

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 00451

⑤④ Groupe convertisseur comportant un moteur triphasé et un générateur synchrone.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 K 47/20; H 02 J 9/04; H 02 P 11/06, 13/20.

⑫② Date de dépôt..... 13 janvier 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : RFA, 29 janvier 1980, n° P 30 02 946.0.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 31 du 31-7-1981.

⑦① Déposant : Société dite : ANTON PILLER GMBH & CO., KG, résidant en RFA.

⑦② Invention de : Klaus Sachs.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion, et G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne un groupe convertisseur comportant un moteur à courant triphasé et un générateur ou alternateur synchrone.

Des groupes convertisseurs de ce type sont utilisés en tant que stabilisateurs de réseau ou convertisseurs de fréquence, ou encore dans des installations électriques de secours.

Les stabilisateurs de réseau sont des moteurs-générateurs qui, côté générateur, alimentent un réseau secondaire sur lequel sont branchés des appareils d'utilisation de grande valeur et sensibles. Grâce au moteur-générateur, le réseau secondaire est complètement séparé du réseau primaire et maintenu à l'abri de toutes les perturbations qui se produisent dans celui-ci telles que des pointes de tension, des surtensions ou de brusques chutes de tension. Grâce à l'énergie accumulée dans les masses tournantes, le réseau secondaire est également maintenu à l'abri de l'effet de courtes interruptions de secteur dans le réseau primaire. Comme moteurs d'entraînement dans les stabilisateurs de réseau, on peut utiliser des moteurs synchrones ou asynchrones. Les générateurs sont, de préférence, des générateurs synchrones excités sans balais.

Si les fréquences primaire et secondaire ne sont pas égales entre elles, le moteur-générateur fonctionne en convertisseur de fréquence, les fréquences différentes étant obtenues, par exemple, pour une même vitesse de rotation du moteur et du générateur, grâce à des nombres de pôles différents. Il est également connu de produire une différence de vitesse de rotation par l'intermédiaire d'engrenages ou encore d'utiliser des systèmes mixtes, dans lesquels la différence de fréquence est obtenue, d'une part, grâce à des nombres de pôles différents et, d'autre part, au moyen d'un engrenage intermédiaire. Si la fréquence secondaire est très voisine de la fréquence primaire, comme par exemple lorsqu'on passe de 50 à 60 Hz, il est nécessaire de prévoir, dans la forme d'exécution préférée fonctionnant sans engrenages, de grands nombres de pôles qui, comme les engrenages, ont un effet défavorable sur l'encombrement, le poids et le prix. Dans les convertisseurs de fréquence également, on utilise de préférence, comme moteurs d'entraînement, des moteurs synchrone ou asyn-

chrones. D'ailleurs, les convertisseurs de fréquence présentent également des propriétés de stabilisateur de réseau.

Un point problématique dans les groupes convertisseurs connus réside en ce qu'en cas de panne du secteur, les moteurs synchrones et asynchrones utilisés comme moteurs d'entraînement continuent de fonctionner en générateurs et peuvent renvoyer des puissances considérables dans le réseau primaire. La puissance ainsi renvoyée doit être prélevée, en même temps que la puissance que doit fournir le générateur, sur l'énergie accumulée dans les masses tournantes. Cela raccourcit considérablement les temps de "soudure" disponibles lors d'une panne de secteur.

Lors du rétablissement du courant du secteur, il se produit en outre, en particulier dans le cas de moteurs asynchrones, de fortes impulsions de courant dans le réseau primaire, qui peuvent déclencher des disjoncteurs de puissance montés en amont. De plus, surtout dans le cas de moteurs synchrones, il est nécessaire de prévoir des dispositifs de synchronisation qui ne permettent une remise en circuit que lors d'une coïncidence de phases.

Dans les moteurs-générateurs destinés à assurer une alimentation en courant ininterrompue, le moteur d'entraînement doit, en cas de panne de secteur, être alimenté par une batterie. Pour de tels groupes, on utilise par conséquent de préférence des moteurs à courant continu, dans lesquels la fréquence du réseau secondaire est maintenue constante par contrôle de l'excitation indépendamment de la tension d'alimentation et de la fréquence primaire. En raison des grandes constantes de temps de l'excitatrice, pour obtenir une bonne dynamique de régulation lors de l'action de grandeurs perturbatrices, il est en général nécessaire de prévoir des volants d'inertie supplémentaires qui, en particulier, aux grandes puissances, peuvent présenter des masses considérables et pour lesquels des paliers spéciaux doivent être prévus.

