3 est également fourni sur l'unité d'opérations différentielles 19 où le calcul différentiel de la vitesse de rotation du volant ω est effectué et obtient la valeur d'accélération de rotation du volant ω' . Le courant différentiel Id est déterminé par la multiplication de l'accélération de rotation du volant ω' par un coefficient défini en fonction de la valeur du signal de la vitesse du véhicule V donné.

Le courant différentiel Id sortant de l'unité d'opérations différentielles 19 est délivré à l'unité de suppression 24 (moyen de suppression) où le courant différentiel Id est traité selon les consignes données par l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du volant 23. Le résultat du traitement de ce courant est fourni sur le sommateur 13 afin d'exécuter par la suite une compensation de l'inerties du moteur d'assistance à la direction 6 et du mécanisme de la direction.

L'unité d'analyse de la vitesse de rotation 23 identifie le niveau de la vitesse de rotation du volant calculé par l'unité de mesure de la vitesse de la direction 18, si la vitesse de rotation du volant est inférieure ou non par rapport à la valeur prédéterminée. Selon le résultat de l'analyse l'instruction est délivrée sur l'unité de suppression 24.

La partie contrôle 2a se compose de l'unité de compensation de déphasage 11, l'unité génératrice des fonctions 12, l'unité de mesure de rotation du volant 18, l'unité d'opérations différentielles 19, l'unité

d'analyse de la vitesse de rotation volant 23, l'unité de suppression 24, le sommateur 13, le soustracteur 15 et le calculateur de tension du moteur 16. Les autres éléments de ce système étant identiques au système de la direction assistée électrique de la première réalisation de l'invention
5 représenté sur la Figure 1, leurs explications sont ici omises.

L'explication du fonctionnement du système de la direction assistée électrique ainsi composée est donnée ci-dessous avec la synoptique logique de la Figure 4.

Dans la partie contrôle 2a, les données sur le signal du couple de la direction T, le signal de la vitesse du véhicule V, le signal du courant du
10 moteur I_s et le signal de la vitesse de rotation du moteur ω_m sont d'abord saisies (S30). Ensuite l'unité de compensation de déphasage 11 règle le déphasage par l'avancement de phase du signal du couple de la direction T (S32).

15 Le courant de référence I est déterminé en fonction du signal du couple de la direction T dont le déphasage a été compensé et le signal de la vitesse du véhicule V dans l'unité génératrice des fonctions 12 (S34).

Le calcul de la vitesse de rotation du volant ω à l'aide de la formule (1) est exécuté dans l'unité de mesure de la vitesse de rotation du volant 18 (S36). La valeur différentielle ω' du signal de la vitesse de
20 rotation du volant est ensuite calculée dans l'unité d'opérations différentielles 19 (S38). Le courant différentiel I_d exprimé $I_d = \omega' \times K$ est enfin obtenu comme le produit de la valeur différentielle ω' et un coefficient K. Ici K est un coefficient défini en fonction de la valeur du
25 signal de la vitesse du véhicule V (S40).

Dans la partie contrôle 2a, l'unité d'analyse de la vitesse de rotation 23 identifie si le niveau de la valeur du signal de la vitesse de rotation du volant ω (S36) est inférieur ou non par rapport à la valeur prédéterminée (S42). Si la valeur du signal est jugé supérieure ou égale à la valeur
30 prédéterminée, le courant différentiel I_d passe sans être traité dans l'unité de suppression 24, et le courant de référence final qui sert à contrôler le moteur 6 est déterminé par la somme du courant de référence I et du courant différentiel I_d (S44).

Par contre si le signal de la vitesse de rotation volant ω est jugé
35 inférieur à la valeur prédéterminée (S42) dans l'unité d'analyse de la vitesse

de rotation du volant 23 (S36), le courant différentiel exprimé $I_d = \omega' \times K \times D$, avec un coefficient de suppression D qui est inférieur à 1 ou égal à zéro, est calculé dans l'unité de suppression 24 (S48). Le courant final qui permet de contrôler le moteur 6 est déterminé par la somme du courant de référence I et du courant différentiel $I_d = \omega' \times K \times D$ dans le sommateur (S50).

