



(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 39518 A1** (51) Cl. internationale : **H02J 1/00**
- (43) Date de publication : **29.06.2018**

-
- (21) N° Dépôt : **39518**
- (22) Date de Dépôt : **02.12.2016**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT, PARC TECHNOPOLIS RABAT-SHORE, CAMPUS UNIVERSITAIRE UIR, ROCADE RABAT-SALE, 11100 SALA EL JADIDA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Bouya Mohsine ; Benabdellah Abdellatif ; Anoune Kamal ; Astito Abdelali**
- (74) Mandataire : **MOHSINE BOUYA**

-
- (54) Titre : **Système hybride autonome de génération optimisée d'énergie à partir de capteurs photovoltaïques et de turbines éoliennes**
- (57) Abrégé : Un système autonome de génération hybride d'électricité à partir de sources photovoltaïques et éoliennes. Cestystème offre une optimisation de l'énergie produite et permet aussi sa stabilisation pour une utilisation stable et durable. Le système se compose de panneaux solaires, d'éoliennes, de convertisseurs élévateurs Ces valeurs de tension et de courant sont entrées dans le contrôleur de MPPTde chaque générateur. (boost) OC-OC, de traqueurs de point de puissance maximal (MPPT) et de la charge oc. Initialement, la tension et le courant du photovoltaïque et de la turbine éolienne sont mesurés en utilisant un capteur de tension et un capteur de courant. Plus tard, ces valeurs traitées selon l'algorithme MPPT qui permet une maximisation de l'énergie électrique produite, la sortie de chaque bloc de MPPTest utilisé comme entrée pour le convertisseur élévateur oc-oc correspondant, il permet en effet de booster la tension fluctuante à une valeur de tenions stable de 48 VOC et la partagés dans le bus oc.

Abrégé

Un système autonome de génération hybride d'électricité à partir de sources photovoltaïques et éoliennes. Ce système offre une optimisation de l'énergie produite et permet aussi sa stabilisation pour une utilisation stable et durable. Le système se compose de panneaux solaires, d'éoliennes, de convertisseurs élévateurs Ces valeurs de tension et de courant sont entrées dans le contrôleur de MPPT de chaque générateur. (boost) DC-DC, de traqueurs de point de puissance maximal (MPPT) et de la charge DC.

Initialement, la tension et le courant du photovoltaïque et de la turbine éolienne sont mesurés en utilisant un capteur de tension et un capteur de courant. Plus tard, ces valeurs traitées selon l'algorithme MPPT qui permet une maximisation de l'énergie électrique produite, la sortie de chaque bloc de MPPT est utilisé comme entrée pour le convertisseur élévateur DC-DC correspondant, il permet en effet de booster la tension fluctuante à une valeur de tensions stable de 48 VDC et la partagés dans le bus DC.

Systeme hybride autonome de génération optimisée d'énergie à partir de capteurs photovoltaïques et de turbines éoliennes

Description

Il s'agit d'un système autonome hybride de production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables. En particulier, il utilise un générateur photovoltaïque et une turbine éolienne.

Les radiations solaires converties en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaïques offrent une alternative très intéressante aux énergies fossiles polluantes ainsi qu'à d'autres sources d'énergies renouvelables. Toutefois, l'énergie générée à partir des systèmes à panneaux photovoltaïques reste largement dépendante des conditions météorologiques. A titre d'exemple, un système photovoltaïque ne génère aucune énergie lors des passages des nuages ou durant la nuit. D'un autre côté, il est difficile de stocker l'énergie électrique générée à partir des systèmes photovoltaïques pour une utilisation future. Pour pallier à ces contraintes, les systèmes photovoltaïques doivent être complétés par d'autres sources d'énergie complémentaires. Les énergies éoliennes sont considérées comme une bonne option renouvelable pour compléter les énergies solaires. En effet, l'énergie éolienne peut être productive jour et nuit, hiver et été, avec une production optimale majoritairement durant les périodes où l'énergie photovoltaïque est limitée. L'hybridation des énergies solaire et éolienne fournit une forme réaliste de production d'énergie électrique.