L'invention a pour objet de créer un groupe convertisseur pouvant être utilisé aussi bien comme stabilisateur de réseau ou convertisseur de fréquence, que pour assurer une alimentation en courant ininterrompue, réalisable selon un mode de construction à boîtier unique et sans balais et pré-

sentant une bonne dynamique de régulation, même sans volants d'inertie supplémentaires.

A cet effet, suivant l'invention, le moteur synchrone et le générateur synchrone sont réalisés sous la forme d'une machine comportant une roue polaire commune excitée sans balais et, côté stator, deux bobinages galvaniquement séparés l'un de l'autre, à savoir un enroulement de moteur et un enroulement de générateur, et l'enroulement de moteur est connecté, côté courant triphasé, à un convertisseur de courant alimenté par une source de courant continu.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses du groupe convertisseur suivant l'invention ;

- le convertisseur de courant est piloté de l'extérieur et ses impulsions d'amorçage sont déterminées par la position de phase de la tension régnant dans l'enroulement de moteur ;

- le convertisseur de courant est piloté en fonction de la position de la roue polaire ;

- les enroulements sont réalisés sous la forme d'enroulements pauvres en harmoniques ;

- il est prévu un filtre d'harmoniques avec un circuit de résonance monté en parallèle avec les bornes de l'enroulement de moteur ;

- le filtre d'harmoniques est calculé de manière à présenter une fréquence de résonance comprise entre les cinquième et septième fréquences harmoniques ;

- la puissance d'onde fondamentale du filtre d'harmoniques est calculée de telle manière que la puissance réactive du convertisseur de courant soit couverte ;

- il est prévu pour la roue polaire un moteur de lancement ;

- le convertisseur de courant est connecté, côté courant continu, par l'intermédiaire d'un redresseur de réseau non commandé, à un réseau de courant alternatif ;

- le redresseur est à six ou douze impulsions ;

- le redresseur peut être sélectivement connecté à une batterie.

Le groupe convertisseur suivant l'invention offre cet avantage qu'en cas de panne de secteur un retour de puissance est impossible tandis que, lors du rétablissement du courant

de secteur, aucune impulsion de courant incontrôlée n'apparaît. Le groupe convertisseur peut être alimenté à partir de batteries comme cela est nécessaire dans les installations d'alimentation en courant ininterrompue. Il est toutefois, également possible de prévoir une alimentation à partir d'un secteur à courant alternatif en passant par un circuit intermédiaire de courant continu, celui-ci pouvant être alimenté par l'intermédiaire de redresseurs non commandés.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et à l'examen du dessin joint qui en représente, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution.

Sur ce dessin :

- la figure unique représente un schéma de montage d'un groupe convertisseur suivant l'invention.

La machine synchrone combinée "moteur-générateur" 2 présente, côté stator, deux bobinages 4, 6 galvaniquement séparés l'un de l'autre mais qui sont excités par une roue polaire commune 8. La roue polaire est montée sur un arbre sur lequel est également disposée l'excitatrice 7 par laquelle la roue polaire est excitée sans balais. Sur l'arbre commun agit en outre un moteur de lancement 12.

L'enroulement de moteur 4 de la machine synchrone 2 est connecté à un convertisseur de courant 14. Ce convertisseur de courant alimente l'enroulement de moteur par l'intermédiaire de redresseurs de convertisseur de courant commandés 16. Côté courant continu, le convertisseur de courant est alimenté à partir d'un réseau de courant alternatif 18 par l'intermédiaire de redresseurs non commandés 20. Dans la mesure où ceci est nécessaire, par exemple dans des groupes destinés à assurer une alimentation en courant ininterrompue, il est en outre prévu une batterie 22. Le circuit de courant continu peut également être un secteur à courant continu. Le redresseur peut être à six impulsions. Un fonctionnement avec douze impulsions est toutefois également possible, par exemple par montage devant le redresseur d'un transformateur séparateur triphasé à deux secondaires isolés l'un de l'autre, décalés entre eux de 30 degrés électriques. Dans ce cas, chaque secondaire est chargé avec un redresseur monté en pont de courant

triphasé. Avec un montage redresseur à douze impulsions, le réseau primaire est maintenu dans une large mesure exempt des harmoniques de courant engendrés par le redresseur. Seuls restent non amortis les harmoniques de onzième et treizième ordres représentant respectivement 9% et 7,5% de la composante d'onde fondamentale.

