



AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Doyen de la Faculté des Sciences a le plaisir d'informer le public qu'une soutenance de
thèse de Doctorat en

«**Mathématiques, Informatique et Applications**»

aura lieu le 28/02/2024 à 10H à la Faculté des Sciences, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mr **DIDI ZAIDAN**

Sous le thème :

**Surveillance Intelligente des systèmes photovoltaïques à base d'une Approche IoT pour un
contrôle en temps réel et une amélioration de la performance énergétique**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
MOURCHID MOHAMMED	Président / Rapporteur	Faculté des Sciences, Kénitra
SILKAN HASSAN	Rapporteur	Faculté des Sciences, El Jadida
LAZAAR MOHAMED	Rapporteur	ENSIAS, Rabat
BOULAALAM ABDELHAK	Examineur	ENSA, Fès
ELFAZAZY KHALID	Examineur	Faculté des Sciences, Dhar El Mahraz, Fès
HOUSNI KHALID	Examineur	Faculté des Sciences, Kénitra
EL AZAMI IKRAM	Directeur de thèse	Faculté des Sciences, Kénitra



Nom et Prénom : DIDI ZAIDAN
Date de soutenance : 28/02/2024
Directeur de Thèse : EL AZAMI IKRAM

Sujet de thèse :

Surveillance Intelligente des systèmes photovoltaïques à base d'une Approche IoT pour un contrôle en temps réel et une amélioration de la performance énergétique

Résumé:
Les panneaux photovoltaïques constituent une source d'énergie renouvelable propre, contribuant ainsi à la transition énergétique vers des solutions durables et respectueuses de l'environnement. Ils se positionnent comme l'une des solutions les plus prometteuses et sont devenus désormais une source d'énergie connectée au réseau. Cependant, pour garantir un rendement optimal et une durée de vie prolongée des installations solaires, il est important de surveiller en temps réel les principaux paramètres tels que le Courant, la tension, la puissance et l'énergie. Dans cette perspective, d'importants efforts ont été investis pour explorer des approches plus économiques et plus performantes. Notre étude s'inscrit dans ce contexte.

Cette thèse présente une approche en proposant une conception matérielle qui intègre la technologie d'Internet des Objets (IoT) afin de mesurer les principaux paramètres des panneaux photovoltaïques. Nous avons développé deux approches de transmission de données pour assurer la surveillance de ces paramètres. La première approche repose sur l'utilisation du modèle radiofréquence 433 MHz, tandis que la deuxième exploite la technologie Bluetooth à faible consommation (BLE). Ces méthodes de surveillance offrent des perspectives modernes et efficaces pour transmettre les données des panneaux solaires.

Cette thèse vise également le renforcement de la sécurité en assurant la protection des principaux paramètres des panneaux photovoltaïques après leur transmission via deux technologies sans fil, à savoir la radiofréquence et le Bluetooth à faible consommation, en effet, nous avons mis en œuvre le mode de chiffrement par chaînage de blocs (CBC) comme mécanisme de cryptage des informations transmises. Ce mode de sécurité joue un rôle essentiel en garantissant la confidentialité et l'intégrité des données pendant la transmission.

En combinant une conception matérielle innovante, des approches de surveillance diversifiées et l'application d'une solution de sécurité avancée, cette thèse apporte une contribution substantielle à l'optimisation de la mesure, de la surveillance et de la protection des paramètres des panneaux photovoltaïques, tout en répondant aux exigences actuelles en matière d'efficacité énergétique et de sécurité des données.

Mots-clés Panneaux photovoltaïques, Microcontrôleur Esp32, Modèle Radiofréquence 433 MHz, L'émetteur RF FS1000A, Bluetooth à faible consommation (BLE), Chiffrement par chaînage de blocs (CBC).

Abstract:

Photovoltaic panels constitute a clean renewable energy source, thereby contributing to the energy transition towards sustainable and environmentally friendly solutions. They emerge as one of the most promising solutions and have now evolved into an integrated energy source within the grid. However, to ensure optimal efficiency and extended lifespan of solar installations, it is important to monitor in real time the main parameters such as current, voltage, power, and energy. In this regard, significant efforts have been invested to explore more cost-effective and high-performance approaches. It is within this context that our study is situated.

This thesis introduces an innovative approach by proposing a hardware design that integrates Internet of Things (IoT) technology and sensors to measure the main parameters of photovoltaic panels. Subsequently, we have developed two distinct data transmission approaches to ensure the monitoring of these parameters. The first approach is based on the use of the 433 MHz radiofrequency model, while the second leverages Bluetooth Low Energy (BLE) technology. These monitoring methods offer modern and efficient perspectives for collecting and transmitting solar panel data.

This thesis also aims to strengthen security by ensuring the protection of the main parameters of the photovoltaic panels after their transmission via the two wireless technologies, namely radio frequency and BLE, in fact, we have implemented the encryption mode by Cipher Block Chaining (CBC) as a mechanism for encrypting transmitted information. This security mode plays an essential role in guaranteeing the confidentiality and integrity of the data throughout the transmission process.

By combining innovative hardware design, diverse monitoring approaches, and the implementation of an advanced security solution, this thesis significantly contributes to the enhancement of measurement, monitoring, and protection of photovoltaic panel parameters, while also addressing current requirements in energy efficiency and data security.

Keywords Photovoltaic panels, ESP32 microcontroller, 433 MHz Radiofrequency Model, RF transmitter FS1000A, Bluetooth Low Energy (BLE), Cipher Block Chaining (CBC) encryption.