Le système proposé est un système autonome hybride de production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables. Il existe beaucoup de topologies de systèmes hybrides de production d'énergie électrique à partir de sources renouvelables. Arul, P. G, Ramachandaramurthy, Vigna K, Rajkumar et R. K. décrivent un tel système dans l'article intitulé « Control strategies for a hybrid renewable energy system: A review » publié en 2015 dans la revue « Renewable and Sustainable Energy Reviews » (volume 42). Les systèmes éoliens et photovoltaïques sont utilisés comme principaux sources énergie tandis que la pile à combustible est utilisée comme source d'énergie secondaire ou back-up. Le brevet

RO127673 décrit également un système hybride photovoltaïque et éolien complété par un générateur à énergie fossile.

Le système se compose de panneaux solaires, d'éoliennes, de convertisseurs élévateurs DC-DC, de traqueurs de point de puissance maximal (MPPT) et de la charge DC. Initialement, la tension et le courant du photovoltaïque et de la turbine éolienne sont mesurés en utilisant le capteur de la tension et du courant. Ces valeurs de tension et de courant sont entrées dans le contrôleur de MPPT de chaque générateur. Plus tard, ces valeurs traitées selon l'algorithme MPPT utilisé pour suivre le point de puissance maximale, la sortie de chaque bloc de MPPT est utilisé comme entrée pour le convertisseur élévateur DC-DC correspondant.

En ce qui concerne le contrôle de puissance, les systèmes photovoltaïques et éoliens montrent une caractéristique particulière, contrairement à d'autres systèmes d'alimentation classiques, la production d'énergie ne peut pas être contrôlée facilement. En effet, le système de génération hybride requiert un système de contrôle spécial, le système proposé est équipé de MPPT et convertisseurs élévateurs pour élever la sortie de tension continue variable du système hybride et aussi pour adapter la tension continue du bus DC à la tension de référence choisie (48 V par exemple).

La puissance maximale d'un système hybride (photovoltaïque-éolien) peut être extrait lorsque le MPPT est appliqué à chacun d'eux. Puisque la variable MPPT des systèmes photovoltaïque et éolien est différente, un système de suivi individuel doit être mis en œuvre pour chaque système. Le MPPT non seulement maximise l'efficacité du système, mais aussi réduit la durée de retour sur investissement de l'installation.

L'intérêt du système proposé réside dans l'hybridation de différentes sources d'énergie renouvelable, la maximisation de leur production d'électricité, et la stabilisation de la tension de sortie à 48 volts courant continu dans notre cas. Le système permet également de compenser les fluctuations de la production d'énergie des deux systèmes photovoltaïque et éolien à l'aide d'un système de piles.

Tout d'abord, le système de génération hybride proposé intègre des sources d'énergie renouvelables pour fournir une alimentation électrique et des batteries de Lead Acid pour stocker l'excès de l'énergie produite. Lorsque les panneaux solaires produisent de faibles niveaux de l'électricité, le générateur de vent peut compenser en produisant suffisamment d'énergie électrique et la batterie compense les fluctuations en raison de la nature de la production d'électricité renouvelable. Ensuite, le système proposé compense la différence de la production d'énergie électrique par rapport à une demande variable ou de fixe de l'énergie électrique par la charge DC. L'utilisation de la batterie de stockage est nécessaire lorsque la puissance produite par le système ne suffit pas pour alimenter la charge en courant continu ; la batterie fonctionnera comme source d'alimentation de secours. En

outre, la batterie absorbe la puissance électrique supplémentaire produite à partir du système et la stocke.

Le convertisseur élévateur DC-DC (2) est relié à la génératrice de l'éolienne (1). Il divise la tension du système en deux niveaux : une tension continue fixée à au bus DC (3) de courant continu (charge terminal), et une tension variable à la borne de sortie (1) de la source d'alimentation électrique.

L'équation d'état qui caractérise la modélisation électrique du convertisseur élévateur continu-continu (2) peut être donnée par

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_0}{dt} \\ \frac{dI_l}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1-S}{C} & \frac{-1}{RC} \\ 0 & \frac{1-S}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_0 \\ I_l \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} V_i$$

Où S est l'état de commutation qui prend la valeur 1 ou 0, V_i est la tension d'entrée du convertisseur continu-continu (la sortie de chaque source d'énergie) et V_0 est la tension de sortie de la liaison à courant continu (3).

La tension V_0 terminale est commandée par le signal d'erreur de tension. La tension et le courant de sortie du capteur photovoltaïque (4) sont détectés afin de déterminer la tension de référence à laquelle le suivi de point de puissance maximale se produit. Le signal d'erreur de tension est défini par la différence entre la tension de référence et la tension réelle de la source photovoltaïque (4) est amenée au régulateur de tension pour commander le rapport cyclique du convertisseur élévateur. Pour l'éolienne le signal d'erreur est la différence entre la référence de tension redressée du générateur à aimants permanents pour le MPPT et la tension redressée mesurée. Ce signal d'erreur est envoyé au régulateur de tension, qui commande le rapport cyclique du convertisseur élévateur.