Sur le soustracteur 15, le calcul de soustraction est effectué en retranchant la valeur du signal du courant du moteur I_s du courant final ainsi déterminé ci-dessus. Le résultat de cette soustraction est fourni sur l'unité d'opérations de tension du moteur 16 où le contrôle PID est effectué pour déterminer la tension du moteur (S46).

Le moteur 6 est entraîné par le signal PWM fourni de l'unité d'opérations de la tension du moteur 16 à travers le circuit d'entraînement moteur 5 (S47).

Le procédé une fois terminée, une autre opération reprend dans la partie contrôle 2a.

A la place de l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du moteur 20 dans la première réalisation, le système peut être muni de l'unité de mesure de la vitesse de rotation du volant 18 et l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du volant 23 comme l'indique le système de la deuxième réalisation de l'invention. Par conséquent, le système peut être configuré afin que de l'unité d'analyse de la vitesse de rotation du volant 23 envoie les instructions sur l'unité de suppression 22.

D'autre part, à la place de l'unité d'opérations différentielles 19 dans la deuxième réalisation, le système peut être muni d'unité d'opérations différentielles 14, comme l'indique le système dans la deuxième réalisation de l'invention. Par conséquent, le système est configuré afin que l'unité d'opérations différentielles 14 envoie le courant différentiel I_d sur l'unité de suppression 24. Le calcul différentiel peut être substitué par le pseudo calcul différentiel.

Ainsi, le système offre une direction assistée électrique avec laquelle le conducteur du véhicule peut exercer des efforts homogènes sur le volant sans recevoir de vibrations gênantes ni avoir la sensation de discontinuité du couple du moteur.

Références alphabétiques et numériques

	T: signal du couple de rotation du volant mesuré
	V: signal de la vitesse du véhicule mesuré
5	I: courant électrique de référence
	Id: courant différentiel
	Is: signal du courant électrique du moteur mesuré
	μ : signal de la vitesse de rotation du moteur
	ω_m : signal de la vitesse de rotation du volant
10	1, 1a, 2, 2a: dispositifs de contrôle
	3: capteur de la vitesse de véhicule
	5: circuit d'entraînement du moteur
	6: moteur d'assistance à la direction
	7: circuit de mesure du courant électrique du moteur
15	11: unité compensatrice de déphasage
	12: unité génératrice des fonctions
	13: sommateur
	14: unité d'opérations différentielles
	15: soustracteur
20	16: unité d'opérations de la tension du moteur
	17: capteur de vitesse de rotation du moteur
	18: capteur de vitesse de rotation du volant
	19: unité d'opérations différentielles
	20: moyen d'analyse de la vitesse de rotation du moteur
25	21: couplemètre
	22,24: moyen de suppression
	23: moyen d'analyse de la vitesse de rotation du volant
	Fig.2
30	S2: saisie les signaux du couplemètre, de la vitesse du véhicule, du courant du moteur, de la vitesse de rotation du moteur
	S4: compensation de déphasage du signal du couple du volant
	S6: définition du courant de référence du moteur I
	S8: calcul de la valeur différentielle du signal du couple du volant
35	S10: calcul $T' \times K$

S12: analyse et identification si oui ou non: signal de rotation
< valeur prédéterminée
S14: calcul $I + T' \times K$
S16: définition de tension du moteur
5 S18: entraînement du moteur
S20: calcul $T' \times K \times D$
S22: calcul $I + T' \times K \times D$

Fig. 4

10 S30: saisie les signaux du couplemètre, de la vitesse du véhicule,
du courant du moteur, de la vitesse de rotation du moteur
S32: compensation de déphasage du signal du couple du volant
S34: définition du courant de référence du moteur I
S36: calcul de la valeur différentielle du signal de la vitesse
15 du volant ω
S40: calcul $\omega' \times K$
S42: analyse et identification si oui ou non: signal de rotation
volant < valeur prédéterminée
S44: calcul $I + \omega' \times K$
20 S46: définition de tension du moteur
S47: entraînement du moteur
S48: calcul $\omega' \times K \times D$
S50: calcul $I + \omega' \times K \times D$

