

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 51853 B1** (51) Cl. internationale : **F25D 21/00; F25D 21/14**
- (43) Date de publication : **31.08.2022**

- 
- (21) N° Dépôt : **51853**
- (22) Date de Dépôt : **23.11.2020**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN II, Présidence de l'Université Hassan II de Casablanca, Rue Tarik Bnou Ziad, Mers Sultan BP: 9167 CASABLANCA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **EL FADILI Abderrahim ; DRHORHI Ismail**
- (74) Mandataire : **Aawatif HAYAR**

- 
- (54) Titre : **Procédé de régulation permettant un suivi adaptatif du point de puissance pour les sources à énergie renouvelable**
- (57) Abrégé : Procédé de commande et de régulation de puissance d'un aérogénérateur synchrone ou asynchrone. Ce procédé de base sur la détermination d'une fonction polynomiale générant la vitesse de référence optimale  $\omega_{mref}$ , en fonction de la puissance fournie par l'aérogénérateur. Les coefficients de ce polynôme dépendent des caractéristiques du système aérogénérateur et d'un coefficient K%. Ce dernier peut être la sortie d'un régulateur responsable à imposer une grandeur donnée. Si l'aérogénérateur tourne à la vitesse  $\omega_{mref}$ , il fournit une puissance égale à K% de sa valeur maximale correspondante à des paramètres et conditions donnés. Ce procédé remédie aux inconvénients de la technique MPPT (Maximum Power Point Tracking) qui permet de générer la puissance maximale quelle que soit la demande en puissance de la charge et quelles que soient les exigences du réseau électrique.

**Titre de l'invention**

Procédé de régulation permettant un suivi adaptatif du point de puissance pour les sources à énergie renouvelable

**Title of the invention**

Adaptive Power Point Tracking (APPT) technique for renewable energy sources

**Inventeurs/Inventors**

- Ismail DRHORHI
- Abderrahim EL FADILI

**Abrégé/Abstract**

Procédé de commande et de régulation de puissance d'un aérogénérateur synchrone ou asynchrone. Ce procédé de base sur la détermination d'une fonction polynomiale générant la vitesse de référence optimale  $\omega_{mref}$ , en fonction de la puissance fournie par l'aérogénérateur. Les coefficients de ce polynôme dépendent des caractéristiques du système aérogénérateur et d'un coefficient K%. Ce dernier peut être la sortie d'un régulateur responsable à imposer une grandeur donnée. Si l'aérogénérateur tourne à la vitesse  $\omega_{mref}$ , il fournit une puissance égale à K% de sa valeur maximale correspondante à des paramètres et conditions donnés.

Ce procédé remédie aux inconvénients de la technique MPPT (Maximum Power Point Tracking) qui permet de générer la puissance maximale quelle que soit la demande en puissance de la charge et quelles que soient les exigences du réseau électrique.

## Description/Description :

Auparavant les techniques de régulation des sources à énergie renouvelable ont été introduites et développées pour assurer le suivi du point de la puissance maximale (Maximum Power Point Tracking –MPPT-) dans l'objectif d'améliorer le rendement et l'efficacité de ces sources.

Le rendement n'est plus la seule priorité en raison de la diminution continue du coût des sources renouvelables (PV et éoliennes), et le fonctionnement en puissance maximale de la source sans se conformer à certaines exigences des réseaux électriques ou sans prendre en considération les caractéristiques de la charge à alimenter pourrait causer d'éventuels incidents en fonction de l'application choisie (Black-out, surcharge, ...).

Dans ce cadre, d'autres procédés de régulation des sources à énergie renouvelable, doivent être développés dans l'objectif de satisfaire des exigences liées aux contraintes du réseau électrique, principalement après l'intégration massive des sources alternatives, comme celle de la réponse rapide en fréquence (Fast Frequency Response –FFR-), de réaliser des stations virtuelles de puissance (Virtual Power Plant –VPP-) pour augmenter la flexibilité du réseau électrique, de suivre une certaine courbe de charge à l'instar de l'adaptation d'une station de pompage solaire à un besoin spécifique, et beaucoup d'autres applications.

