

19



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

11 CH 694 113 A5

51 Int. Cl.⁷: H 02 P 009/10

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

12 FASCICULE DU BREVET A5

21 Numéro de la demande: 00500/99

22 Date de dépôt: 17.03.1999

30 Priorité: 31.07.1998 JP 10-218307

24 Brevet délivré le: 15.07.2004

45 Fascicule du brevet
publié le: 15.07.2004

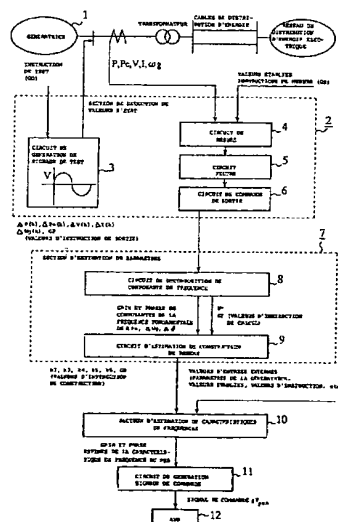
73 Titulaire(s):
MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA
2-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310 (JP)

72 Inventeur(s):
Yuou Xia
c/o Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha
2-3 Marunouchi 2-chome,
Chiyoda-ku Tokyo 100-8310 (CH)
Masaru Shimomura
c/o Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha
2-3 Marunouchi 2-chome,
Chiyoda-ku Tokyo 100-8310 (JP)

74 Mandataire:
William Blanc & Cie
conseils en propriété industrielle S.A.
9, rue du Valais
1202 Genève (CH)

54 Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie.

57 Un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) et un procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie estiment les paramètres de construction de réseau (k_2 à k_6) sur la base des gains et phases des composantes de fréquence fondamentale et estiment une caractéristique de fréquence optimale $G_{PSS}(j\omega)$ du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) sur la base des paramètres de construction de réseau estimés (k_2 à k_6).



Description

La présente invention se rapporte à un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et à un procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie capable de stabiliser le fonctionnement d'un réseau de distribution d'énergie.

Un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie qui doit être utilisé dans un système d'excitation de génératrice pour améliorer la stabilité du réseau de distribution d'énergie est souvent appelé PSS. Fondamentalement, on a un PSS de type P et un PSS de type ω . Le PSS de type P entre une valeur d'écart ΔP (sous forme d'un signal d'entrée indiquant une différence par rapport à une valeur de référence) de la puissance électrique active d'une génératrice. Le PSS de type ω entre une valeur d'écart $\Delta \omega$ (sous forme d'un signal d'entrée indiquant une différence par rapport à une valeur de référence) de la vitesse de rotation d'une génératrice.

Les deux PSS génèrent à la fois un signal de commande correspondant au signal d'entrée et sortent un signal de commande généré vers un régulateur automatique de tension (AVR) destiné à une génératrice afin de supprimer l'oscillation d'une puissance électrique active, d'un potentiel de tension de borne et d'autres valeurs de la génératrice dans le réseau de distribution d'énergie.

Du fait que le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie classique présente la configuration décrite ci-dessus, il est possible de supprimer efficacement l'oscillation des génératrices connectées au réseau de distribution d'énergie lorsqu'il n'y a pas de changement de conditions de fonctionnement du réseau de distribution d'énergie. Toutefois, si les conditions de fonctionnement du réseau de distribution d'énergie sont modifiées et que l'oscillation dans des modes de fréquence hors de la plage désignée s'est produite, il est difficile de supprimer l'oscillation provoquée dans le réseau de distribution d'énergie.

En conséquence, un but de la présente invention est, en tenant compte des inconvénients de la technique classique, de proposer un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, tel que décrit dans la revendication 1, et un procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie, tel que décrit dans la revendication 11, capable de supprimer l'oscillation des diverses valeurs de commande des génératrices qui sont reliées à un réseau de distribution d'énergie, rapidement et efficacement, même si les conditions de fonctionnement du réseau de distribution d'énergie sont modifiées. Des variantes et autres formes d'exécution sont décrites dans les revendications dépendantes.

En conformité avec un mode de réalisation de la présente invention, un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie comprend un moyen de détection pour détecter les valeurs d'état d'une génératrice, un moyen d'extraction pour extraire les composantes de fréquence fondamentale à partir des dites valeurs d'état détectées par ledit moyen de détection et pour obtenir les gains et les phases desdites composantes de fréquence fondamentale, un moyen d'estimation de paramètre pour estimer les paramètres de construction du réseau sur la base desdits gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale, un moyen d'estimation de caractéristique de fréquence pour estimer une caractéristique de fréquence optimale dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie basé sur lesdits paramètres de construction du réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre et un moyen de génération pour élaborer une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sur la base de la caractéristique de fréquence estimée par ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence et pour générer un signal de commande qui doit être délivré à un régulateur automatique de tension.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen d'extraction extrait lesdites composantes de fréquence fondamentale à partir desdites valeurs d'état détectées par ledit moyen de détection seulement lorsqu'une valeur d'écart d'une sortie de puissance et qu'une valeur d'écart d'une vitesse de rotation de ladite génératrice sont supérieures aux valeurs établies qui ont été précédemment établies.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen d'extraction détecte une fréquence de vibration de chaque valeur d'état détectée par ledit moyen de détection et sort lesdites composantes de fréquence fondamentale extraites à partir de chaque valeur d'état seulement lorsque chaque fréquence de vibration est approximativement égale aux autres fréquences de vibrations.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation, de la présente invention, ledit moyen d'estimation de paramètre estime lesdits paramètres de construction de réseau seulement lorsqu'une fréquence de vibration suivante est différente d'une fréquence de vibration précédente.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence juge lesdits paramètres de construction de réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre sur la base de valeurs prédéterminées et estime ladite caractéristique de fréquence sur la base du résultat du jugement.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence établit des valeurs cibles pour à la fois un couple d'amortissement et un couple synchrone de ladite génératrice dans un domaine de fréquence normal dans lequel ladite génératrice est capable de supprimer rapidement diverses oscilla-

tions et estime ladite caractéristique de fréquence dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en utilisant lesdites valeurs cibles.

5 Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen de génération élabore une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie dans un domaine Z en utilisant ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie.

10 Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen de génération constitue une fonction temporelle pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en convertissant de manière approchée ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en une réponse impulsionnelle dans le domaine temporel.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen de détection délivre des signaux de test aux nœuds proches de ladite génératrice lorsque ledit moyen de détection détecte lesdites valeurs d'état.

15 Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, ledit moyen d'estimation de paramètre estime lesdits paramètres de construction de réseau de distribution d'énergie sur la base d'une fonction de transfert dans un diagramme sous forme de blocs de commande d'équivalence dans lequel un effet du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie de ladite génératrice est extrait et une fonction de transfert dans un schéma de blocs de commande d'équivalence dans lequel un effet du régulateur automatique de tension de ladite génératrice est extraite.

20 En conformité avec un autre mode de réalisation de la présente invention, un procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comprend les étapes consistant à détecter les valeurs d'état d'une génératrice, extraire les composantes de fréquence fondamentale à partir desdites valeurs d'état et obtenir les gains et les phases desdites composantes de fréquence fondamentale, estimer les paramètres de construction de réseau sur la base desdits gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale, estimer une caractéristique de fréquence optimale dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sur la base desdits paramètres de construction de réseau et élaborer une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sur la base de la caractéristique de fréquence et générer un signal de commande qui doit être délivré à un régulateur automatique de tension.

30 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, lesdites composantes de fréquence fondamentale sont extraites à partir desdites valeurs d'état seulement lorsqu'une valeur d'écart d'une sortie de puissance et qu'une valeur d'écart d'une vitesse de rotation de ladite génératrice sont plus grandes que des valeurs établies qui ont été précédemment établies.

35 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, une fréquence de vibration de chaque valeur d'état pour chacune desdites valeurs d'état est détectée et lesdites composantes de fréquence fondamentale extraites à partir de chaque valeur d'état sont seulement sorties lorsque chaque fréquence de vibration est approximativement égale aux autres fréquences de vibration.

40 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, lesdits paramètres de construction de réseau sont seulement estimés lorsqu'une fréquence de vibration suivante est différente d'une fréquence de vibration précédente.