Revendications

1. Système de direction assistée électrique équipé
5 d'un capteur du couple (21) mesurant le couple de la direction exercé
sur le volant et un moteur (6) destiné à assister à la direction, dont
ledit moteur est entraîné par le courant électrique de référence qui est
la somme du premier courant électrique de contrôle déterminé en
fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple
10 et du deuxième courant électrique de contrôle déterminé en fonction
de la valeur différentielle dudit couple de la direction, caractérisé en
ce que le système est muni de moyen de mesure de la vitesse de
rotation (17) dudit moteur (6), de moyen d'analyse (20) qui identifie
si le niveau de ladite vitesse de rotation mesurée est inférieur ou non
15 par rapport à une vitesse prédéterminée, et de moyen de suppression
(22) qui annule partiellement ou totalement la quantité du deuxième
courant électrique de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du
moteur est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen
d'analyse (20).
- 20 2. Système de direction assistée électrique équipé
d'un capteur du couple (21) mesurant le couple de la direction exercé
sur le volant et un moteur (6) destiné à assister à la direction, dont
ledit moteur est contrôlé par le courant électrique de référence qui est
la somme du premier courant électrique de contrôle déterminé en
25 fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple
(21) et du deuxième courant électrique de contrôle déterminé en
fonction de la valeur différentielle dudit couple de la direction,
caractérisé en ce que le système est muni de moyen de mesure de la
vitesse de rotation (18) dudit volant, de moyen d'analyse (23) qui
30 identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation du volant mesurée
est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, et de
moyen de suppression (24) qui annule partiellement ou totalement la
quantité du deuxième courant électrique de contrôle, lorsque la
vitesse de rotation du volant est jugée inférieure à la valeur
35 prédéterminée par ledit moyen d'analyse (23).

3. Système de direction assistée électrique équipé d'un capteur du couple (21) mesurant le couple de la direction exercé sur le volant, un moyen de mesure de la vitesse de rotation (18) dudit volant et un moteur (6) destiné à assister à la direction, dont ledit
5 moteur est contrôlé par le courant électrique de référence qui est la somme du premier courant électrique de contrôle déterminé en fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple (21) et du deuxième courant électrique de contrôle déterminé en fonction de la valeur différentielle la dite vitesse de rotation dudit
10 volant, caractérisé en ce que le système est muni de moyen de mesure de la vitesse de rotation (17) dudit moteur (6), de moyen d'analyse (20) qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation du moteur mesurée est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, et de moyen de suppression (22) qui annule
15 partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant électrique de contrôle, lorsque la vitesse de rotation du moteur est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

4. Système de direction assistée électrique équipé d'un capteur du couple (21) mesurant le couple de la direction exercé sur le volant, un moyen de mesure de la vitesse de rotation (18) dudit
20 volant et un moteur (6) destiné à assister à la direction, dont ledit moteur est contrôlé par le courant électrique de référence qui est la somme du premier courant électrique de contrôle déterminé en fonction du couple de la direction mesuré par ledit capteur du couple (21) et du deuxième courant électrique de contrôle déterminé en fonction de la valeur différentielle ladite vitesse de rotation dudit
25 volant, caractérisé en ce que le système est muni de moyen d'analyse (23) qui identifie si le niveau de ladite vitesse de rotation du volant mesurée est inférieur ou non par rapport à une vitesse prédéterminée, de moyen de suppression (24) qui annule partiellement ou totalement la quantité du deuxième courant électrique de contrôle, lorsque la
30 vitesse de rotation du volant est jugée inférieure à la valeur prédéterminée par ledit moyen d'analyse.