Comme les redresseurs sont non commandés, la tension du circuit intermédiaire de courant continu est directement proportionnelle à la tension du réseau d'alimentation.

10 La tension continue du circuit intermédiaire de courant continu est reconvertie en une tension alternative triphasée par un convertisseur de courant à thyristors monté en pont de courant triphasé et qui, côté courant triphasé, est connecté à l'enroulement de moteur.

15 Le convertisseur de courant fonctionne en onduleur, par l'intermédiaire duquel la puissance active nécessaire au fonctionnement de la machine synchrone est prélevée dans le circuit de courant continu.

La puissance réactive de commande et de commutation nécessaire au convertisseur de courant est par contre fournie par la machine synchrone. Par réglage de l'amorçage des thyristors par rapport à la tension aux bornes de l'enroulement de moteur, on peut contrôler la consommation de puissance active de la machine synchrone. Cette consommation est, pour
25 une tension de moteur constante et une vitesse de rotation constante, pratiquement proportionnelle au courant passant dans le circuit intermédiaire de courant continu.

La régulation de vitesse de rotation de la machine peut être réalisée d'une manière connue, comme dans les commandes
30 à courant continu alimentées par des thyristors, au moyen d'un circuit régulateur de vitesse de rotation auquel est associé un circuit régulateur de courant.

Le circuit régulateur de courant établit une limitation de courant agissant dynamiquement pour la protection de l'ensemble de l'installation et offre la possibilité d'une élimination des grandeurs perturbatrices par le courant de charge du générateur. La régulation de la tension de la machine est assurée par un régulateur de tension transistorisé 26, qui reçoit sa tension de fonctionnement, en partie, à partir de

la tension aux bornes de l'enroulement de moteur et, en partie, à partir de la tension du réseau. Une excitation fiable de la machine est ainsi assurée dans toutes les circonstances.

Lors du calcul de l'enroulement de moteur de la machine 5 synchrone, il y a lieu de tenir compte de la charge supplémentaire par la puissance réactive du convertisseur de courant ainsi que par les harmoniques du courant.

Les harmoniques de courant engendrés par le convertisseur de courant peuvent être éliminés par l'incorporation 10 de circuits de filtrage 24. Ces circuits de filtrage sont de préférence réalisés sous la forme de circuits résonance série accordés, dont la fréquence de résonance est comprise entre les cinquième et septième fréquences harmoniques. Ces filtres se comportent, au-dessous de la fréquence de résonance, et en 15 particulier pour la fréquence fondamentale, comme un condensateur. On obtient des conditions particulièrement favorables si le condensateur 25 est dimensionné de telle manière qu'il couvre la puissance réactive du convertisseur de courant. Avec un tel dimensionnement, l'enroulement de moteur 4 de la 20 machine est déchargé des harmoniques de courant ainsi que, dans une large mesure, du courant déwatté du convertisseur de courant, moyennant quoi l'on obtient une influence favorable sur le rendement. Le rendement peut en outre être encore amélioré grâce au fait que le condensateur de filtrage 25 couvre 25 une partie de l'excitation en marche à vide et, par conséquent, contribue à une dissipation de la puissance de l'excitatrice.

La teneur en harmoniques de la tension de l'enroulement de moteur 4, teneur qui est diminuée par les circuits de filtrage 24, assure en outre une réduction de la teneur en harmoniques de la tension aux bornes de l'enroulement de générateur 6. 30

Pour éviter un effet réactif du système de moteur sur le système de générateur, il peut également être avantageux de munir la roue polaire d'un enroulement d'amortissement à faible effet pelliculaire. Une réduction des harmoniques transmis peut également être obtenue par un choix approprié des dimensions périphériques des bobines dans les deux systèmes de bobinages. 35

La machine "moteur-générateur" peut être réalisée sous

la forme d'une machine à pôles saillants excitée sans balais.

