

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 00450

⑭ Groupe convertisseur comportant un moteur triphasé et un générateur synchrone.

⑮ Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 K 47/20; H 02 J 9/04; H 02 P 11/06, 13/20.

⑯ Date de dépôt..... 13 janvier 1981.

⑰ ⑱ ⑲ Priorité revendiquée : RFA, 29 janvier 1980, n° P 30 02 945.9.

⑳ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 31 du 31-7-1981.

㉑ Déposant : Société dite : ANTON PILLER GMBH & CO. KG, résidant en RFA.

㉒ Invention de : Klaus Sachs.

㉓ Titulaire : *Idem* ㉑

㉔ Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion, G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne un groupe convertisseur comportant un moteur à courant triphasé accouplé avec 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 synchrones ou asynchrones. 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 ou 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 présentant une bonne dynamique de régulation, même sans volants d'inertie supplémentaires.

A cet effet, suivant l'invention, le moteur triphasé
5 réalisé sous la forme d'un moteur synchrone est connecté, côté courant triphasé, à un convertisseur de courant alimenté par une source de courant continu, ses impulsions d'amorçage étant déterminées par la position de phase de la tension du moteur synchrone.

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

- les induits respectifs du moteur synchrone et du générateur synchrone sont disposés sur un arbre commun ;
- le moteur synchrone et le générateur synchrone sont
15 réalisés avec une excitation sans balais ;
- entre le convertisseur de courant et le moteur synchrone est disposé un filtre d'harmoniques constitué par un circuit de résonance série monté en parallèle avec les bornes du moteur ;
- 20 - la fréquence de résonance du filtre d'harmoniques est 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
25 du convertisseur de courant soit couverte ;
- le convertisseur de courant est connecté, côté courant continu, par l'intermédiaire d'un redresseur de réseau non commandé, à un secteur à courant alternatif ;
- le redresseur de réseau est à six ou douze impulsions;
- 30 - le convertisseur de courant peut être sélectivement connecté à une batterie ;
- pour le démarrage du moteur synchrone, il est prévu un moteur de lancement.

Le groupe convertisseur suivant l'invention offre cet
35 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 batterie 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 5 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.

10 Sur ce dessin :

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

Sur un arbre commun 2 sont montés les induits respectifs d'un moteur synchrone 4 et d'un générateur synchrone 6, qui 15 sont tous deux excités sans balais, une excitatrice 8 pour le moteur synchrone 4 et une excitatrice 10 pour le générateur synchrone 6 étant également disposées par leurs induits respectifs sur l'arbre commun 2. L'induit d'un moteur de lancement 12 est accouplé avec ledit arbre commun ou bien également 20 disposé sur celui-ci.

Le moteur synchrone 4 est connecté à un convertisseur de courant 14. Ce convertisseur de courant alimente le moteur synchrone par l'intermédiaire de redresseurs de convertisseur de courant commandés 16. Côté courant continu, le convertisseur 25 de courant est alimenté à partir d'un secteur à courant alternatif 18 (dit aussi secteur primaire) par l'intermédiaire de redresseurs non commandés 20. Dans la mesure où ceci est nécessaire, par exemple dans le cas de groupes destinés à assurer une alimentation en courant ininterrompue, il est en 30 outre prévu une batterie 22. Dans le circuit de courant continu est prévue une bobine de filtrage 24. 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 35 exemple par montage devant le redresseur d'un transformateur séparateur triphasé à deux secondaires isolés l'un de l'autre et décalés entre eux de 30 degrés électriques. Dans ce cas, chaque secondaire est chargé d'un redresseur monté en pont de courant triphasé. Avec un montage de redresseur à douze

impulsions, le réseau primaire est maintenu exempt dans la plus large mesure des harmoniques de courant engendrés par le redresseur. Seuls restent non amortis les harmoniques de onzième et de treizième ordres avec 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.

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, convertisseur qui, côté triphasé, est connecté au moteur synchrone.

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

La puissance réactive de commande et de commutation nécessaire au convertisseur de courant est fournie par le moteur synchrone. Comme le moteur synchrone fonctionne à une vitesse de rotation constante et sous une tension constante, le déclenchement du convertisseur de courant peut être directement assuré à partir de la tension aux bornes du moteur synchrone. Par réglage de l'amorçage des thyristors par rapport à la tension aux bornes du moteur synchrone, on peut contrôler la consommation de courant actif du moteur synchrone et, par conséquent, son couple de rotation. Le couple de rotation est, pour une tension constante appliquée au moteur et pour une vitesse de rotation constante, pratiquement proportionnel au courant passant dans le circuit intermédiaire de courant continu.

La régulation de vitesse de rotation du moteur peut ainsi être réalisée d'une manière connue, comme dans les commandes à courant continu alimentées par 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 à action dynamique rapide pour protéger l'ensemble de l'installation et offre la possibilité de faire intervenir dans la régulation les

grandeurs perturbatrices par le courant de charge du générateur. Pour assurer la régulation de la tension du moteur par l'intermédiaire du champ 9 de l'excitatrice 8, on utilise un régulateur de tension transistorisé 26, qui reçoit sa tension de fonctionnement en partie à partir de la tension aux bornes du moteur synchrone et en partie à partir de la tension du réseau 18. De cette manière, une excitation fiable du moteur synchrone est assurée en toutes circonstances.