FIG. 1

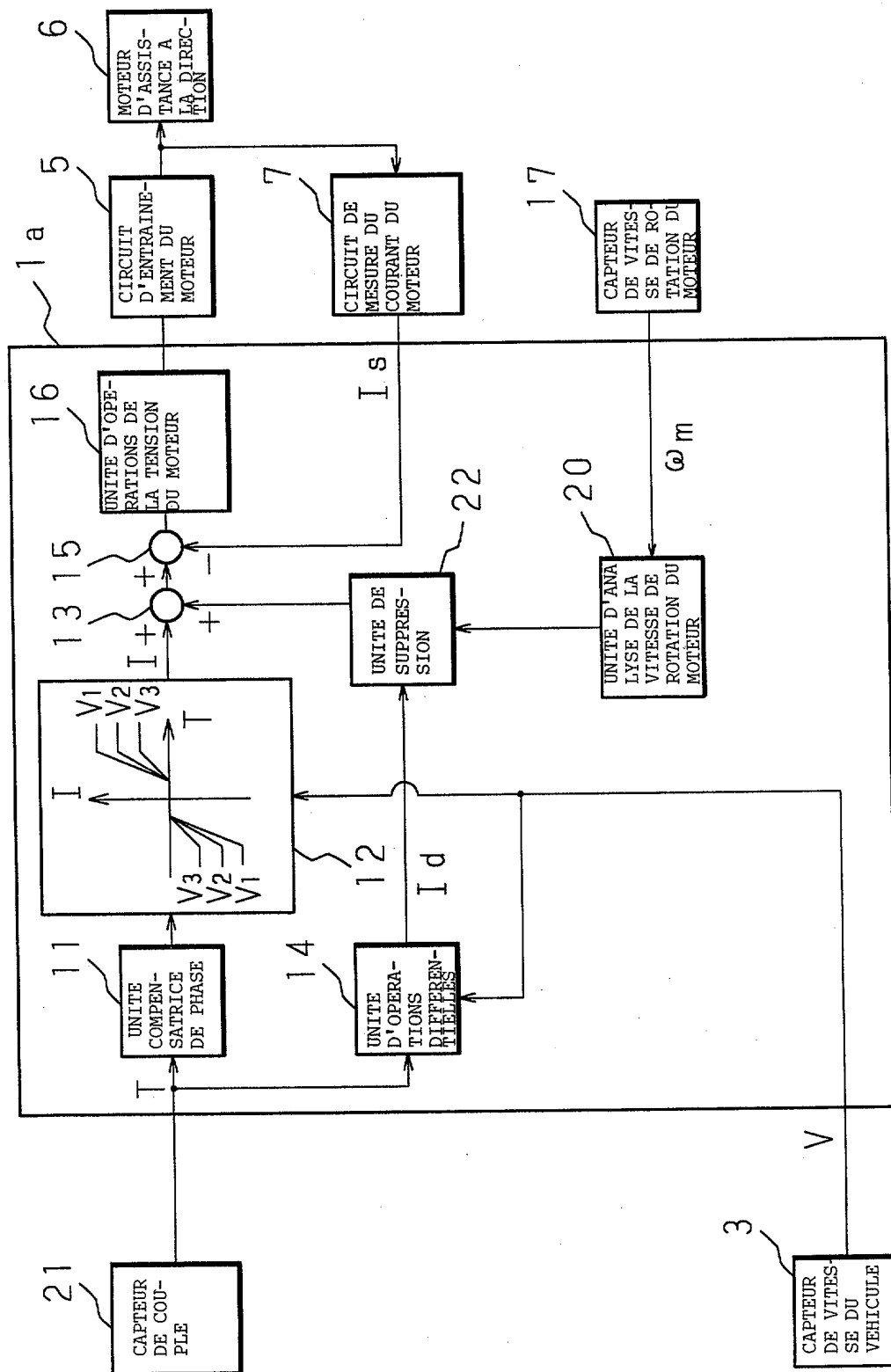


FIG. 2

