Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur SMAIL CHTITA

Discipline : Génie Electrique
Spécialité : Génie Electrique / Systèmes embarqués

Sujet de la thèse

Optimisation et contrôle de la charge des batteries solaires à l'aide d'un système embarqué

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et Informatique"

Thèse présentée et soutenue **le samedi 09 septembre 2023 à 10h** à l'Ecole Supérieure de Technologie de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Ali BENBASSOU	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Président
Ahmed ABBOU	PES	Ecole Mohammedia des Ingénieurs de Rabat	Rapporteur
Hassane EL MARKHI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Rapporteur
Hassan EL FADIL	PES	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Kenitra	Rapporteur
Saad MOTAHHIR	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Fès	Examinateur
Amine ALLOUHI	PH	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Examinateur
Abdelaziz EL GHZIZAL	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Directeur de Thèse
Aziz DEROUICH	PES	Ecole Supérieure de Technologie de Fès	Co-Directeur de Thèse

Laboratoire de recherche : Technologies et Services Industriels
Etablissement : Ecole Supérieure de Technologie de Fès

Résumé de la thèse

Les systèmes solaires photovoltaïques (PV) autonomes sont devenus une solution prometteuse au problème de l'électrification dans les zones non raccordées au réseau. Les principaux défis liés à la conception de ces systèmes sont (i) l'extraction de la puissance maximale du panneau PV, (ii) l'optimisation de la charge de la batterie tout en la protégeant de la surcharge et de la décharge excessive, et (iii) la garantie d'une conversion DC-DC élevée. Par conséquent, dans cette thèse, nous avons proposé une stratégie de contrôle de l'équilibre de puissance améliorée basée uniquement sur deux compensateurs proportionnels et intégraux (PI), qui peut équilibrer de manière adéquate le flux de puissance PV fourni à la charge DC et à la batterie, de sorte que la puissance PV soit efficacement utilisée et que la batterie soit correctement chargée. Pour vérification, des simulations MATLAB/Simulink sont effectuées et les résultats démontrent la bonne performance de la stratégie de contrôle proposée sous des conditions climatiques très fluctuantes avec une efficacité de 99,79%, tant pour le contrôle de l'équilibre de puissance que pour le contrôle de suivi du point de puissance maximale (MPPT). Ensuite, nous avons proposé une nouvelle stratégie de charge basée sur un algorithme de conductance incrémentale (IC) modifié pour charger efficacement la batterie en maximisant son courant de charge. La modification apportée à l'algorithme IC garantit l'utilisation d'un contrôleur embarqué à faible coût, car elle évite tous les calculs mathématiques de division typiquement utilisés dans l'algorithme IC conventionnel. Un test PIL ''Processor-in-the-Loop''à l'aide de la carte Arduino MKR ZERO à faible coût est utilisé pour vérifier la faisabilité et l'efficacité de la stratégie de charge proposée. Les résultats montrent la bonne performance de la stratégie de charge proposée en cas de changements rapides de l'irradiation solaire et de la température, à la fois pour le contrôle du MPPT et pour le contrôle de la charge de la batterie. D'autre part, pour assurer un niveau élevé de robustesse et d'efficacité de notre stratégie de charge, il est nécessaire d'utiliser un puissant algorithme MPPT métaheuristique afin qu'il puisse faire face à tout type de conditions climatiques, en particulier à l'ombrage partiel. Par conséquent, dans cette thèse, nous avons également proposé deux stratégies de charge basées sur deux nouveaux algorithmes métaheuristiques, à savoir l'hybride de l'optimisation du loup gris et de l'optimisation par essaim de particules (GWO-PSO) et l'optimisation arithmétique (AO). En raison de leur grande capacité à traiter des problèmes complexes, les algorithmes GWO-PSO et AO sont employés ici pour extraire la puissance PV maximale sous tous les types de conditions climatiques, en particulier l'ombrage partiel, afin de charger efficacement la batterie en maximisant son courant de charge dans la région de sécurité. La faisabilité et l'efficacité des deux stratégies de charge proposées sont évaluées au moyen d'un test PIL en VII utilisant la carte découverte STM32F429. Les résultats montrent la bonne performance des deux stratégies de charge proposées, avec une grande supériorité de celle basée sur l'algorithme AO, qui atteint une efficacité moyenne de 99,99%.**Mots clés** : Panneau PV; Système PV autonome; Chargement de la batterie; MPPT; Algorithme IC modifié; Algorithme AO; Algorithme GWO-PSO; Ombrage partiel