

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 47890 B1

(51) Cl. internationale :
H02P 23/00

(43) Date de publication :
30.09.2021

(21) N° Dépôt :
47890

(22) Date de Dépôt :
13.01.2020

(71) Demandeur(s) :
**POWER DEV SARL AU, N° 23 AVENUE ANOUAL IMMEUBLE FLEURY 11 BUREAU N
°4 MIMOUZA KENITRA, 14000 (MA)**

(72) Inventeur(s) :
ELFADILI ABDERRAHIM

(74) Mandataire :
RBAIBI ABDELKADER

(54) Titre : **Stratégie de commande permettant la minimisation des pertes dans la machine asynchrone**

(57) Abrégé : La machine asynchrone occupe un domaine très important dans l'industrie et le transport. Elle est appréciée pour sa robustesse, son faible coût d'achat et d'entretien (car elle ne comporte pas de collecteur mécanique).

TITRE DE L'INVENTION :

Stratégie de commande permettant la minimisation des pertes dans la machine asynchrone

Société : POWER DEV SARL AU

RC : 53887

Adresse : N° 23 AVENUE ANOUAL IMMEUBLE FLEURY 11 BUREAU N°4 MIMOUZA KENITRA

INVENTEUR :

Nom : EL FADILI

Prénom : Abderrahim

Tél. : 0663791895

E-mail : elfadili_abderrahim@yahoo.fr

Nationalité : Marocaine

Adresse personnelle : App 2 Imm 197 AL MAGHRIB ARABI F1 KENITRA MAROC

ABSTRACT/RESUME

La machine asynchrone occupe un domaine très important dans l'industrie et le transport. Elle est appréciée pour sa robustesse, son faible coût d'achat et d'entretien (car elle ne comporte pas de collecteur mécanique).

Le rendement énergétique est en maximal à condition que la machine fonctionne tous les temps dans le voisinage de son point nominal. Mais, ce n'est pas le cas dans les applications les plus pratiques parce que la charge de la machine est généralement variable ou la machine est surdimensionnée. En effet, en présence de faibles charges, le point de fonctionnement est inférieur à la valeur nominale provoquant une énergie inutile stockée dans les inductances du stator qui réduit le rendement de la machine.

Pour surmonter les insuffisances ci-dessus, nous inventons une stratégie de commande d'onduleur (4) alimentant la machine asynchrone (1) afin de réduire ses pertes consommées. La stratégie de commande de ce variateur de vitesse pour la machine asynchrone permet la minimisation des pertes dans la machine asynchrone quelque soit sa vitesse et sa charge mécanique.

Cette stratégie de commande calcule la tension d'alimentation statorique (V), en temps réel; de la machine asynchrone en fonction de la fréquence d'alimentation (f) et le courant (I) absorbé par la machine asynchrone (1) suivant la loi illustrée par (7) et détaillée en équations 1 à 3.

DESCRIPTION

La présente invention a pour objet une nouvelle stratégie de commande de la machine asynchrone en vue d'optimiser son rendement.

Contrairement à plusieurs stratégies de commande de la machine asynchrone dans la littérature (commande scalaire, commande vectorielle ou autres) qui calcule la tension d'alimentation statorique (V), à imposer au stator de la machine asynchrone, en fonction de la fréquence statorique (f) tout en gardant le flux magnétique (statorique ou rotorique) constant (généralement égal à sa valeur nominale), notre stratégie de commande impose la tension statorique en ajustant le flux magnétique en fonction de son point de fonctionnement.

La machine asynchrone (MAS) (1) est alimentée à partir de son stator, constitué de plusieurs phases (2) et de plusieurs pôles, via un onduleur (3) de même nombre de phase de phases que la machine asynchrone.

Cet onduleur (3) est alimenté à partir d'une source de tension continue(4) via ou sans un filtre de tension. La source de tension continue(4) peut être une batterie ou redresseur ou hacheur.

Les interrupteurs (5) des bras d'onduleurs (3) sont commandés par un circuit de commande rapprochée (6). Cette dernière génère l'ordre de blocage ou de commutation de chaque interrupteur afin que chaque phase produise une tension alternative. La valeur efficace du fondamental de cette tension produite par phase et sa fréquence sont ceux délivrées par le circuit d'optimisation (7). Le circuit (6) peut être basé sur l'approche de Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI) ou autres techniques.

Le circuit d'optimisation (7) génère la tension de référence (V) afin de maximiser le rendement de la machine asynchrone quel que soit son point de fonctionnement (quel que soit sa vitesse et sa charge mécanique). Cette tension (V) est calculée en temps réel en fonction du courant statorique (I) et la fréquence des grandeurs statorique(f) désirée. La fréquence (f) peut être donnée directement par l'utilisateur ou un régulateur en cas de commande de la machine asynchrone en boucle fermée. Le courant (I) absorbé par la machine est mesuré par des capteurs de courant (8) ou estimé.