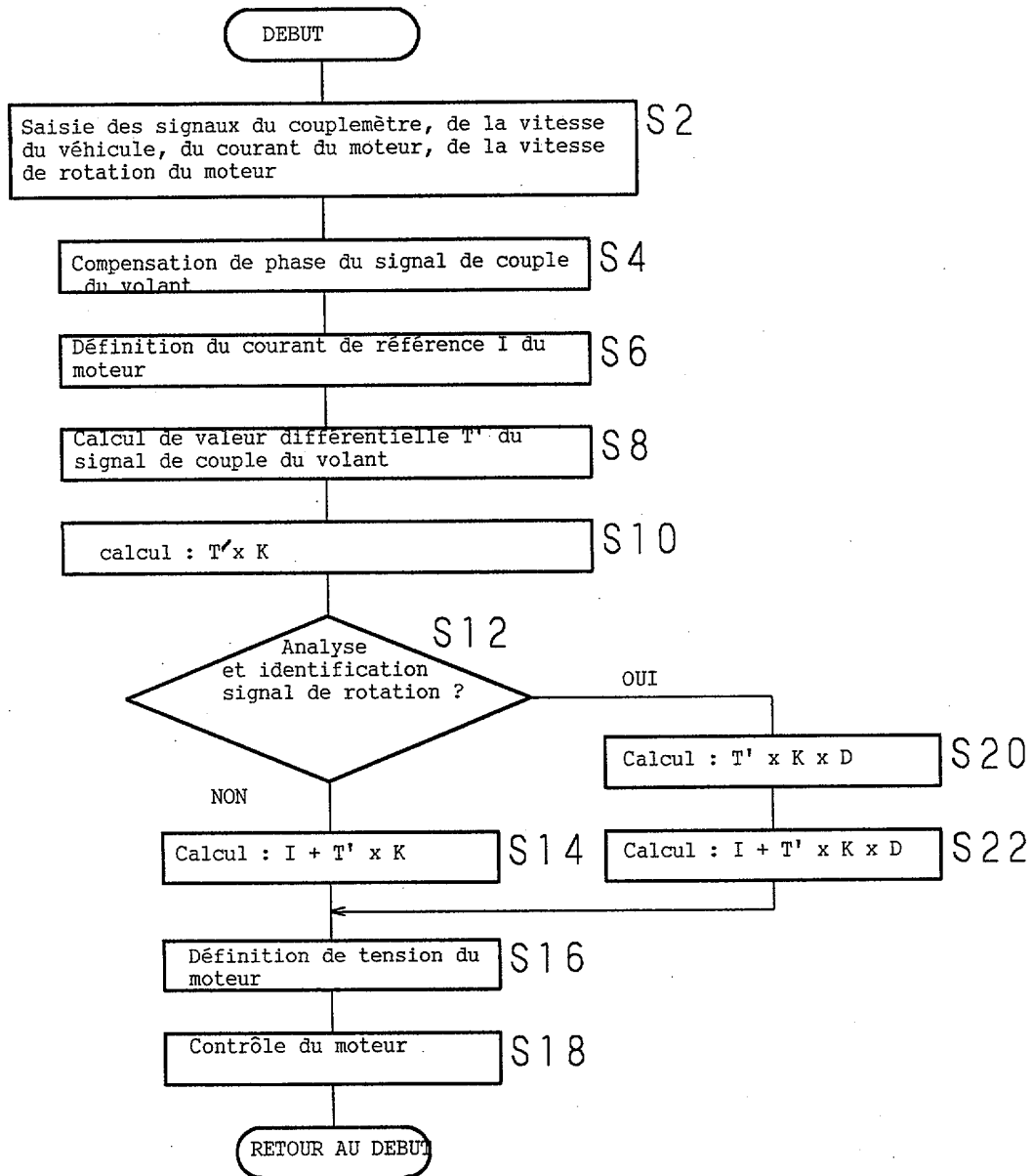


FIG. 3