La présente invention propose un procédé de régulation, appelé (Adaptive Power Point Tracking –APPT-) capable d'asservir la puissance de la source à énergie renouvelable pour réaliser un fonctionnement bien déterminé et un besoin spécifique ou répondre à des exigences du code de réseau (régulation de fréquence, FFR, VPP, ...), comme illustré dans la Figure. 1. en calculant en temps réel les valeurs de consigne de puissance (K%P) en fonction de l'application à réaliser.

En général, cette invention s'applique à toutes les technologies de machines et sources à énergie renouvelable affichant un point de puissance maximal pour certains paramètres. Elle s'applique notamment, mais non exclusivement aux technologies de machines à vitesse variables et aux panneaux photovoltaïques. Afin de le bien expliquer, cette invention sera appliquée, dans ce travail, à une régulation de puissance d'une éolienne, associée à une génératrice asynchrone à double alimentation (Doubly Fed Induction Generator –DFIG-) connectée au réseau électrique (voir figure 2).

La technique APPT prévue dans l'invention est inspirée de la technique MPPT de l'Optimiseur de Vitesse de Référence (Optimizer Speed Reference –RSO-) développée en [1, 5, 6, 8, 9]. Elle est basée sur la caractéristique mécanique de la turbine liant sa puissance de sortie à la vitesse du rotor  $P = f(\omega_m)$ .

La technique MPPT RSO est une technique qui présente suffisamment d'avantages par rapport aux autres techniques de la littérature et qui peut être également appliquée sur une source photovoltaïque. C'est une méthode rapide sans oscillations autour du point de

puissance maximale et sans être obligé de mesurer la vitesse du vent. La technique MPPT RSO permet de calculer en temps réel la vitesse de référence optimale du générateur synchrone ou asynchrone entraîné par la turbine via un accélérateur. Si le générateur tourne à cette vitesse optimale, la puissance extraite sera maximale.

La technique APPT est basée sur le même principe du RSO, mais en intégrant tout un réseau de courbes, comme illustré dans la Figure. 3, paramétré avec un coefficient K%, variable entre 0 et 100%. Ce pourcentage de puissance 'K' est en général une sortie d'un régulateur visant à se conformer à des exigences du code de réseau bien déterminées ou à suivre une certaine courbe de charge. Pour chaque coefficient K, le contrôleur APPT calcule en temps réel la référence de vitesse nécessaire pour extraire un pourcentage K de la puissance maximale disponible de la source à énergie renouvelable.

Un mode de réalisation préféré de l'invention qui traite l'application liée aux réseaux électriques et au respect des exigences du code réseau (régulation de la fréquence et FFR), sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif.

Pour ce mode de réalisation, et pour configurer la commande APPT de l'éolienne basée sur DFIG, des courbes de puissance de sortie infinies ( $\%P = f(\omega_m)$ ) sont déterminées, en utilisant la méthode d'interpolation, et en partant du nombre limité de courbes indiqué sur la Figure. 3 et pour une plage définie de vitesse du vent. Pour ce mode de réalisation, la technique APPT sera détaillée en deux principales étapes :

### **1<sup>ère</sup> étape : Vitesse du rotor optimale pour K%P avec K% constant**

Les courbes de puissance de sortie de la source à énergie renouvelable 'P' en fonction de la vitesse du rotor de la DFIG ' $\omega_m$ ' sont tracées pour cinq vitesses de vent choisies. Ensuite, l'ensemble de tous les couples ( $\omega_{mi}$ ,  $P_i$ ) liés aux points de fonctionnement correspondant à 100%Pmax, 90%Pmax, 80%Pmax, 70%Pmax, 60%Pmax, pour une plage de fonctionnement en vitesse du vent comprise entre 16 m/s et 24 m/s (Angle de Pitch = 0). Sur la base de ces couples, et en utilisant une méthode d'interpolation, la fonction polynomiale permettant le fonctionnement aux courbes %P, comme illustré dans les courbes en pointillés sur la Figure. 3, et est déterminée et donnée par:

$$\omega_{mref} = f(P) = h_n P^n + h_{n-1} P^{n-1} + \dots + h_1 P + h_0 = \sum_{i=1}^n h_i P^i \quad (1)$$