45 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, lesdits paramètres de construction de réseau sont comparés à des valeurs prédéterminées et ladite caractéristique de fréquence est estimée sur la base du résultat de la comparaison.

50 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, des valeurs cibles sont établies pour à la fois un couple d'amortissement et un couple synchrone de ladite génératrice dans un domaine de fréquence normal dans lequel ladite génératrice est capable de supprimer diverses oscillations et ladite caractéristique de fréquence du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie est estimée en utilisant lesdites valeurs cibles du couple d'amortissement et dudit couple synchrone.

55 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, une fonction de transfert dans un domaine Z pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie est élaborée en utilisant ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie.

60 Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, une fonction temporelle pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie est élaborée en

convertissant de manière approchée lesdites caractéristiques de fréquence estimées dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en une réponse impulsionnelle dans le domaine temporel.

Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, des signaux de test sont entrés au niveau des nœuds proches de ladite génératrice lorsque lesdites valeurs d'état sont détectées.

Dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie, comme autre mode de réalisation de la présente invention, lesdits paramètres de construction de réseau sont estimés sur la base d'une fonction de transfert dans un schéma de blocs de commande d'équivalence dans lequel l'effet du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie de ladite génératrice est extrait et une fonction de transfert dans un schéma de blocs de commande d'équivalence dans lequel un effet du régulateur automatique de tension de ladite génératrice est extrait.

Ceux-ci et autres buts, caractéristiques, aspects et avantages de la présente invention deviendront plus apparents à partir de la description détaillée suivante de la présente invention lorsque lue en liaison avec les dessins annexés, dans lesquels:

la fig. 1 est un schéma montrant une configuration d'un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation de la présente invention;

la fig. 2 est un organigramme montrant une exécution d'un procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation de la présente invention;

la fig. 3 est un schéma sous forme de blocs de commande montrant un effet PSS d'un système d'excitation d'une génératrice;

la fig. 4 est un schéma sous forme de blocs de commande montrant un effet AVR du système d'excitation de la génératrice; et

la fig. 5 est un schéma montrant une configuration d'un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le second mode de réalisation de la présente invention.

D'autres caractéristiques de cette invention deviendront apparentes à partir de la description suivante des modes de réalisation préférés qui sont donnés à des fins d'illustration de l'invention et ne sont pas destinés à la limiter.

La fig. 1 est un schéma montrant une configuration du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation de la présente invention. Sur la fig. 1, la référence numérique 1 désigne une génératrice connectée à un réseau de distribution d'énergie. La référence numérique 2 indique une section de détection de valeur d'état pour détecter des valeurs d'état de la génératrice 1, telle qu'une valeur d'écart ΔP d'une puissance active d'une génératrice 1, une valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique de la génératrice 1, une valeur d'écart ΔV de la tension au nœud proches de la génératrice 1, une valeur d'écart ΔI d'un courant dans une ligne placée à proximité de la génératrice 1, et une valeur d'écart $\Delta \omega$ d'une vitesse de rotation de la génératrice 1. La référence numérique 3 indique un circuit de génération de signaux de test pour générer et sortir des signaux de test vers un nœud proche de la génératrice 1 lorsqu'elle reçoit le signal de la valeur «1» d'une instruction de test GO délivrée de manière externe. La référence numérique 4 désigne un circuit de mesure pour mesurer les valeurs d'état d'une génératrice 1 lorsqu'une instruction de mesure GS délivrée de manière externe passe à la valeur «1». La référence numérique 5 indique un circuit de filtre pour éliminer les composantes de bruit qui chevauchent les valeurs d'état de la génératrice 1 qui ont déjà été mesurées par le circuit de mesure 4. La référence numérique 6 désigne un circuit de commande de sortie pour sortir, vers la section d'estimation de paramètre 7, les valeurs d'état de la génératrice 1 qui ont été mesurées pendant un cycle fonctionnel compté à partir du moment où la valeur d'écart ΔP de la sortie de puissance électrique devient supérieure à une valeur établie P_c et la valeur d'écart $\Delta \omega$ de la vitesse de rotation devient supérieure à la valeur établie ω_{gc} .

La référence numérique 7 désigne la section d'estimation de paramètre qui est constituée d'un circuit de décomposition de composante de fréquence 8 et d'un circuit d'estimation de construction de réseau. La référence numérique 8 représente le circuit de décomposition de composante de fréquence pour extraire une composante de fréquence fondamentale de chacune des valeurs d'état ΔP , $\Delta \omega_g$, $\Delta \delta$ et ΔV_{PSS} de la génératrice 1 sortie à partir du circuit de détection de valeur d'état 2. La référence numérique 9 représente le circuit d'estimation de paramètre de construction du réseau pour estimer les paramètres de construction de réseau sur la base du gain et de la phase de chaque composante de fréquence fondamentale obtenue par le circuit de décomposition de composante de fréquence 8. La référence numérique 10 désigne une section d'estimation de caractéristique de fréquence pour estimer une caractéristique de fréquence optimale du PSS sur la base des paramètres de construction de réseau qui ont été estimés par la section d'estimation de paramètre 7. La référence numérique 11 représente un circuit de génération de signaux de commande pour mettre à jour une fonction de transfert du PSS ou les paramètres du PSS sur la base de la caractéristique de fréquence estimée par la section d'estimation de caractéristique de fréquence 10 et pour générer un signal de commande V_{PSS} qui doit être sorti vers un régulateur automatique de tension 12. La référence numérique 12 indique le régulateur automatique de tension (AVR)

pour commander la tension qui a été générée par et sortie à partir de la génératrice basée sur le signal de commande ΔV_{PSS} généré par la section de génération de signaux de commande 11.

La fig. 2 est un organigramme montrant une exécution du procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation de la présente invention.

5 On décrira maintenant le fonctionnement du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et l'exécution du procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie comme le premier mode de réalisation.

Tout d'abord, afin de connaître une condition de fonctionnement actuelle du réseau de distribution d'énergie incluant une construction de réseau du réseau de distribution d'énergie, des signaux de test sont délivrés aux nœuds proches de la génératrice 1 sans influence sur le fonctionnement actuel du réseau de distribution d'énergie. C'est-à-dire lorsqu'il reçoit le signal d'instruction de test GO de la valeur «1» délivrée à partir d'un dispositif externe (omis des figures), le circuit de génération de signaux de test 3 génère des signaux de test de n types de fréquences différentes (n est un nombre entier positif) à l'intérieur d'un cycle fonctionnel et les sort vers le nœud de la génératrice 1 (étape ST1).

15 Dans ce cas, il est également acceptable de mesurer la valeur d'état de la génératrice 1 à tout instant en utilisant la valeur d'instruction de mesure GS de la valeur fixée «1».

Lorsque le circuit de génération de signaux de test 3 sort le signal de test vers le nœud proche de la génératrice 1 (ou lorsque le dispositif externe délivre la valeur d'instruction de mesure GS de la valeur «1»), le circuit de mesure 4 détecte les valeurs d'état de la génératrice 1 telles qu'une valeur d'écart ΔP d'une puissance active de la génératrice 1, une valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique de la génératrice 1, une valeur d'écart de la tension au nœud proche de la génératrice 1, une valeur d'écart ΔI du courant dans une ligne placée à proximité de la génératrice 1 et une valeur d'écart $\Delta \omega$ de la vitesse de rotation de la génératrice 1 (étape ST2).

Lorsque le circuit de mesure 4 détecte les valeurs d'état de la génératrice 1, le circuit de filtre 5 élimine les composantes de bruit qui chevauchent les valeurs d'état de la génératrice 1. Toutefois, du fait que la possibilité du changement de la condition de fonctionnement du réseau de distribution d'énergie est plus faible lorsque la sortie de puissance électrique P_e de la génératrice 1 n'est pas modifiée dans une plage importante même si la tension et autres valeurs de la tension au niveau du nœud proche de la génératrice 1 sont changées, le circuit de commande de sortie 6 juge si chacune des valeurs d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique et de la valeur d'écart $\Delta \omega_g$ de la sortie de vitesse de rotation se trouve dans chaque limite acceptable ou non. C'est-à-dire que le circuit de commande de sortie 6 juge si oui ou non la valeur $\Delta \omega_g$ de la vitesse de rotation est plus grande que la valeur établie $\Delta \omega_c$. (Étape ST3) le circuit de commande de sortie 6 sort vers la section d'estimation de paramètre 7 m valeurs d'état appariées (m est un nombre entier positif) de la génératrice 1 qui ont été mesurées pendant un cycle fonctionnel T_d compté à partir du moment où cette condition est seulement satisfaite, à savoir lorsque la valeur d'écart $\Delta \omega_g$ de la vitesse de rotation est plus grande que la valeur établie $\Delta \omega_c$.