La somme de l'électricité produite à la fois par les sources photovoltaïque et éolien est dimensionnée pour répondre à la demande de la charge DC requise puisque la puissance de sortie des générateurs photovoltaïque et éolien fluctue avec l'irradiation et la vitesse du vent. La puissance de sortie de la batterie est contrôlée en fonction de la commande de puissance de différence DP :

$$P_{Batt} = \Delta P = P_S - P_{PV} - P_{WT}$$

Qui est la puissance de charge (valeur de consigne) P_S moins la somme de la puissance générée par le système photovoltaïque-éolien. La tension aux bornes de la batterie est calculée selon la puissance de la batterie souhaitée à l'aide d'une table de référence.

La figure 1 montre le diagramme de block de fonctionnement du système

La figure 2 montre un schéma de montage du système.

Revendications

1. Un procédé de production d'énergie à partir d'une source éolienne hybridée avec une source photovoltaïque caractérisé en ce que le convertisseur élévateur DC-DC (2) divise la tension du système en deux niveaux : une tension continue fixée à au bus DC (3) de courant continu (charge terminal), et une tension variable à la borne de sortie (1) de la source d'alimentation électrique.

2. Un procédé de production d'énergie selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'équation d'état qui caractérise la modélisation électrique du convertisseur élévateur continu-continu (2) peut être donnée par

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_0}{dt} \\ \frac{dI_l}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1-S}{C} & \frac{-1}{RC} \\ 0 & \frac{1-S}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_0 \\ I_l \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} V_i$$

Où S est l'état de commutation qui prend la valeur 1 ou 0, V_i est la tension d'entrée du convertisseur continu-continu (la sortie de chaque source d'énergie) et V_0 est la tension de sortie de la liaison à courant continu (3).

3. Un procédé de production d'énergie selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que la tension V_0 terminale est commandée par le signal d'erreur de tension. La tension et le courant de sortie du capteur photovoltaïque (4) sont détectés afin de déterminer la tension de référence à laquelle le suivi de point de puissance maximale se produit. Le signal d'erreur de tension est défini par la différence entre la tension de référence et la tension réelle de la source photovoltaïque (4) est amenée au régulateur de tension pour commander le rapport cyclique du convertisseur élévateur. Pour l'éolienne le signal d'erreur est la différence entre la référence de tension redressée du générateur à aimants permanents pour le MPPT et la tension redressée mesurée. Ce signal d'erreur est envoyé au régulateur de tension, qui commande le rapport cyclique du convertisseur élévateur.