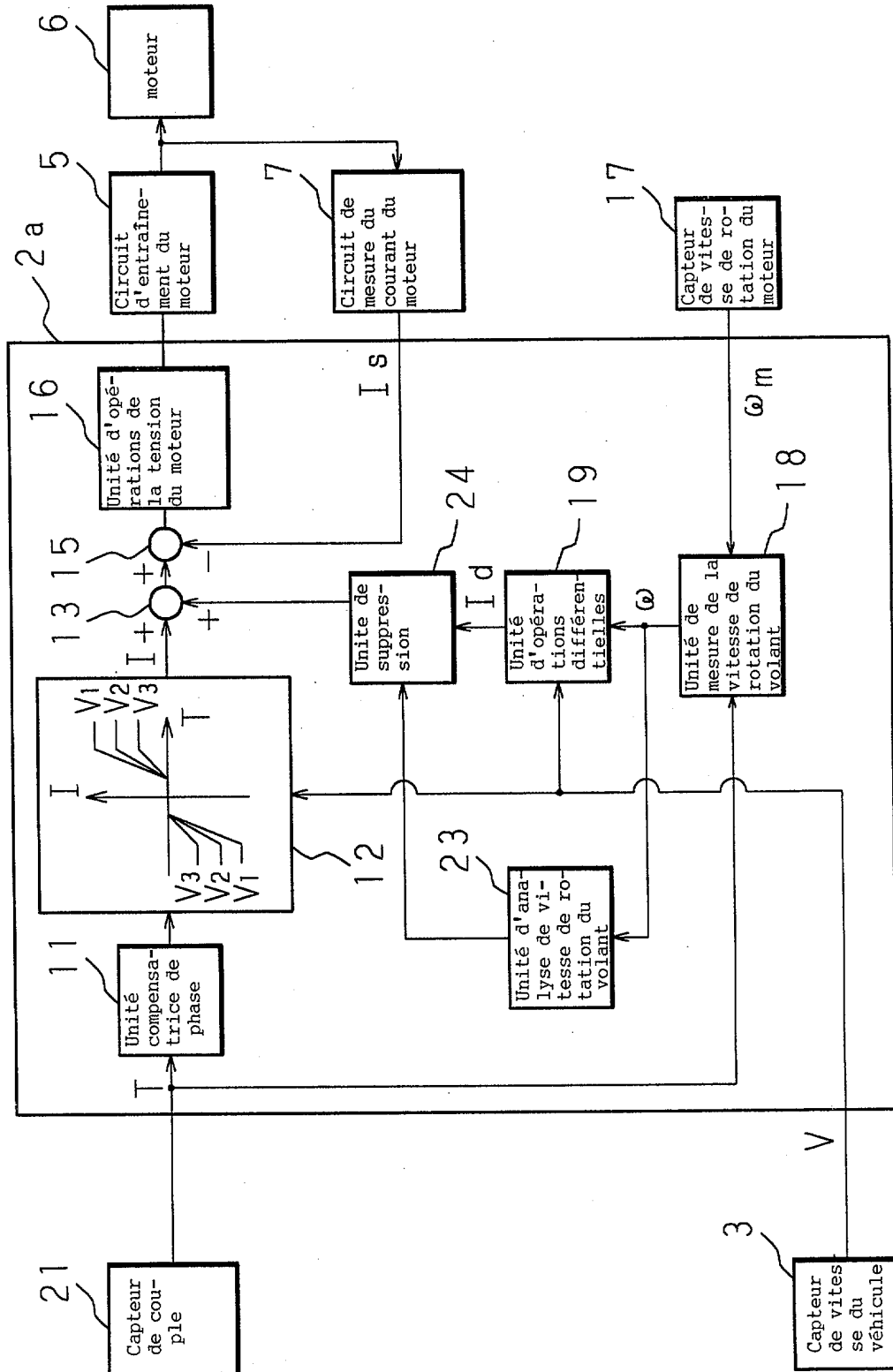


FIG. 4