Lorsqu'il sort les valeurs d'état de la génératrice 1 vers la section d'estimation de paramètre 7, le circuit de commande de sortie 6 sort également la valeur d'instruction de sortie GP de la valeur «1» vers la section d'estimation de paramètre 7. De plus, lorsqu'il reçoit la valeur d'instruction de sortie GP de la valeur «1», le circuit de décomposition de composante de fréquence 8 dans les sections d'estimation de paramètre 7 exécute une opération de décomposition de transformation de fourier rapide (FFT) pour chaque valeur d'état de la génératrice 1 afin d'obtenir le gain et la phase de la composante de fréquence fondamentale et la fréquence ω_f du mode de vibration. Dans les faits, comme représenté ci-dessous, l'opération de décomposition FFT en la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance, en la valeur d'écart $\Delta \omega_g$ de la vitesse de rotation et en la valeur d'écart $\Delta \delta$ d'un angle de déférence relative est exécutée afin de calculer le gain et la phase de la composante de fréquence fondamentale (étape ST4). Dans ce cas, la valeur d'écart $\Delta \delta$ de l'angle de différence relative est obtenue en exécutant une opération de calcul vectoriel parmi la valeur d'écart ΔV de la tension, la valeur d'écart ΔI du courant et la valeur d'écart ΔP de la puissance électrique active.

50 $\Delta P_e = K_{P0} + K_{P1} \cdot \sin(\omega_f \cdot t + \theta_p) + \dots$ (1),
 $\Delta \omega_g = K_{\omega 0} + K_{\omega 1} \cdot \sin(\omega_f \cdot t + \theta_{\omega g}) + \dots$ (2),
 $\Delta \delta = K_{\delta 0} + K_{\delta 1} \cdot \sin(\omega_f \cdot t + \theta_{\delta}) + \dots$ (3),
 où K_{P1} , θ_p sont un gain et une phase de ΔP_e lorsque la composante de fréquence fondamentale est ω_f , $K_{\omega 1}$, $\theta_{\omega g}$ sont un gain et une phase de $\Delta \omega_g$ lorsque la composante de fréquence fondamentale est ω_f et $K_{\delta 1}$, θ_{δ} sont un gain et une phase de $\Delta \delta$ lorsque la composante de fréquence fondamentale est ω_f .

Du fait qu'on peut juger que la précision de la mesure est faible lorsque la composante de fréquence ω_f de chaque mode de vibration n'est pas égale, le circuit de décomposition de composante de fréquence 8 sort la valeur d'instruction de calcul GF d'une valeur «1» seulement lorsque la fréquence ω_f de chaque mode de vibration est approximativement égale aux autres, par exemple, lorsque la différence de chaque fréquence est à l'intérieur d'un pourcent (étape ST5).

Du fait que les mêmes résultats estimés peuvent être obtenus lorsque la fréquence du mode de vibration qui a été maintenant détectée est égale à la fréquence du mode de vibration qui a été précédemment détectée, une valeur d'écart ΔP de la puissance électrique active de la génératrice 1, le circuit

de décomposition de composante de fréquence 8 sort vers la section à d'estimation de paramètre de construction de réseau 9 une valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique de la génératrice 1, une valeur d'écart $\Delta \omega g$ de la vitesse de rotation et une phase et un gain d'une valeur d'écart $\Delta \delta$ d'un angle de différence relative et une fréquence ωf seulement lorsque la fréquence ωf du mode de vibration est différente de la fréquence du mode de vibration précédent (étape ST9).

La fig. 3 est un schéma sous forme de blocs de commande montrant un concept de l'effet PSS du système d'excitation de la génératrice 1. La fig. 3 montre la fonction de transfert $Ge1(j\omega)$ qui est obtenue par la valeur d'écart $\Delta \omega g$ de la vitesse de rotation et par la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique.

La fig. 4 est un schéma sous forme de blocs de commande montrant le concept de l'effet AVR du système d'excitation de la génératrice 1. La fig. 4 montre la fonction de transfert $Ge2(j\omega)$ qui est obtenue par la valeur d'écart $\Delta \delta$ de l'angle de différence relative et par la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique. Puisque chaque bloc inclut les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$, afin d'estimer les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$, les équations simultanées sont résolues en entrant le gain et la phase des composantes de fréquence fondamentale des valeurs d'écart ΔP , $\Delta \omega g$ et $\Delta \delta$ des valeurs d'état des k paires mesurées (k est un nombre entier positif) et la fréquence ωf du mode de vibration dans les fonctions de transfert $Ge1$ et $Ge2$. Le détail de l'opération d'estimation pour les paramètres de construction de réseau sera expliqué ci-dessous.

$Ge1(j\omega)$

$$= \Delta P_e(j\omega) / \Delta \omega g(j\omega) \\ = k2 \cdot G_{AVR}(j\omega) \cdot G_F(j\omega) \cdot G_{PSS}(j\omega) \\ / [1 + k6 \cdot G_{AVR}(j\omega) \cdot G_F(j\omega)] \dots (4)$$

$Ge2(j\omega)$

$$= \Delta P_e(j\omega) / \Delta \delta(j\omega) \\ = -k2 \{ k4 + k5 \cdot G_{AVR}(j\omega) \} \cdot G_F(j\omega) \\ / [1 + k6 \cdot G_{AVR}(j\omega) \cdot G_F(j\omega)] \dots (5)$$

où $\Delta P_e(j\omega) = KP1 \cdot e^{j\theta_P}$

$\Delta \omega g(j\omega) = K\omega g1 \cdot e^{j\theta_{\omega g}}$

$\Delta \delta(j\omega) = K\delta1 \cdot e^{j\theta_{\delta}}$

$G_F(j\omega) = k3 / [1 + k3 \cdot Td0' \cdot (j\omega)]$

$G_{AVR}(j\omega)$: fonction de transfert de AVR

$G_{PSS}(j\omega)$: caractéristique de fréquence du PSS.

Tout d'abord, la fréquence ωf du mode de vibration est entrée en la fréquence $\omega(i)$, où $i = m+1, m+2$ et $m+3$. Ensuite, à la fois la fonction de transfert $G_{AVR}(j\omega(i))$ de l'AVR et la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega(i))$ du PSS sont calculées et les résultats du calcul sont entrés dans les équations (4) et (5), respectivement. En outre, lorsque la fréquence est $\omega(i)$, les gains $KP1(i)$ et $K\omega g1(i)$ et les phases $\theta_P(i)$, $\theta_{\omega g1}(i)$ sont entrés dans l'équation (4), ensuite les équations simultanées peuvent être formées et les paramètres de construction de réseau $k2$, $k3$ et $k6$ sont calculés en résolvant les équations simultanées. Deuxièmement, les paramètres obtenus $k2$, $k3$ et $k6$ et les gains $kp1(i)$, $k\delta1(i)$ et les phases $\theta_P(i)$, $\theta_{\delta}(i)$ sont entrés dans l'équation (5), ensuite les paramètres $k4$ et $k5$ sont calculés en résolvant une équation simultanée linéaire obtenue à partir de l'équation (5).

Lorsque les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ sont obtenus en utilisant le procédé ci-dessus, le circuit d'estimation de paramètre de construction de réseau 9 sort les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ et la valeur d'instruction d'étude GR d'une valeur «1» vers la section d'estimation de caractéristique de fréquence 10. Dans ces traitements, afin d'éliminer toute erreur de mesure et toute opération erronée, les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ ne sont pas utilisés et les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ sortent la valeur d'instruction d'étude GR d'une valeur «0» vers la section d'estimation de caractéristique de fréquence 10 lorsqu'un paramètre ou plusieurs paramètres de construction de structure de réseau $k2$ à $k6$ sont au-dessus de valeurs limites supérieures ou au-dessous de valeurs limites inférieures (étape ST8).