Où les coefficients  $h_i$  ont une valeur numérique correspondant à la caractéristique d'éolienne utilisée et du coefficient K%,  $\omega_{mref}$  est la vitesse de référence du rotor et n est un nombre entier

### **2<sup>ème</sup> étape : Vitesse du rotor optimale pour K%P avec K% variable**

Le paramètre K% est maintenant variable. En premier lieu, on doit trouver une fonction rassemblant les coefficients  $h_i$  avec certaines valeurs de K% (dans cet exemple K% = 60%, 70%, 80%, 90% et 100%). D'où l'utilisation à nouveau d'une méthode d'interpolation, pour

obtenir des fonctions liant les coefficients  $h_i$  au paramètre «K», pour une vitesse de vent donnée. Elles sont données par:

$$h_i = f(K) = a_m K^m + a_{m-1} K^{m-1} + \dots + a_1 K + a_0 = \sum_{j=1}^m a_j K^j \quad (2)$$

A partir des équations (1) et (2), on peut déduire :

$$\omega_{m_{ref}} = f(K, P) = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m a_j K^j) P^i \quad (3)$$

La formule (3) permet le calcul de la référence de vitesse du rotor de l'éolienne  $\omega_{m_{ref}}$  équivalente au paramètre 'K%' imposé par un régulateur responsable de l'exigence du code réseau par exemple. La puissance de sortie 'P' est une puissance extraite de l'éolienne comme illustré dans la Figure. 2.

## Revendications/Claims

1- Procédé de commande et de régulation de puissance de toute source à énergie renouvelable (1), montrant un point de puissance maximal pour certains paramètres et conditions de service (température, irradiation, vitesse de vente, flux, ...), recevant en entrée une grandeur de référence (5) qui dépend de type de la source (1) et de l'application à mettre en œuvre (6) de manière à asservir la puissance délivrée par la source sur une valeur de consigne variable 'K%', qui est une sortie du régulateur '4', calculée en fonction de la grandeur de référence (5), caractérisé en ce qu'il comprend :

- Une méthode préalable de détermination, en temps réel, du coefficient variable K, pourcentage de la puissance de référence, qui est en fonction de la grandeur  $X_{ref}$  (5) assurant la réalisation de l'application (6).
- Un block APPT (3) recevant en entrée le pourcentage de coefficient K et la puissance de sortie instantanée de la source (1), et permettant d'identifier à l'aide d'un réseau de courbes K%P dépendant de la source (1), comme celui illustré au niveau de la Figure. 4, la grandeur de référence permettant d'extraire le pourcentage de puissance de référence.

2- Procédé de régulation selon la revendication 1,

Caractérisé en ce que la source à énergie renouvelable est une éolienne basée sur une génératrice de type DFIG, recevant en entrée une vitesse du rotor de référence, de manière à asservir l'éolienne sur une valeur de consigne variable K%P en fonction du réseau électrique et des exigences du code réseau, et en ce que le réseau de courbe  $\omega_{mref}=f(K\%P)$  est déterminé par la méthode d'interpolation en utilisant les équations (1), (2) et (3) et en partant des cinq courbes illustrés dans la Figure .3.

3- Procédé de régulation selon les revendications 1 ou 2,

Caractérisé en ce que l'application de ce procédé permettra la régulation de la fréquence du réseau électrique selon le schéma de commande montré dans la Figure. 2 et permettra la restauration de la fréquence de référence comme illustré au niveau de la Figure. 5.

4- Procédé de régulation selon l'une des revendications de 1 à 3,

Caractérisé en ce que l'application de ce procédé permettra la régulation de la fréquence du réseau électrique en cas d'une surfréquence sans cout d'opportunité et permettra également la restauration de la fréquence de référence en cas d'une chute de fréquence qui suit la surfréquence comme illustré au niveau de la Figure. 6, causé par un délestage agressif ou déclenchement d'une centrale de production, en raison de la réserve de puissance naturellement formée grâce au fonctionnement des sources à énergie renouvelable au-dessous du point de puissance maximal, au cas où la puissance de déséquilibre est inférieure à la puissance de réserve formée.