La tension (V) est calculée suivant les relations suivantes:

- $V=K*I*f$ si le produit I et f est entre $(I .f)_{min}$ et (I_n*f_n) , (équation 1)
- $V= V_{min}$ si le produit I et f est inférieur à $(I .f)_{min}$, (équation 2)
- $V=V_n$ si le produit I et f est supérieur à (I_n*f_n) (équation 3).

Où

V_n : la tension efficace nominale supportée par les enroulements statorique de la machine asynchrone,

I_n : le courant efficace nominal de la machine asynchrone,

f_n : la fréquence nominale de la machine asynchrone,

V_{min} : la tension statorique minimale, dépendante des caractéristiques techniques de la machine asynchrone,

$(f \cdot I)_{min}$: produit minimal du courant et de la fréquence, dépendant des caractéristiques techniques de la machine asynchrone,

K : coefficient relatif aux caractéristiques techniques de la machine asynchrone.

REVENDEICATIONS

- 1) Stratégie de commande de la machine asynchrone en vue d'optimiser son rendement en imposant un flux magnétique (statorique ou rotorique) dépendant au point de fonctionnement de machine asynchrone. Cette stratégie consiste à imposer une tension d'alimentation statorique aux bornes de la machine asynchrone (1) via un onduleur (3). Cette tension (V) est calculée, en fonction de la fréquence statorique désirée (f) et le courant statorique absorbé (I) par la machine (1), via les équations suivantes :
 - $V=K*I*f$ si le produit I et f est entre $(I .f)_{min}$ et (I_n*f_n) , (équation 1)
 - $V= V_{min}$ si le produit I et f est inférieur à $(I .f)_{min}$, (équation 2)
 - $V=V_n$ si le produit I et f est supérieur à (I_n*f_n) (équation 3).

Où

V_n : la tension efficace nominale supportée par les enroulements statorique de la machine asynchrone,

I_n : le courant efficace nominal de la machine asynchrone,

f_n : la fréquence nominale de la machine asynchrone,

V_{min} : la tension statorique minimale, dépendante des caractéristiques techniques de la machine asynchrone,

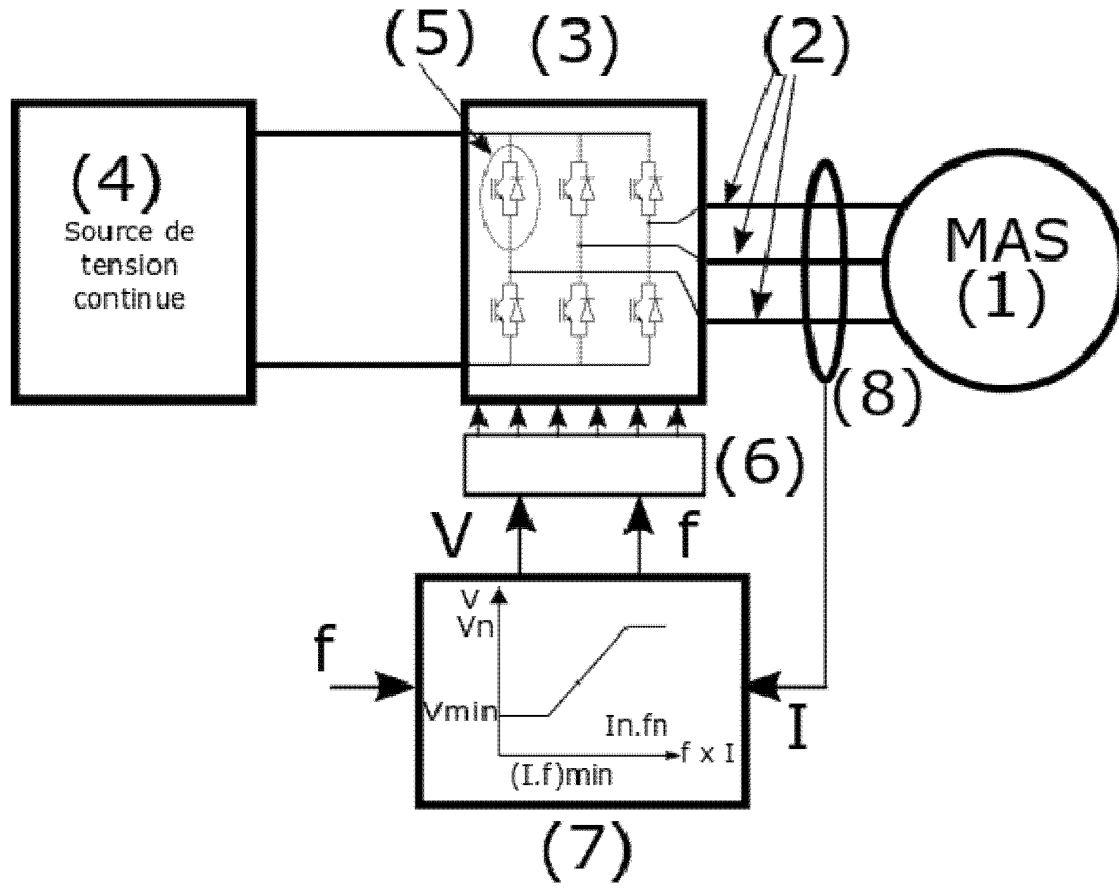
$(f*I)_{min}$: produit minimal du courant et de la fréquence, dépendant des caractéristiques techniques de la machine asynchrone,

K : coefficient relatif aux caractéristiques techniques de la machine asynchrone.