Lorsqu'elle reçoit les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ et la valeur d'instruction d'étude GR d'une valeur «1», la section d'estimation de caractéristique de fréquence 10 commence l'opération d'estimation pour la caractéristique de fréquence optimale du PSS en utilisant les paramètres de construction de réseau $k2$ à $k6$ reçus (étape ST9).

Dans les faits, la caractéristique de fréquence optimale du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) est estimée de la manière suivante.

Tout d'abord, les valeurs cibles du couple d'amortissement et du couple synchrone de la génératrice 1 dans une bande de fréquence normale de 0,1 Hz à 20 Hz sont fixées afin d'obtenir la caractéristique de fréquence optimale du PSS. C'est-à-dire qu'afin d'accroître l'effet de stabilisation pour le réseau de distribution d'énergie, il est nécessaire d'établir le couple d'amortissement à une valeur plus élevée optimale et d'établir le couple synchrone du système d'excitation à une valeur plus petite aussi faible que possible, simultanément. Le couple d'amortissement T_d et le couple synchrone T_k du système de commande la génératrice pour déterminer tous les deux la force d'amortissement de la génératrice 1 peuvent être exprimés ci-dessous:

$$T_d = T_{d_SYS} + T_{d_AVR} + T_{d_PSS} \dots (6)$$

$$T_k = T_{k_SYS} + T_{k_AVR} + T_{k_PSS} \dots (7)$$

où T_{d_SYS} est un couple d'amortissement (une valeur constante) comme la valeur inhérente du réseau de distribution d'énergie;

5 T_{d_AVR} est un couple d'amortissement dans l'effet AVR qui peut être calculé en utilisant les paramètres de construction, de réseau k2 à k6 et la fonction de transfert de l'AVR 12, comme il est représenté sur la fig. 4;

T_{d_PSS} est un couple d'amortissement dans l'effet PSS;

T_{k_SYS} est un couple synchrone (une valeur constante) comme une valeur inhérente du réseau de distribution d'énergie;

10 T_{k_AVR} est un couple synchrone dans l'effet AVR qui peut être calculé en utilisant le bloc de commande comme il est représenté sur la fig. 4, toutefois, il n'est pas nécessaire de calculer ce couple synchrone T_{k_AVR} dans ce cas;

T_{k_PSS} est un couple synchrone dans l'effet PSS; et

Tk est attendu être égal à la valeur de T_{k_SYS} afin de maintenir l'état synchrone de la génératrice 1.

15 La valeur cible de Td peut être obtenue correctement en analysant le réseau de distribution d'énergie. A des fins de simplification, Td est exprimée en utilisant une fonction ou une matrice ici. Un exemple sera représenté ci-dessous.

$$T_d = 2.M.\omega.\zeta / (1-\zeta^2)^{1/2}$$

20 où M est une valeur constante d'inertie de la génératrice 1 et ζ est un facteur d'atténuation de la vibration du réseau de distribution d'énergie.

Comme il est représenté ci-dessous, puisque le couple d'amortissement T_{D_PSS} et le couple synchrone T_{K_PSS} dans l'effet PSS inclut les caractéristiques de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ et les valeurs Td, Tk, T_{d_SYS} , T_{d_AVR} , T_{k_SYS} et T_{k_avr} sont des valeurs connues, la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS peut être obtenue par les équations suivantes (8) et (9):

25 dans le cas où le signal d'entrée du PSS est la valeur d'écart $\Delta\omega$ de la vitesse de rotation de la génératrice,

$$\begin{aligned} T_{d_PSS} &= \text{Re}[G_{PSS}(j\omega) \cdot Ge3(j\omega)] \\ &= K_{PSS}(\omega) \cdot Ke3(\omega) \cdot \cos(\theta_{PSS}(\omega) + \theta e3(\omega)) \dots (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 30 \quad T_{k_PSS} &= -(\omega/\omega_0) \cdot \text{Im}[G_{PSS}(j\omega) \cdot Ge3(j\omega)] \\ &= -(\omega/\omega_0) \cdot K_{PSS}(\omega) \cdot Ke3(\omega) \cdot \sin(\theta_{PSS}(\omega) + \theta e3(\omega)) \dots (9) \end{aligned}$$

35 où ω est une fréquence, ω_0 est une fréquence fondamentale (valeur constante) du réseau de distribution d'énergie, $Ge3(j\omega)$ est une fonction de transfert du bloc de commande désignée en tirets interrompus représentés sur la fig. 3, $ke3(j\omega)$ est une caractéristique de gain de la fonction de transfert $Ge3(j\omega)$, $\theta e3(j\omega)$ est une caractéristique de phase de la fonction de transfert $Ge3(j\omega)$, K_{PSS} est une caractéristique de gain $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS et $\theta_{PSS}(\omega)$ est une caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$.

40 Dans les faits, puisque le couple synchrone T_{K_PSS} dans l'effet PSS est établi à zéro à la première étape (c'est-à-dire bien que dans un cas réel le couple synchrone T_{K_PSS} dans l'effet PSS est égal au couple synchrone T_{k_AVR} dans l'effet AVR et les deux signes de ceux-ci sont inversés l'un par rapport à l'autre pour maintenir l'état synchrone de la génératrice 1, en général, le couple synchrone T_{K_AVR} dans l'effet AVR est grandement plus petit que le couple synchrone T_{k_SYS} comme la valeur inhérente du réseau de distribution d'énergie, il de ce fait possible d'établir le couple synchrone T_{K_PSS} dans l'effet

45 PSS à zéro). En conséquence, l'équation (9) peut être modifiée en l'équation (10) suivante:

$$\begin{aligned} \sin(\theta_{PSS}(\omega) + \theta e3(\omega)) &= 0 \\ \theta_{PSS}(\omega) &= -\theta e3(\omega) \dots (10) \end{aligned}$$

En outre, lorsque l'équation (10) est insérée dans l'équation (8), le couple d'amortissement T_{D_PSS} peut être exprimé ci-dessous:

$$50 \quad T_{D_PSS} = K_{PSS}(\omega) \cdot Ke3(\omega) \dots (11).$$

Lorsque l'équation (11) est insérée dans l'équation (6), la caractéristique de gain K_{PSS} de la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ peut être exprimée ci-dessous:

$$\begin{aligned} K_{PSS}(\omega) &= \\ (T_d(\omega) - T_{d_SYS} - T_{d_AVR}(\omega)) / Ke3(\omega) \dots (12). \end{aligned}$$

55 Puisqu'il est possible d'obtenir de ce fait à la fois la caractéristique de gain $K_{PSS}(\omega)$ et la caractéristique de phase $\theta_{PSS}(\omega)$ de la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$, la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS peut être obtenue. Du fait que la fonction de transfert $Ge3(j\omega)$ est obtenue par les paramètres de construction de réseau k2, k3 et k6 (voir la fig. 3) et du fait que la fonction de transfert $Ge2(j\omega)$ est également obtenue par les paramètres de construction de réseau k2 à k6, on peut considérer que la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ est obtenue par les paramètres de construction de réseau k2 à k6. Ainsi, lorsque la caractéristique de fréquence optimale $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS est obtenue, la section de génération de signaux de commande 11 forme la fonction de transfert du PSS en utilisant la caractéristique de fréquence optimale $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS, comme décrit ci-dessous.

65 En premier, la section de génération de signaux de commande (11) calcule une réponse impulsionnelle unitaire approchée $0(t)$ du PSS en utilisant la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ PSS:

$$O(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \operatorname{Re}(G_{\text{PSS}}(j\omega)) \cdot \cos(\omega t) d\omega \quad (13)$$

lorsque $t = kT$,

$$O(kT) = \frac{2}{\pi} \sum_{i=1}^m \operatorname{Re}(G_{\text{PSS}}(j\omega)) \cdot \cos(\omega i k T) \Delta\omega \quad (14)$$

Dans la section de génération de signaux 11, la fonction de transfert du PSS est exprimée en utilisant une fonction impulsionnelle $G_p(z)$ dans le domaine Z comme suit:

$$G_p(z) = O(z)/u(z) = O(z) / [k_0 + k_1 z^{-1} + k_2 z^{-2} + k_3 z^{-3} + \dots + k_n z^{-n}] \quad (15)$$

où $O(z)$ est une fonction Z de $O(t)$ et $u(z)$ est une conversion Z de l'impulsion unitaire $u(t)$ du PSS et $u(z) = 1$.