Afin de pouvoir supprimer, pour le pilotage du convertisseur de courant 14 au voisinage de l'arrêt, c'est-à-dire pour une faible contre-tension, les dispositifs de commutation 5 forcée qui devraient normalement être prévus, on utilise un moteur de lancement 12.

Le moteur de lancement peut être un moteur asynchrone. Si l'on ne dispose que de courant continu, le moteur de lancement peut également être réalisé sous la forme d'un moteur 10 à courant continu. On peut également utiliser des moteurs hydrauliques ou pneumatiques comme moteurs de lancement, si l'on dispose des fluides d'actionnement correspondants. D'une manière connue en soi, on peut également faire démarrer la machine synchrone sur un mode asynchrone.

15 En fonctionnement, après l'accélération du groupe, par l'intermédiaire du moteur de lancement 12, jusqu'au voisinage de la vitesse de rotation nominale et excitation de la machine à la tension nominale, l'amorçage des thyristors du convertisseur de courant est déclenché. Pour un flux constant dans la 20 machine synchrone, le courant dans le circuit intermédiaire de courant continu correspond à la consommation de puissance active de la partie moteur. Le convertisseur de courant fournit ainsi la puissance active nécessaire au maintien de la vitesse de rotation, et cela même pour une puissance variable, 25 par commande du courant actif dans l'enroulement de moteur. La puissance réactive de commande et de commutation nécessaire au fonctionnement du convertisseur de courant est, par contre, fournie par la machine synchrone.

Le convertisseur de courant 14 fonctionne normalement en 30 convertisseur de courant piloté de l'extérieur. L'amorçage des redresseurs peut ainsi s'effectuer de la manière la plus simple en fonction de la tension alternative de service, c'est-à-dire en fonction de la tension du moteur.

Il est toutefois également possible de piloter le con- 35 vertisseur de courant d'une manière connue en fonction de la position de la roue polaire de la machine synchrone, si lors d'une surcompensation de la puissance d'onde fondamentale on désire obtenir une marche plus stable de la machine.

Lors de coupures du secteur, ou d'affaîssement de la

tension du secteur au-dessous de valeurs admissibles, le convertisseur de courant est tout d'abord commandé à la limite d'accrochage d'un onduleur. Une prise en charge automatique sans problème après le retour du courant du secteur est ainsi possible si la vitesse de rotation n'a pas encore été trop fortement réduite.

REVENDEICATIONS

1. Groupe convertisseur comportant un moteur triphasé et un générateur ou alternateur synchrone, ledit groupe étant caractérisé en ce que le moteur synchrone et le générateur
5 synchrone sont réalisés sous la forme d'une machine synchrone (2) comportant une roue polaire commune (8) excitée sans balais et, côté stator, deux bobinages séparés galvaniquement l'un de l'autre, à savoir un enroulement de moteur (4) et un
10 enroulement de générateur (6), et en ce que l'enroulement de moteur, côté courant triphasé, est connecté à un convertisseur de courant (14) alimenté par une source de courant continu (20 ; 22).

2. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) est piloté par l'extérieur tandis que ses impulsions d'amorçage sont
15 déterminées par la position de phase de la tension présente dans l'enroulement de moteur (4).

3. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) est piloté en fonction de la position de la roue polaire.
20

4. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les enroulements sont réalisés sous la forme d'enroulements pauvres en harmoniques.

5. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu un filtre d'harmoniques (24) avec un circuit de résonance monté en parallèle avec les bornes de l'enroulement de moteur
25 (4).

6. Groupe convertisseur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le filtre d'harmoniques est calculé de manière à présenter une fréquence de résonance comprise entre les cinquième et septième fréquences harmoniques.
30

7. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que la puissance d'onde fondamentale du filtre d'harmoniques (24) est calculée de telle manière que la puissance réactive du convertisseur de courant soit couverte.
35

8. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des re-

vendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu pour la roue polaire un moteur de lancement (12).

9. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) est
5 connecté, côté courant continu, par l'intermédiaire d'un redresseur de réseau non commandé (20) à un secteur à courant alternatif (18).

10. Groupe convertisseur suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le redresseur (20) est à six ou douze
10 impulsions.

11. Groupe convertisseur suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) peut être sélectivement connecté à une batterie (22).