## **Connaissance sur le marché, la concurrence et avantage économique de l'invention/ Market, Concurrence and Economical advantages :**

Ce procédé de régulation permettra de réaliser plusieurs applications : réseau électrique /Micro-grid, régulation de la puissance selon une courbe de charge, adaptation d'une station de pompage solaire à un besoin spécifique, Réalisation d'une Station virtuelle de puissance (Virtual Power Plant), ...

L'analyse du marché et de la concurrence sont divisés en deux aspects :

Un premier aspect concernant l'application générale de cette invention sur différentes technologies des sources à énergie renouvelable. Dans ce cadre, les recherches dans la littérature se concentrent sur la réalisation du procédé de régulation MPPT afin d'extraire la puissance maximale des sources à énergie renouvelable [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Ainsi, le plus grand avantage de la présente invention est le suivi adaptatif d'un point de puissance qui permettra aux sources renouvelables de réaliser les objectifs spécifiques d'une certaine application (régulation de fréquence d'un Micro-grid/réseau électrique, réalisation d'une VPP, adaptation d'une station de pompage solaire à un besoin spécifique, ...), tout en conservant les mêmes objectifs du fonctionnement en mode MPPT qui devient un mode parmi d'autres de l'APPT.

Le deuxième aspect concerne le mode de réalisation préféré de l'invention est qui traite l'application liée aux réseaux électriques et au respect des exigences du code réseau (régulation de la fréquence et FFR). Dans ce cadre, de nombreuses méthodes sont utilisées pour assurer le fonctionnement FFR pour l'éolienne basée sur la machine type DFIG, ont été identifiées dans la littérature: en extrayant l'inertie de l'éolienne en utilisant une stratégie de contrôle supplémentaire [11] [12], en faisant fonctionner le rotor de l'éolienne en une vitesse différente de l'optimum qui équivaut à la puissance maximale [13], ou en utilisant la commande de l'angle « Pitch » pour réduire l'énergie éolienne extractible [14]. Comparant aux méthodes citées antérieurement, l'invention permet à l'aide d'un paramètre K variable, qui est en général une sortie d'un premier régulateur, d'ajuster la puissance de l'éolienne en fonction de l'écart de fréquence et de rétablir la référence de fréquence du réseau électrique en temps réel et en boucle fermée. Le schéma de contrôle proposé dans la Figure.2, s'il est utilisé à grande échelle, peut remplacer la réponse primaire et secondaire des services auxiliaires conventionnels.

Il a été démontré, dans la Figure. 5, que l'invention propose un procédé de régulation parfaitement convenable pour les événements menant à des surfréquences, en raison de la restauration de fréquence de consigne sans coût d'opportunité. Cependant, la même technique peut être utilisée par les éoliennes pour réguler leur puissance de sortie en fonction de l'écart de sous-fréquence. Dans ce cas, une réserve d'énergie éolienne doit être prévue.

Il a été démontré que le procédé proposé est efficace également en cas d'une chute de fréquence qui suit un premier incident causant une surfréquence comme illustré dans la courbe verte au niveau de la Figure. 6. En effet, la première opération pour répondre à la surfréquence permet de former une réserve de puissance éolienne. Ce cas de figure survient par exemple après un délestage agressif pour ajuster le déséquilibre provoqué par le premier évènement.

Ainsi, le procédé de régulation APPT est très compétitif concernant les applications permettant la participation des sources à énergie renouvelable dans la régulation de fréquence tout en évitant le coût d'opportunité des parcs éoliens (pas besoin de réserve de puissance) : Régulation des surfréquences et régulation des chutes de fréquence survenant après une surfréquence.