Dans le cas actuel du système de commande pour le réseau de distribution d'énergie, il est difficile de former le système de commande ayant une valeur N plus grande, et on introduit un coefficient d'interpolation d'erreur k_e . Ce coefficient d'interpolation d'erreur k_e est sélectionné en correspondant à N et aux exigences des caractéristiques.

$k_i = O(iT)$ ($i = 0, 1, 2, \dots, n$).

La section de génération de signaux de commande 11 met à jour la fonction de transfert du PSS par la fonction impulsionnelle $G_p(z)$. La section de génération de signaux de commande 11 insère la valeur d'écart $\Delta\omega$ de la vitesse de rotation de la génératrice 1 dans la fonction impulsionnelle $G_p(z)$ pour générer le signal de commande ΔV_{PSS} et sort le signal de commande ΔV_{PSS} vers l'AVR 12 (étape ST10). En conséquence, l'oscillation de la génératrice 1 peut être supprimée.

Comme on l'a décrit précédemment, en conformité avec le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et avec le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie comme le premier mode de réalisation, les paramètres de construction de réseau k_2 à k_6 sont estimés en utilisant le gain et la phase de la composante de fréquence fondamentale dans chaque valeur d'état de la génératrice et la caractéristique de fréquence optimale $G_{\text{PSS}}(j\omega)$ du PSS est de plus estimée sur la base des paramètres de construction de réseau k_2 à k_6 afin de former la fonction de transfert du PSS. Il est de ce fait possible d'obtenir la fonction de transfert du PSS qui concorde à la condition de fonctionnement dans le réseau de distribution d'énergie actuel. Il s'ensuit qu'il est possible de supprimer rapidement l'oscillation de la génératrice 1 qui est provoquée par le changement des conditions fonctionnelles actuelles.

La fig. 5 est un schéma montrant une configuration du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le second mode de réalisation de la présente invention. Sur la fig. 5, la référence numérique 70 désigne une section d'estimation de paramètre et la référence numérique 80 représente une section de décomposition de composante de fréquence formant la section d'estimation de paramètre 70. D'autres composants dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du second mode de réalisation sont les mêmes que les composants dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du premier mode de réalisation représenté sur la fig. 1. En conséquence, les mêmes références numériques sont utilisées pour les mêmes composants et l'explication de ceux-ci est omise ici à des fins de brièveté.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie comme le premier mode de réalisation représenté sur la fig. 1, le circuit d'estimation de paramètre de construction du réseau insère la fonction de transfert $G_{e1}(j\omega)$ à partir de la valeur d'écart $\Delta\omega$ de la vitesse de rotation qui doit être entrée dans le PSS et la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique dans le gain et la phase de la composante de fréquence fondamentale afin d'estimer les composantes de construction du réseau k_2 , k_3 et k_6 . Lorsque le PSS est exprimé par une fonction temporelle, il est difficile pour le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du premier mode de réalisation puisse d'estimer les paramètres de construction de réseau k_2 , k_3 et k_6 même si le gain et autres valeurs des composantes de fréquence fondamentale sont insérées dans la fonction de transfert $G_{e1}(j\omega)$.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sous forme du second mode de réalisation représenté sur la fig. 5, le circuit de décomposition de composante de fréquence 80 entre le signal de commande ΔV_{PSS} pour l'AVR 12 sorti à partir de la section génération de signaux de commande 11 et la section d'estimation de paramètre de construction de réseau 9 estime les paramètres de construction de réseau k_2 , k_3 et k_6 en utilisant la fonction de transfert $G_{e3}(j\omega)$ du signal de commande ΔV_{PSS} avec la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance.

$$\begin{aligned} G_{e3}(j\omega) &= \Delta P_e(j\omega) / \Delta V_{\text{PSS}}(j\omega) \\ &= k_2 \cdot G_{\text{AVR}}(j\omega) \cdot G_F(j\omega) \\ &\quad / [1 + k_6 \cdot G_{\text{AVR}}(j\omega) \cdot G_F(j\omega)] \quad \dots (16). \end{aligned}$$

C'est-à-dire que lorsque la fréquence est $\omega(i)$ et $i=m+1$, $m+2$, et $m+3$, la fonction de transfert $G_{AVR}(j\omega(i))$ de l'AVR est calculée et le résultat du calcul est inséré dans l'équation (16). En outre, les équations simultanées sont formées en insérant le gain $KP1(i)$ et la phase $\theta p(i)$ de la valeur d'écart ΔP_e de la sortie de puissance électrique et le gain $KVp(i)$ et la phase $\theta ps(i)$ du signal de commande ΔV_{PSS} lorsque la fréquence est $\omega(i)$ dans l'équation (16) et ensuite les équations simultanées sont résolues afin d'obtenir les paramètres de construction de réseau $k2$, $k3$ et $k6$. Dans ce cas, le gain $KVp(i)$ et la phase $\theta ps(i)$ du signal de commande ΔV_{PSS} et la fréquence $\omega(i)$ du mode de vibration sont calculées en effectuant l'opération de décomposition FRT sur le signal de commande ΔV_{PSS} par le circuit de décomposition de composante de fréquence 80.

En conséquence, en conformité avec le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et avec le procédé sous forme du second mode de réalisation, il est possible d'obtenir la fonction de transfert optimale du PSS qui peut être appliquée aux conditions fonctionnelles actuelles du réseau de distribution d'énergie. Il s'ensuit qu'il est possible que le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du second mode de réalisation puisse supprimer rapidement les oscillations de la génératrice 1 même si les conditions fonctionnelles du réseau de distribution d'énergie sont modifiées.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation représenté sur la fig. 1 à 4, la section de génération de signaux de commande 11 utilise la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS qui est exprimée en utilisant la fonction impulsionnelle $Gp(z)$ dans le domaine Z. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à ceci, par exemple, il est possible de transformer la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS en une fonction temporelle $Op(mT)$ comme suit:

$$O_p(mT) = k_f \cdot T \sum_{k=0}^m u_{m-k}(kT) \cdot O(kT) \quad \dots (17)$$

Dans laquelle $u(kT)$ est un signal d'entrée du PSS, $O(kT)$ est une réponse impulsionnelle unitaire d'un PSS virtuel et k_f est un coefficient de compensation d'erreur.

En conséquence, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé sous forme du troisième mode de réalisation peuvent obtenir la fonction de transfert du PSS appliquée aux conditions fonctionnelles actuelles du réseau de distribution d'énergie. Il s'ensuit qu'il est possible que le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du troisième mode de réalisation puisse rapidement supprimer les oscillations de la génératrice 1 même si les conditions fonctionnelles du réseau de distribution d'énergie sont modifiées.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation représenté sur les fig. 1 à 4, la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS est réétudiée en utilisant la valeur d'écart $\Delta\omega_g$ de la vitesse de rotation de la génératrice 1 comme le signal d'entrée. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à ceci, par exemple, il est possible de réétudier la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS en utilisant la valeur d'écart Δf de la fréquence de tension de la génératrice 1 comme le signal d'entrée. C'est-à-dire, puisque $\omega = 2\pi f$, la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS peut être exprimée comme ci-dessous:

$$G_{PSS}(\omega) = 2\pi \cdot G_{PSS}(j\omega).$$

De ce fait, la caractéristique de gain $k_{fPSS}(\omega)$ et la caractéristique de phase $\theta_{fPSS}(\omega)$ peuvent être exprimées en utilisant les deux équations (10) et (12) comme suit:

$$K_{fPSS}(\omega) = 2\pi \cdot (T_d(\omega) - T_{d_sys} - T_{d_AVR}(\omega)) / K_{e3}(\omega),$$

$$\theta_{fPSS}(\omega) = \theta_{PSS}(\omega)$$

$$= -\theta_{e3}(\omega).$$

En conséquence, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie sous forme du quatrième mode de réalisation peuvent obtenir la fonction de transfert du PSS appliquée aux conditions fonctionnelles actuelles du réseau de distribution d'énergie. Il s'ensuit qu'il est possible que le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du quatrième mode de réalisation puisse rapidement supprimer l'oscillation de la génératrice 1 même si les conditions fonctionnelles du réseau de distribution d'énergie sont modifiées.