- 2) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon la revendication 1 impliquant une machine asynchrone à rotor à cage d'écureuil ou à rotor bobiné, de nombres des phases et des pôles quelconques de la machine asynchrone à commander peuvent être quelconques.
- 3) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 et 2 impliquant un onduleur (3) à plusieurs niveaux, plusieurs bras (plusieurs phases).
- 4) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 3 impliquant la source de tension continue à base d'une source alternative via un redresseur commandé ou non, à base des panneaux photovoltaïque ou batterie ou Fuel Cell ou condensateurs, via ou sans un convertisseur de puissance DC/DC.
- 5) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 4 impliquant la mesure directe du courant électrique absorbé par la machine asynchrone par des capteurs au stator ou par la mesure indirecte (via un estimateur ou via un observateur ou la mesure du courant de la chaîne d'alimentation de la machine asynchrone).

- 6) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 5 impliquant les interrupteurs des bras d'onduleurs à base des transistors Bipolaire, IGBT, MOSFET ou autres.
- 7) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 6 impliquant la commande rapprochée d'onduleur à base de la technique de modulation de largeur d'impulsion (MLI), la modulation pré calculée, Matricielle, vectorielle ou autres.
- 8) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 7 impliquant le calculateur de la tension statorique(V) à base des microcontrôleurs, microprocesseurs, cartes à base de DSP, circuits mémoires, circuits analogiques ou autres.
- 9) Stratégie de commande de la machine asynchrone selon les revendications 1 à 8 impliquant la commande en boucle ouverte de la machine asynchrone (1) ou en boucle fermée.

PLANCHE DESSIN



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

| | |
|--|--|
| Renseignements relatifs à la demande | |
| N° de la demande : 47890 | Date de dépôt : 13/01/2020 |
| Déposant : POWER DEV SARL AU | |
| Intitulé de l'invention : Stratégie de commande permettant la minimisation des pertes dans la machine asynchrone | |
| Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. | |
| Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu. | |
| Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : | |
| Partie 1 : Considérations générales | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés | |
| Partie 2 : Rapport de recherche | |
| Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle | |
| Examineur : Mohamed EL KINANI | Date d'établissement du rapport : 03/11/2020 |
| Téléphone : 212 5 22 58 64 14/00 | |



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
2 Pages
- Revendications
1-9
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB: H02P23/00

CPC: H02P23/0004

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

| Catégorie* | Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | N° des revendications visées |
|------------|--|------------------------------|
| A | EP0120365A1; CEM COMP ELECTRO MEC [FR]; 03/10/1984 | 1-9 |
| A | EP0189832A1 ; General Electric Company ; 26/01/1985 | 1-9 |
| A | EP0221247A1 ; BBC Brown Boveri AG ; 27/09/1985 | 1-9 |

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté***- Remarques de clarté*

Les revendications 1-9 ne satisfont pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini, la formulation utilisée « stratégie de commande » ne permet pas de déterminer si l'objet de la protection est un appareil ou une méthode.

Par conséquent, L'objet de la revendication 1 a été interprété comme suit : « procédé de commande de la machine asynchrone ».

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

| | | |
|--------------------------|-----------------------|-----|
| Nouveauté | Revendications 1-9 | Oui |
| | Revendications aucune | Non |
| Activité inventive | Revendications 1-9 | Oui |
| | Revendications aucune | Non |
| Application Industrielle | Revendications 1-9 | Oui |
| | Revendications aucune | Non |

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : EP0120365A1

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un procédé de commande de la machine asynchrone tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande

D'où l'objet des revendications indépendantes 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par conséquent, l'objet des revendications 2-9 est également considéré comme nouveau.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue un procédé de commande de la machine asynchrone consistant à imposer une tension d'alimentation statorique via un onduleur.

L'objet de la revendication 1 diffère donc de ce procédé connu en ce que ladite tension statorique est calculée en fonction de la fréquence statorique désirée et le courant statorique absorbé selon les trois points de fonctionnement donnés par la revendication 1 de la présente

demande.

Le problème technique objectif que la présente demande vise à résoudre est de fournir un procédé de contrôle de la machine asynchrone permettant d'optimiser le rendement de celle-ci.

La combinaison de ces caractéristiques n'est pas décrite dans l'état de la technique et n'en découle pas d'une manière évidente.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 est considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par conséquent, l'objet des revendications 2-9 est également considéré comme impliquant une activité inventive.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.