**Bibliographie et références/References :**

- [1] I. Drhorhi, A. El Fadili, C. Berrahal, R. Lajouad, A. El Magri, A. TaherAzar, and S. Vaidyanathan. Adaptive backsteppingcontroller for DFIG-basedwindenergy conversion system, pages 235–260. AcademicPress, Elsevier, 2020.
- [2] A. El Fadili, F. Giri, and A. El Magri. Reference voltage optimizer for maximum power tracking in single-phasegrid-connectedphotovoltaicsystems. *Journal of Control and Systems Engineering*, 1(2):57–66, 2013.
- [3] A. El Fadili, Fouad. Giri, and Abdelmounime. El Magri. Backstepping control for maximum power tracking insingle- phase grid-connectedphotovoltaicsystems. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(11):659 – 664, 2013.
- [4] A. El Fadili, F. Giri, and A. El Magri. Reference voltage optimizer for maximum power point tracking intri-phasegrid-connectedphotovoltaicsystems. *International Journal of Electrical Power &EnergySystems*, 60:293 – 301, 2014.
- [5] A. El Fadili, S. Boutahar, I. Dhorhi, M. Stitou, R. Lajouad, A. El Magri, and E. Kheddioui. Reference speedoptimizercontroller for maximum power tracking in windenergy conversion system involvingdfg. In *2018Renewable Energies, Power Systems Green Inclusive Economy (REPS-GIE)*, pages 1–6, April 2018.
- [6] A. El Magri, F. Giri, G. Besanc\_on, A. El Fadili, L. Dugard, and F.Z. Chaoui. Sensorless adaptive output feedbackcontrol of windenergysystemswith PMS generators. *Control Engineering Practice*, 21(4):530 – 543, 2013.
- [7] R. Kazmi, H. Goto, G. Hai-Jiao, and O. Ichinokura. A novelalgorithm for fast and efficient speed-sensorlessmaximum power point tracking in windenergy conversion systems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 58(1):29 – 36, 2011.
- [8] R. Lajouad, A. El Magri, A. El Fadili, F.Z. Chaoui, F. Giri, and G. Besanc\_on. State feedback control of windenergy conversion system involving squirrel cage induction generator. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(11):299– 304, 2013.
- [9] R. Lajouad, A. El Magri, A. El Fadili, F.Z. Chaoui, and F. Giri. Adaptive nonlinear control of windenergyconversion system involving induction generator. *Asian Journal of Control*, 17(4):1934–6093, 2015
- [10] Mohamed Stitou, Abderrahim El Fadili, Fatima Zahra Chaoui, and Fouad Giri. Output feedback control of sensorlessphotovoltaicsystems, with maximum power point tracking. *Control Engineering Practice*, 84:1 – 12, 2019. ISSN 0967-0661. doi: <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.10.020>. URL<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066118302922>.

- [11] J. Morren, S. W. H. de Haan, W. L. Kling, and J. A. Ferreira. Wind turbines emulating inertia and supporting primary frequency control. *IEEE Transactions on Power Systems*, 21(1):433–434, 2006.
- [12] D. Ochoa and S. Martinez. Fast-frequency response provided by dfig-wind turbines and its impact on the grid. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(5):4002–4011, 2017.
- [13] T. Gao, W. Yan, H. Zhang, S. Yan, X. Wang, Z. Wu, W. Gao. State-of-the-art review on frequency response of wind power plants in power systems. *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, 6:1–16, January 2018. ISSN 2196-5420. doi: 10.1007/s40565-017-0315-y
- [14] L. Sun, Y. Hou, C. Peng, and J. Hu. Comparative studies on frequency responses of type 3 wind turbines and synchronous generators. In *2017 IEEE Power Energy Society General Meeting*, pages 1–5, 2017.