Dans le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et dans le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie en conformité avec le premier mode de réalisation représenté sur la fig. 1 à 4, la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS est réétudiée en utilisant la valeur d'écart $\Delta\omega_g$ de la vitesse de rotation de la génératrice 1 comme le signal d'entrée. Toutefois, la présente invention n'est pas limitée à ceci, par exemple, il est possible de réétudier la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS en utilisant la valeur d'écart ΔP de la puissance active de la génératrice 1. C'est-à-dire qu'on utilise comme signal d'entrée la relation entre la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS en utilisant la valeur d'écart $\Delta\omega_g$ de la vitesse de rotation et la caractéristique de fréquence $G_{PSS}(j\omega)$ du PSS en utilisant la valeur d'écart ΔP de la puissance active. La relation sera exprimée comme ci-dessous:

$$G_{PSS}(j\omega) = G_{PSS}(j\omega) \cdot G_m(j\omega)$$

$$G_m = 1/M \cdot (j\omega)$$

En conséquence, la caractéristique de gain $K_{PSS}(\omega)$ et la caractéristique de phase $\theta_{PSS}(\omega)$ du PSS sont obtenues en utilisant les deux équations (10) et (12) comme suit:

$$K_{PSS}(\omega) = |G_m(j\omega)| \cdot |K_{PSS}(\omega)|$$

$$= |G_m(\omega)| \cdot |T_{d_PSS}(\omega)| / K_{e2}(\omega) = (1/M\omega) (T_d(\omega) - T_{d_sys} - T_{d_AVR}(\omega)) / K_{e3}(\omega)$$

$$\theta_{PSS}(\omega) = \theta_{PSS}(\omega) - \pi/2$$

$$= -\theta_{e3}(\omega) - \pi/2.$$

En conséquence, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie sous forme du cinquième mode de réalisation peuvent obtenir la fonction de transfert du PSS appliquée aux conditions fonctionnelles actuelles du réseau de distribution d'énergie. Il s'ensuit qu'il est possible que le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie du cinquième mode de réalisation puisse rapidement supprimer l'oscillation de la génératrice 1 même si les conditions fonctionnelles du réseau de distribution d'énergie sont modifiées.

Comme décrit ci-dessus en détail, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle le moyen de détection détecte les valeurs d'état d'une génératrice, le moyen d'extraction extrait les composantes de fréquence fondamentale à partir desdites valeurs d'état détectées par ledit moyen de détection et pour obtenir les gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale, le moyen d'estimation de paramètre estime les paramètres de construction de réseau sur la base desdits gains et phases desdites composantes de fréquences fondamentale, le moyen d'estimation de caractéristique de fréquence estime une caractéristique de fréquence optimale dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sur la base desdits paramètres de construction de réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre et le moyen de génération constitue une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie sur la base de ladite caractéristique de fréquence estimée par ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence et pour générer un signal de commande qui doit être délivré à un régulateur automatique de tension (AVR). En conséquence, la caractéristique de fréquence du PSS qui est appliquée aux conditions fonctionnelles habituelles du réseau de distribution d'énergie peut être obtenue. Il s'ensuit que la présente invention a pour effet qu'il est possible de supprimer l'oscillation de la génératrice même si les conditions fonctionnelles du réseau de distribution d'énergie sont modifiées.

En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'extraction extrait lesdites composantes de fréquence fondamentale à partir desdites valeurs détectées par ledit moyen de détection seulement lorsqu'une valeur d'écart d'une sortie de puissance et une valeur d'écart d'une vitesse de rotation de ladite génératrice sont plus grandes que des valeurs établies qui ont été précédemment établies. En conséquence, la présente invention a pour effet qu'il est possible de réétudier la caractéristique de fréquence du PSS seulement lorsqu'il y a une possibilité élevée de modifier les conditions fonctionnelles de réseau de distribution d'énergie.

En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'extraction détecte une fréquence de vibration de chaque valeur d'état détectée par ledit moyen de détection et sort lesdites composantes de fréquence fondamentale extraites à partir de chaque valeur d'état seulement lorsque chaque fréquence de vibration est approximativement égale aux autres fréquences de vibration. De ce fait, la présente invention a pour effet qu'il est possible d'arrêter la réétude de la caractéristique de fréquence lorsque la précision de détection du moyen de détection est faible.

En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'estimation de paramètre estime lesdits paramètres de construction de réseau seulement lorsqu'une fréquence de vibration suivante est différente d'une fréquence de vibration précédente. En conséquence, la présente invention a pour effet qu'il est possible d'arrêter l'opération d'estimation pour les paramètres de construction de réseau lorsque l'opération d'estimation courante sortira le même résultat que celui qui a été précédemment calculé.

De plus, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'estimation de la caractéristique de fréquence juge lesdits paramètres de construction de réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre sur la base de valeurs prédéterminées et estime ladite caractéristique de fréquence sur la base du résultat du jugement. Par suite, la présente invention a pour effet qu'il est possible d'empêcher à l'avance une erreur de mesure et une opération erronée.

En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence établit des valeurs cibles pour à la fois un couple d'amortissement et un couple synchrone de ladite génératrice dans un domaine de fréquence normale dans lequel ladite génératrice fonctionne normalement et estime ladite caractéristique de fréquence dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en utilisant lesdites valeurs cibles. En conséquence,

la présente invention a pour effet qu'il est possible de maintenir le couple d'amortissement du système de commande de la génératrice à une valeur optimale. Il s'ensuit qu'il est possible de supprimer une vibration provoquée dans un domaine de fréquence large.

5 De plus, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen de génération constitue une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie dans un domaine Z en utilisant ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie. Par suite, la présente invention a pour effet qu'il est possible d'éliminer la charge de calcul sur l'unité centrale.

10 En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen de génération constitue une fonction temporelle pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en convertissant de manière approchée ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie en une réponse impulsionnelle dans le domaine temporel. De ce fait, la présente invention a pour effet qui on réussit à diminuer la charge de calcul sur l'unité centrale.

En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen de détection délivre des signaux de test aux nœuds proches de ladite génératrice lorsque ledit moyen de détection détecte lesdites valeurs d'état. En conséquence, la présente invention a pour effet qu'il est possible de détecter les valeurs d'état de la génératrice même si les valeurs d'état de la génératrice ne sont pas modifiées pendant un état en ligne.

20 En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle les valeurs d'état de la génératrice peuvent être détectées pendant un état en ligne. En conséquence, la présente invention a pour effet qu'il est possible de surveiller toute modification des conditions fonctionnelles provoquées par le changement des charges, par exemple.

25 En outre, en conformité avec la présente invention, le stabilisateur de réseau de distribution d'énergie et le procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie ont la configuration dans laquelle ledit moyen d'estimation de paramètre estime lesdits paramètres de construction de réseau sur la base d'une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence dans lequel un effet du stabilisateur de réseau de distribution d'énergie de ladite génératrice est extrait et d'une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence dans lequel un effet de régulateur automatique de tension de ladite génératrice est extrait. En conséquence, la présente invention a pour effet qu'il est possible d'estimer les paramètres de construction de réseau.

30 Bien que ce qui précède procure une description totale et complète des modes de réalisation préférés de la présente invention, diverses modifications, constructions en variante et équivalence peuvent être employées sans sortir de la portée de l'invention. En conséquence, la description et illustration énoncées précédemment ne doivent pas être comprises comme limitant la portée de l'invention, laquelle est définie par les revendications annexées.

Revendications

1. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) comprenant:
45 un moyen de détection (2) pour détecter les valeurs d'état d'une génératrice (1);
un moyen d'extraction (8, 80) pour extraire les composantes de fréquence fondamentale à partir des desdites valeurs d'état détectées par ledit moyen de détection (2) et pour obtenir les gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale;
50 un moyen d'estimation de paramètre (9) pour estimer les paramètres de construction de réseau sur la base desdits gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale;
un moyen d'estimation de caractéristique de fréquence (10) pour estimer une caractéristique de fréquence optimale dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) sur la base desdits paramètres de construction de réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre (9); et
un moyen de génération (11) pour constituer une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) sur la base de ladite caractéristique de fréquence estimée par ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence (10) et pour générer un signal de commande qui doit être
55 délivré à un régulateur automatique de tension (AVR).

2. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen d'extraction (8) extrait lesdites composantes de fréquence fondamentale à partir des desdites valeurs d'état détectées par ledit moyen de détection (2) seulement lorsqu'une valeur d'écart d'une sortie de puissance électrique et qu'une valeur d'écart d'une vitesse de rotation de ladite génératrice (1) sont supérieures à des valeurs précédemment établies.

3. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen d'extraction (8) détecte une fréquence de vibration de chaque valeur d'état détectée par ledit
65 moyen de détection (2) et sort lesdites composantes de fréquence fondamentale extraites à partir de

chaque valeur d'état seulement lorsque chaque fréquence de vibration est approximativement égale aux autres fréquences de vibration.

4. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 3, dans lequel ledit moyen d'estimation de paramètre (9) estime lesdits paramètres de construction de réseau seulement lorsqu'une des fréquences de vibration extraites a varié.

5. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence (10) juge lesdits paramètres de construction de réseau estimés par ledit moyen d'estimation de paramètre (9) sur la base de valeurs prédéterminées et estime ladite caractéristique de fréquence sur la base d'un résultat du jugement.

10 6. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 5, dans lequel ledit moyen d'estimation de caractéristique de fréquence (10) établit des valeurs cibles pour à la fois un couple d'amortissement et un couple synchrone de ladite génératrice (1) dans un domaine de fréquence normale dans lequel ladite génératrice (1) est capable de supprimer rapidement diverses oscillations et estime ladite caractéristique de fréquence dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) en utilisant lesdites valeurs cibles.

15 7. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen de génération (11) constitue une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) dans un domaine Z en utilisant ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS).

20 8. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen de génération (11) constitue une fonction temporelle pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) en convertissant de manière approchée ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) en une réponse impulsionnelle dans le domaine temporel.

25 9. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen de détection (2) délivre des signaux de test à des nœuds proches de ladite génératrice (1) lorsque ledit moyen de détection (2) détecte lesdites valeurs d'état.

30 10. Stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) selon la revendication 1, dans lequel ledit moyen d'estimation de paramètre (9) estime lesdits paramètres de construction de réseau sur la base d'une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence définie de manière à obtenir des valeurs cibles pour un couple synchrone et un couple d'amortissement dans un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) de ladite génératrice (1) et d'une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence définie de manière à obtenir des valeurs cibles pour un couple synchrone et un couple d'amortissement dans un régulateur automatique de tension (AVR) de ladite génératrice (1).

35 11. Procédé de stabilisation de réseau de distribution d'énergie qui doit être exécuté par un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS), comprenant les étapes consistant à détecter les valeurs d'état d'une génératrice (1); extraire les composantes de fréquence fondamentale à partir desdites valeurs d'état et obtenir les gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale; estimer les paramètres de construction de réseau sur la base desdits gains et phases desdites composantes de fréquence fondamentale; estimer une caractéristique de fréquence optimale dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) sur la base desdits paramètres de construction de réseau; et
40 constituer une fonction de transfert dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) sur la base de ladite caractéristique de fréquence et générer un signal de commande qui doit être délivré à un régulateur automatique de tension (AVR).

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel lesdites composantes de fréquence fondamentale sont extraites à partir desdites valeurs d'état seulement lorsqu'une valeur d'écart d'une sortie de puissance électrique et qu'une valeur d'écart d'une vitesse de rotation de ladite génératrice (1) sont supérieures aux valeurs établies qui ont été précédemment établies.

13. Procédé selon la revendication 11, dans lequel une fréquence de vibration de chaque valeur d'état est détectée et lesdites composantes de fréquence fondamentale extraites à partir de chaque valeur d'état sont seulement sorties lorsque chaque fréquence de vibration est approximativement égale
55 aux autres fréquences de vibration.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel lesdits paramètres de construction de réseau sont estimés seulement lorsqu'une des fréquences de vibration extraites a varié.

15. Procédé selon la revendication 11, dans lequel lesdits paramètres de construction de réseau sont comparés à des valeurs prédéterminées et ladite caractéristique de fréquence est estimée sur la base du résultat de la comparaison.

60 16. Procédé selon la revendication 11, dans lequel des valeurs cibles sont établies pour à la fois un couple d'amortissement et un couple synchrone de ladite génératrice (1) dans un domaine de fréquence normale, dans lequel ladite génératrice (1) est capable de supprimer rapidement diverses oscillations et ladite caractéristique de fréquence dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie est estimée en utilisant lesdites valeurs cibles dudit couple d'amortissement et dudit couple synchrone.

17. Procédé selon la revendication 11, dans lequel une fonction de transfert dans un domaine Z pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) est constituée en utilisant ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS).

5 18. Procédé selon la revendication 11, dans lequel une fonction temporelle pour ledit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) est constituée en convertissant de manière approchée ladite caractéristique de fréquence estimée dudit stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) en une réponse impulsionnelle dans le domaine temporel.

19. Procédé selon la revendication 11, dans lequel des signaux de test sont entrés à des nœuds proches de ladite génératrice (1) lorsque lesdites valeurs d'état sont détectées.

10 20. Procédé selon la revendication 11, dans lequel lesdits paramètres de construction de réseau sont estimés sur la base d'une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence, définie de manière à obtenir des valeurs cibles pour un couple synchrone et un couple d'amortissement dans un stabilisateur de réseau de distribution d'énergie (PSS) de ladite génératrice (1), et une fonction de transfert dans un schéma de bloc de commande d'équivalence, définie de manière à obtenir des valeurs cibles pour un couple synchrone et un couple d'amortissement dans un régulateur automatique de tension (AVR) de ladite génératrice (1).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