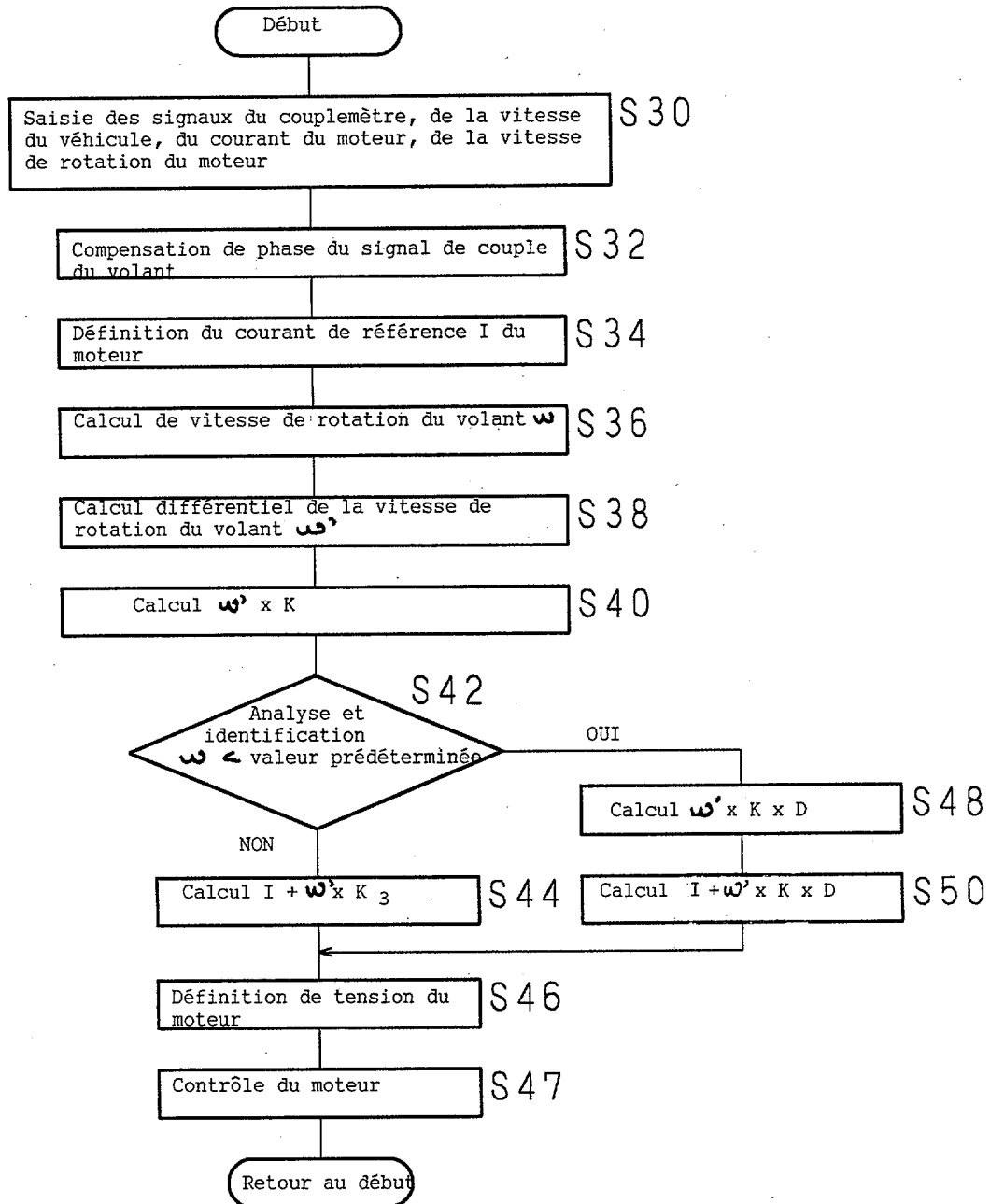
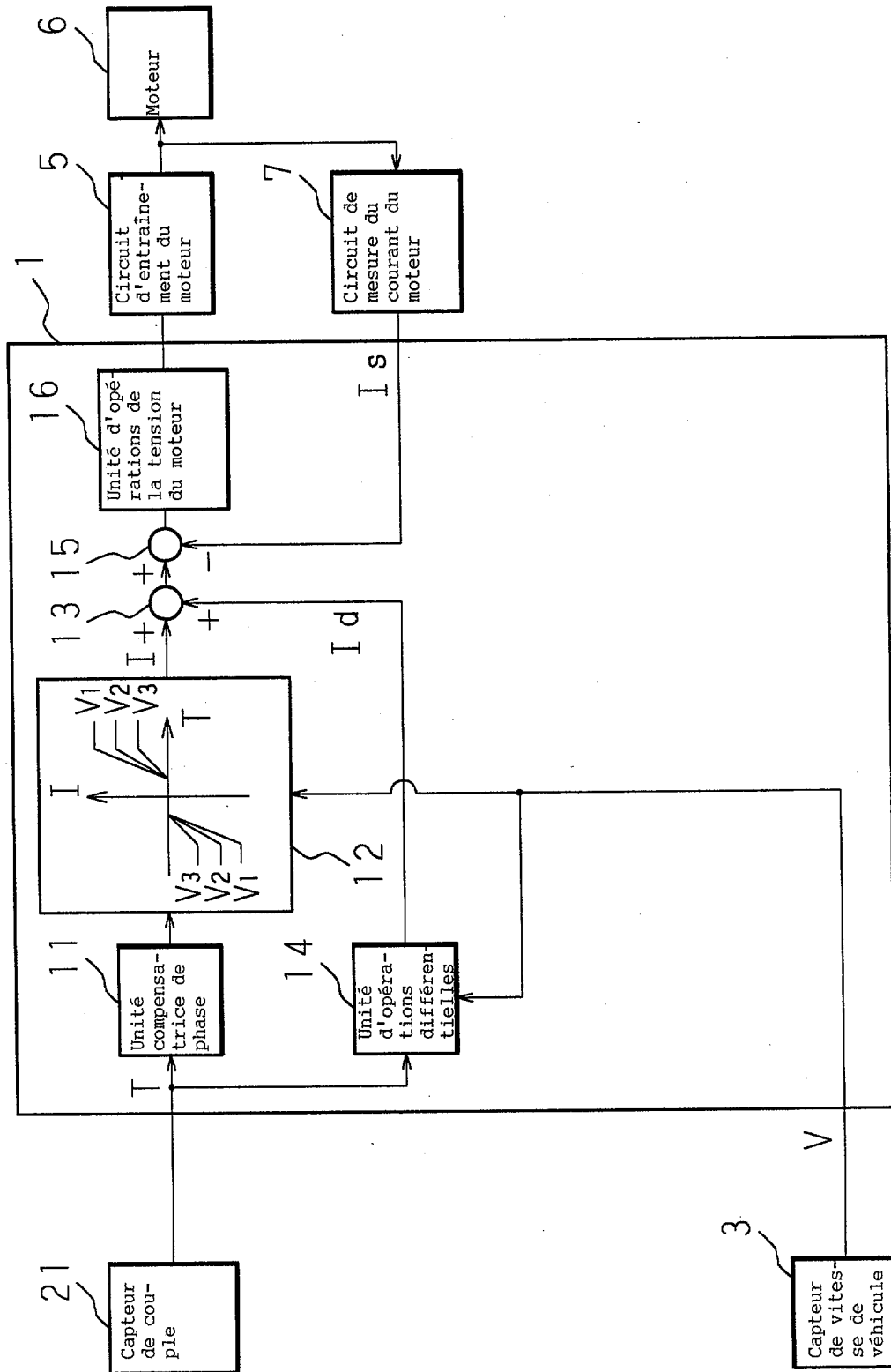


FIG. 5
ART ANTERIEUR



ART ANTERIEUR