Planche de dessin/Drawings :

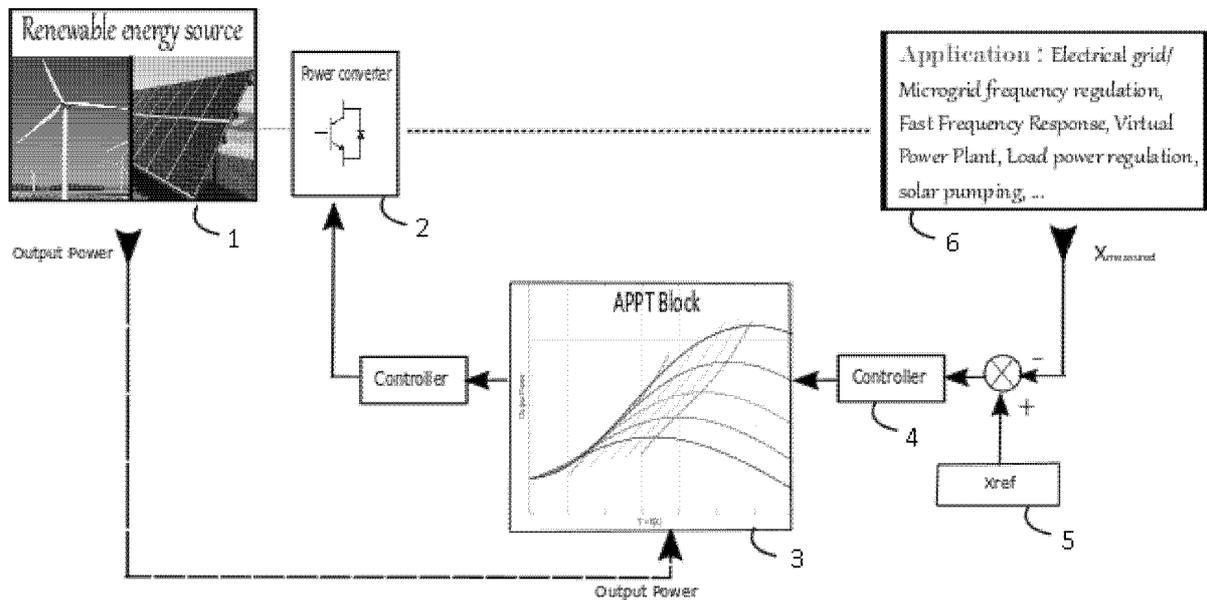


Figure 1 : Schéma simplifié montrant une vue d'ensemble sur la commande APPT, le système contrôlé et les applications à satisfaire

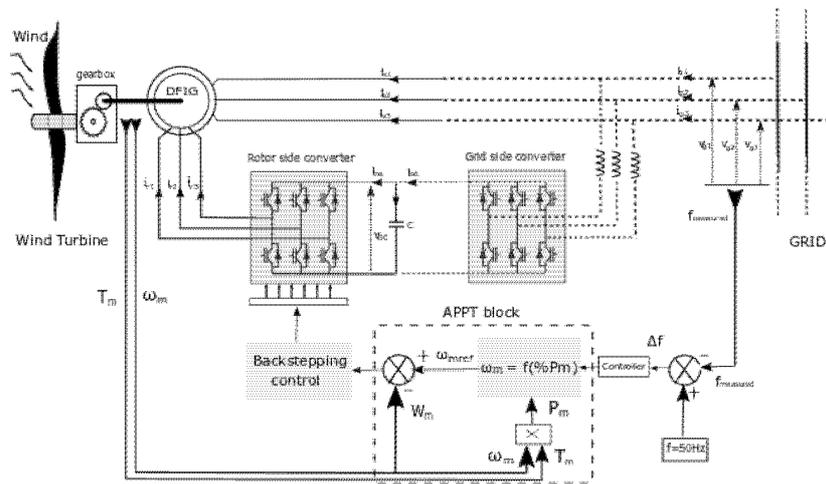


Figure 2 : Schéma de commande de l'éolienne de type DFIG en utilisant la technique APPT pour permettre une régulation de fréquence en fonction des contraintes du réseau électrique