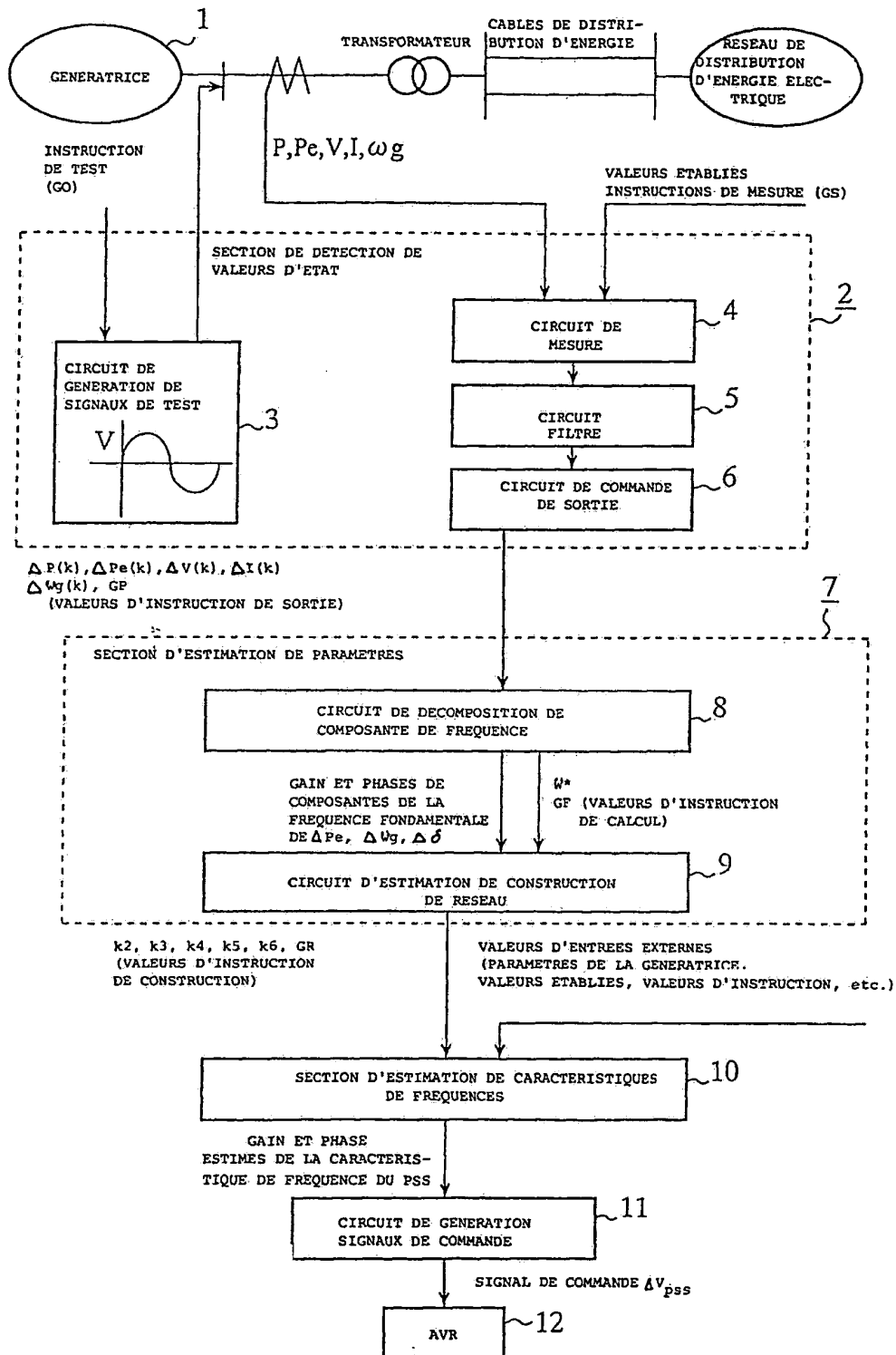


FIG.2

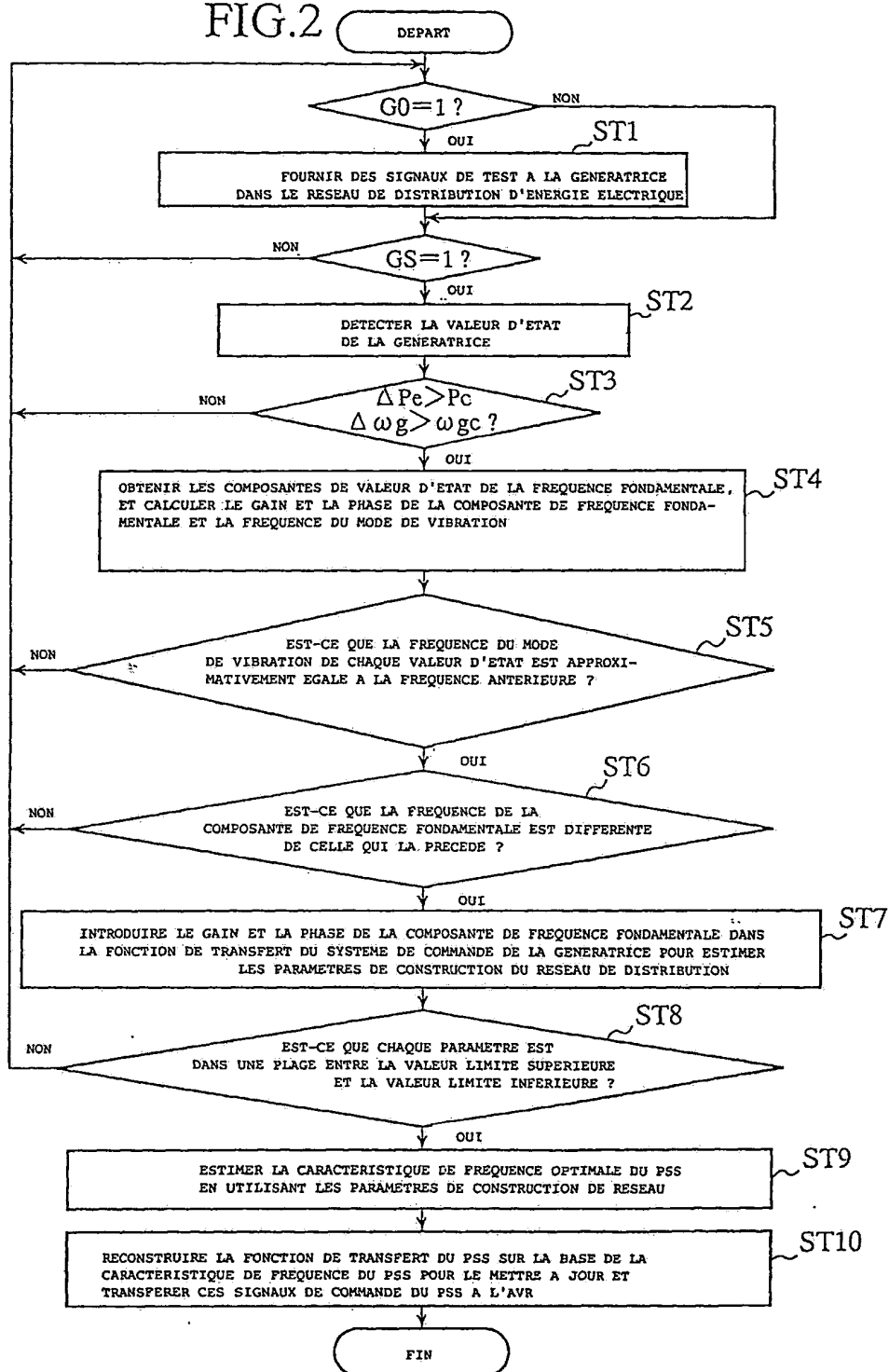


FIG.3

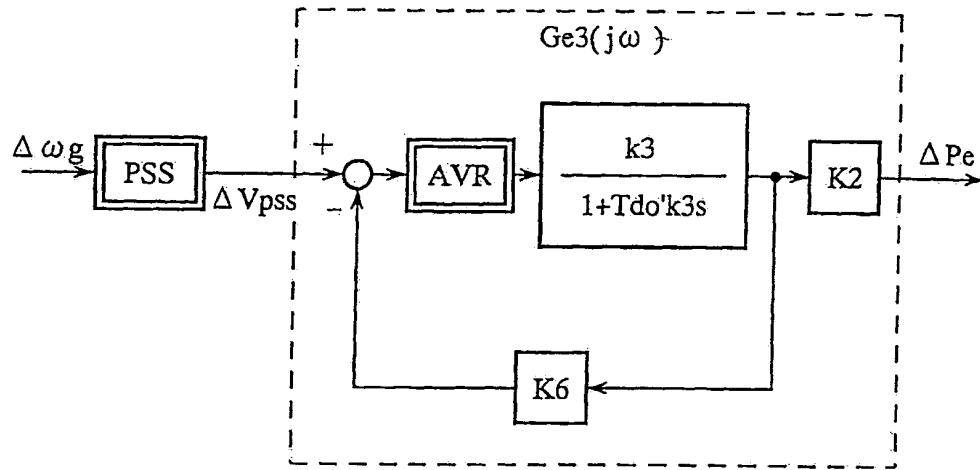


FIG.4

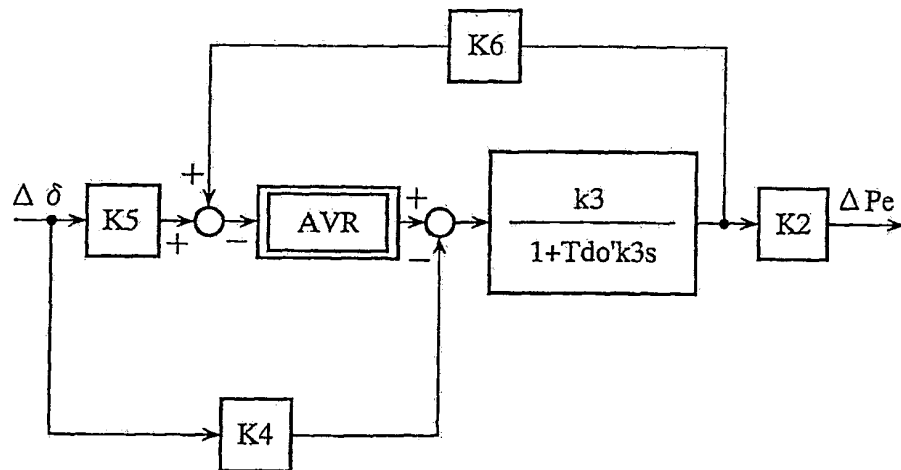


FIG.5