Dessins

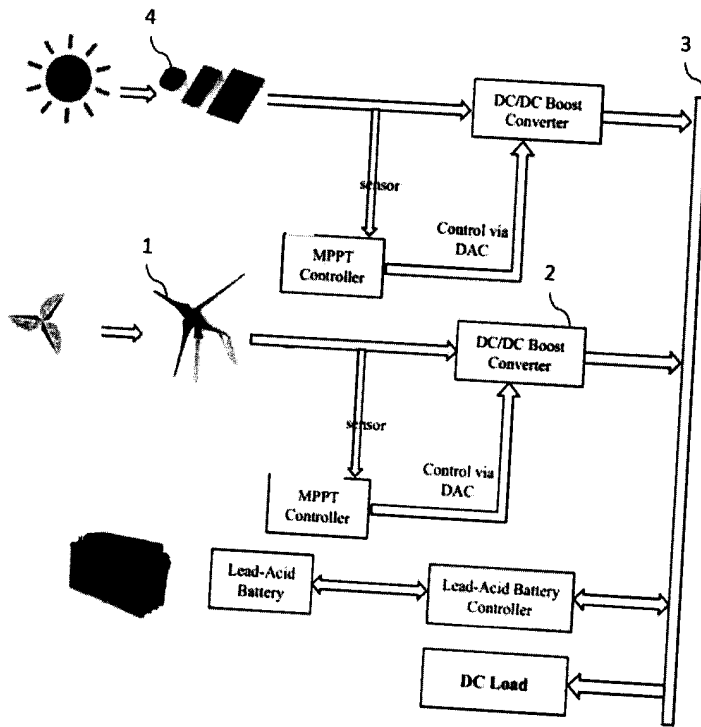


Figure 1

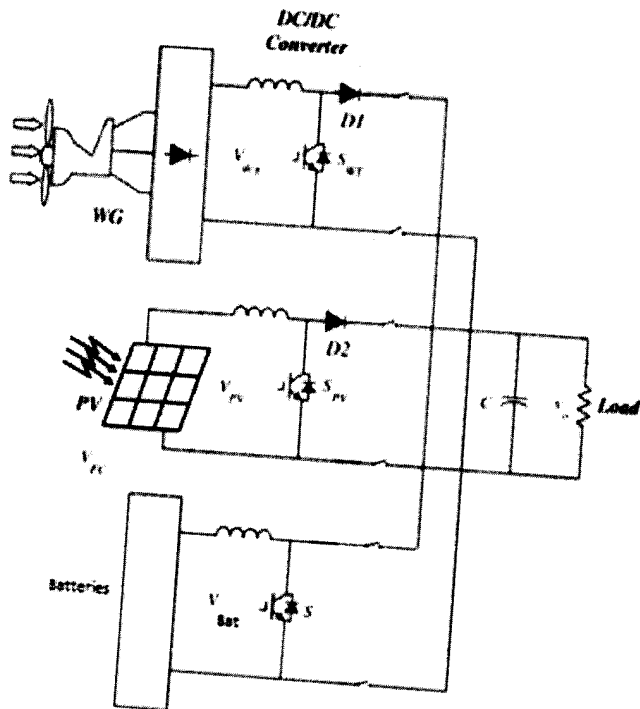


Figure 2



**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 : 39518	Date de dépôt : 02/12/2016
Déposant : UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT	
Intitulé de l'invention : Système hybride autonome de génération optimisée d'énergie à partir de capteurs photovoltaïques et de turbines éoliennes	
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 type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée	
<input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport: 01/11/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales		
<i>Cadre 1 : base du présent rapport</i>		
Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :		
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description</u> 4 Pages • <u>Revendications</u> 3 • <u>Planches de dessin</u> 1 Pages 		
Partie 2 : Rapport de recherche		
Classement de l'objet de la demande :		
CPC : H02S10/12		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :		
EPOQUE, Orbit		
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	Electric Power Components and Systems, 37:43-60; N. A. Ahmed et al. ; 11/12/2008	1-3
*Catégories spéciales de documents cités :		
<p>-« 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</p> <p>-« 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</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« 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</p> <p>-« 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</p>		

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications aucune Revendications 1-3	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-3	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications aucune Revendications 1-3	Oui 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 : Electric Power Components and Systems, 37:43-60; N. A. Ahmed et al.

1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI) :

Le document D1 (p. 54, section 5) divulgue un procédé de production d'énergie à partir d'une source éolienne hybridée avec une source photovoltaïque caractérisé en ce que le convertisseur élévateur DC-DC divise la tension du système en deux niveaux : une tension continue fixée au bus DC de courant continu (charge terminal), et une tension variable à la borne de sortie de la source d'alimentation électrique.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le document D1 (p. 54, section 5, équation 13) divulgue également l'équation d'état qui caractérise la modélisation électrique du convertisseur élévateur continu-continu qui est donnée par :

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_0}{dt} \\ \frac{dI_l}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1-S}{C} & \frac{-1}{RC} \\ 0 & \frac{1-S}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_0 \\ I_l \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} V_i$$

D'où l'objet de la revendication dépendante 2 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

En outre, D1 (p. 54, section 5) décrit un procédé de production d'énergie selon les revendications caractérisé en ce que la tension V_0 terminale est commandée par le signal d'erreur de tension. La tension et le courant de sortie du capteur photovoltaïque sont détectés afin de déterminer la tension de référence à laquelle le suivi de point de puissance maximale se produit. Le signal d'erreur de tension est défini par la différence entre la tension de référence et la tension réelle de la source photovoltaïque est amenée au régulateur de tension pour commander le rapport cyclique du convertisseur élévateur. Pour l'éolienne le signal d'erreur est

la différence entre la référence de tension redressée du générateur à aimants permanents pour le MPPT et la tension redressée mesurée. Ce signal d'erreur est envoyé au régulateur de tension, qui commande le rapport cyclique du convertisseur élévateur.

D'où l'objet de la revendication dépendante 3 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

L'objet des revendications 1-3 ne répond pas au critère de l'activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. 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.