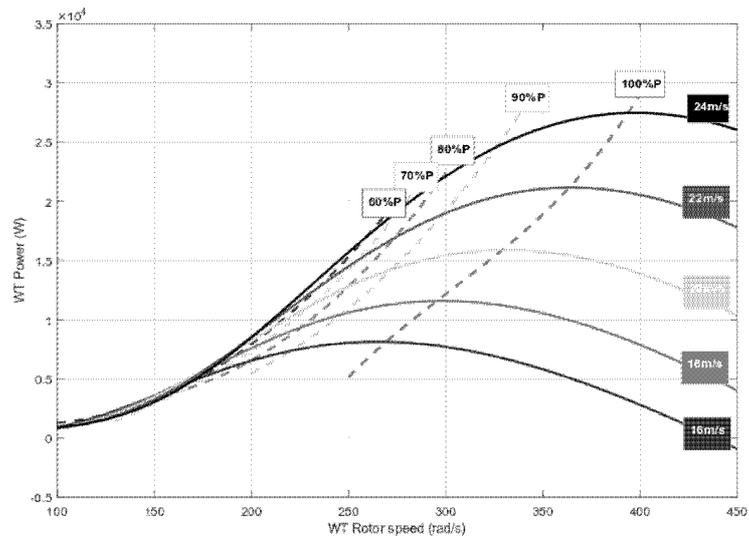


Figure 3 : Courbes de puissances pour un paramètre K constant

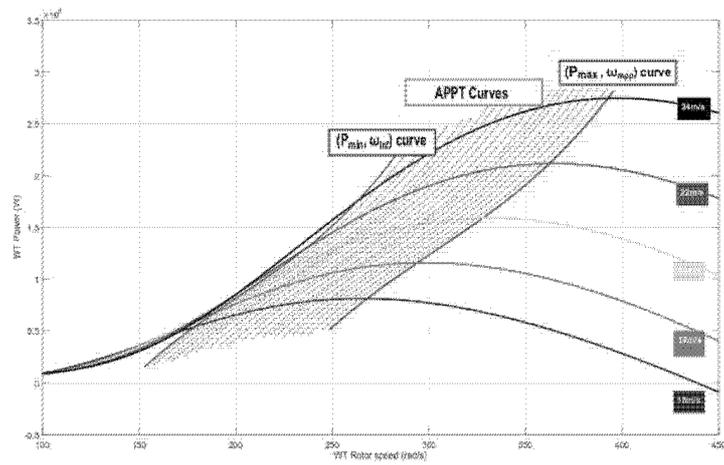


Figure 4 : Réseau de Courbes de puissances pour un paramètre K variable

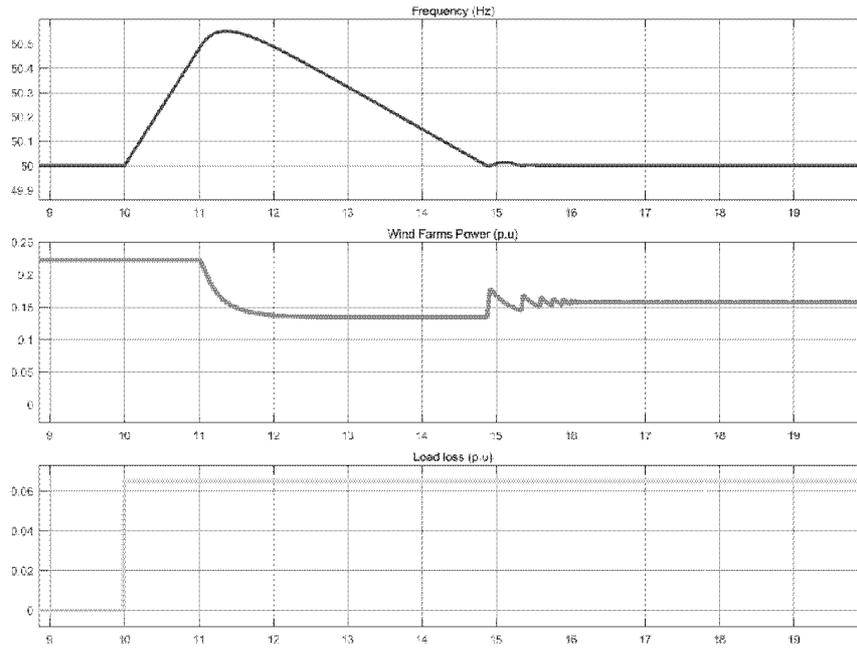


Figure 5 : Courbes résultantes de l'application de l'APPT pour la régulation de fréquence après un évènement de perte de charge causant une surfréquence