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

Le générateur synchrone 6 alimentant un réseau secondaire 7 peut, comme le moteur synchrone, être réalisé sous la forme d'une machine à pôles saillants excités sans balais. Son régulateur de tension transistorisé 28, qui assure une régulation du champ 11 de l'excitatrice 10, est commandé par la tension aux bornes du générateur et à partir du réseau 18.

Le moteur de lancement 12 peut être un moteur asynchrone. Si l'on ne dispose que de courant continu, on peut également réaliser le moteur de lancement sous la forme d'un moteur à courant continu. Des moteurs hydrauliques ou pneumatiques peuvent aussi être utilisés comme moteur de lancement si l'on dispose des fluides d'actionnement correspondants.

Le moteur synchrone peut également être lancé d'une manière connue sur un mode asynchrone.

Les harmoniques de courant engendrés par le convertisseur de courant peuvent être éliminés par insertion de circuits de filtrage 30, qui sont de préférence réalisés sous la forme de circuits de résonance série accordés, dont la fréquence de résonance est comprise entre les cinquième et septième fréquences harmoniques. Au-dessous de la fréquence de résonance et, en particulier, pour la fréquence fondamentale, les filtres se comportent comme un condensateur. On obtient des conditions particulièrement favorables si le condensateur de filtrage 31 est dimensionné de telle manière qu'il couvre la puissance réactive du convertisseur de courant. Avec une telle disposition, l'enroulement du moteur du groupe convertisseur est déchargé aussi bien des harmoniques de courant que, dans

une large mesure, du courant déwatté et, par conséquent, le rendement du groupe est influencé favorablement. Une amélioration du rendement peut en outre également être obtenue grâce au fait que le condensateur de filtrage 31 couvre une
5 partie de l'excitation en marche à vide, de sorte qu'on peut travailler avec une puissance d'excitatrice plus faible.

En service, après l'accélération du groupe sensiblement jusqu'à la vitesse de rotation nominale et l'excitation du moteur synchrone à la tension nominale, l'amorçage des thy-
10 ristors du convertisseur de courant est déclenché. Pour un flux constant dans le moteur synchrone, le courant dans le circuit intermédiaire de courant continu correspond au couple de rotation du moteur. Le convertisseur de courant fournit ainsi le couple de rotation nécessaire au maintien de la vitesse de
15 rotation, et cela même avec un couple de charge variable, par commande du courant actif dans le moteur. La puissance réactive de commande et de commutation nécessaire pour le fonctionnement du convertisseur de courant est par contre fournie par le moteur synchrone. L'avantage de cette combinaison conver-
20 tisseur de courant-moteur synchrone par rapport au réalisations connues réside en ce que, pour le démarrage du groupe, aucun moyen spécial n'a besoin d'être prévu pour la commutation du régulateur de courant au voisinage de l'arrêt et en ce que les mesures nécessaires dans les dispositifs connus pour
25 l'amorçage des redresseurs du convertisseur de courant en fonction de la position de la roue polaire sont supprimées. L'amorçage des redresseurs peut être réalisé 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.

30 Le bloc convertisseur décrit est indépendant par sa fréquence secondaire de toutes les variations se produisant du côté entrée car il est couplé de manière souple au point de vue fréquence avec le réseau primaire.

Lors de coupures du secteur ou de chute de la tension du
35 secteur au-dessous de valeurs admissibles, le convertisseur de courant est tout d'abord commandé à la limite d'accrochage d'onduleur. De cette manière, une prise en charge automatique sans problème est possible après retour du courant du secteur, si la vitesse de rotation n'a pas encore été trop fortement réduite.

REVENDICATIONS

1. Groupe convertisseur comportant un moteur à courant triphasé accouplé avec un générateur ou alternateur synchrone, ledit groupe étant caractérisé en ce que le moteur triphasé 5 (4), réalisé sous la forme d'un moteur synchrone, est connecté, côté courant triphasé, à un convertisseur de courant (14) alimenté par une source de courant continu (20;22), et en ce que les impulsions d'amorçage du convertisseur de courant sont déterminées par la position de phase de la tension dudit 10 moteur synchrone.

2. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'induit du moteur synchrone (4) et celui du générateur synchrone (6) sont disposés sur un arbre commun.

3. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des re- 15 vendications 1 et 2, caractérisé en ce que le moteur synchrone et le générateur synchrone sont excités sans balais.

4. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'entre le convertisseur de courant et le moteur synchrone est disposé un filtre d'harmoniques (30) cons- 20 titué par un circuit de résonance série monté en parallèle avec les bornes du moteur.

5. Groupe convertisseur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que la fréquence de résonance du filtre d'har- moniques (30) est comprise entre les cinquième et septième 25 fréquences harmoniques.

6. Groupe convertisseur suivant l'une quelconque des re- vendications 4 et 5, caractérisé en ce que la puissance d'on- de fondamentale du filtre d'harmoniques (30) est calculée de telle manière que la puissance réactive du convertisseur de 30 courant soit couverte.

7. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) est connecté, côté courant continu, par l'intermédiaire d'un redres- seur de réseau non commandé (20), à un réseau de courant al- 35 ternatif (18).

8. Groupe convertisseur suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le redresseur (20) est à six ou douze impulsions.

9. Groupe convertisseur suivant la revendication 7, ca-

ractérisé en ce que le convertisseur de courant (14) peut être sélectivement connecté à une batterie (22).

10. Groupe convertisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, pour le démarrage du moteur synchrone (4), il est prévu un moteur de lancement (12).