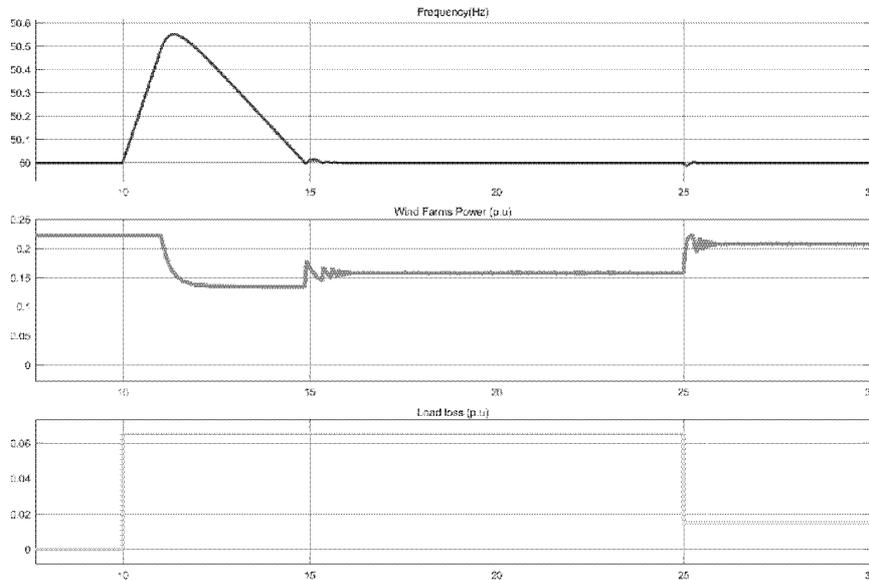


Figure 6 : Courbes résultantes de l'application de l'APPT pour la régulation de fréquence après un évènement de sous-fréquence survenu après le premier évènement causant une surfréquence

**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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 51853	Date de dépôt : 23/11/2020
Déposant : UNIVERSITE HASSAN II	
Intitulé de l'invention : Procédé de régulation permettant un suivi adaptatif du point de puissance pour les sources à énergie renouvelable	
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 <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , 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 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 : 25/03/2021
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  
5 Pages
- Revendications  
1-4
- Planches de dessin  
3 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F25D21/14

CPC : F25D21/14

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	WO2012098332A1; MAURICE LOUIS BERNARD CLAUDE ; 26-07-2012	1-4
A	FR2931211A1; DIXI HOLDING B V [NL] ; 28-04-2004	1-4
A	US2008152492A1; GENEDICS CLEAN ENERGY LLC [US] ; 22- 12-2006	1-4

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

Nouveauté	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-4 Revendications aucune	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 : WO2012098332A1

**1. Nouveauté**

Aucun document de l'état de la technique ne divulgue un procédé de commande et de régulation de puissance de toute source à énergie renouvelable tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication 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 2-4 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 et de régulation de puissance d'une source à énergie renouvelable, montrant un point de puissance maximal pour certains paramètres et conditions de service, recevant en entrée une grandeur de référence de manière à asservir la puissance délivrée par la source sur une valeur de consigne variable, qui est une sortie du régulateur, calculée en fonction de la grandeur de référence.

L'objet de la revendication 1 diffère du dispositif connu par un block APPT recevant en entrée le pourcentage de coefficient K et la puissance de sortie instantanée de la source, et permettant d'identifier à l'aide d'un réseau de courbes K%P, la grandeur de référence permettant d'extraire le pourcentage de puissance de référence.

Le problème technique objectif que la présente invention tente de résoudre est de fournir un procédé de commande et de régulation de puissance qui répond à un ensemble de critères tels que la demande en énergie et les exigences du gestionnaire du réseau.

La combinaison des caractéristiques de la revendication 1 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 2-4 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.