محاكاة مركزات الخلايا الشمسية منخفضة التركيز باستخدام كمسول

مريم محمد حامد القرشي

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم (الفيزياء/ فيزياء الضوء)

تحت إشراف

د. ريم محمد عابد الطويرقي

د. انتصار علي محمد قنش

كلية العلوم قسم الفيزياء
جامعة الملك عبدالعزيز
جدة – المملكة العربية السعودية
جمادى الآخرة ١٤٤١ هـ - فبراير ٢٠٢٠ م

محاكاة نظام مركزات الخلايا الشمسية منخفضة التركيز باستخدام كمسول

مريم محمد القرشي

المستخلص

يمثل استخدام الأنظمة الكهروضوئية حلاً واعدًا للطلب المتزايد على الطاقة. هناك العديد من العوامل التي تحد من إنتاج الطاقة للنظام الكهروضوئي. يمكن استخدام مركزات الخلايا الشمسية لزيادة إنتاج النظم الضوئية. تتمثل وظيفة المركزات في زيادة كمية الإشعاع الشمسي الساقط على اللوحة الضوئية باستخدام الأجهزة البصرية. في هذه الدراسة، سيتم إجراء محاكاة لنظام الخلايا الكهروضوئية منخفضة التركيز (نموذج V-trough) باستخدام برنامج كمسول. وقد تم استخدام تقنية تتبع الأشعة والمعتمدة على طريقة العناصر المحدودة لدراسة أداء نظام الـV-trough دون الاخذ في الاعتبار مساهمة نظام التتبع. وذلك من خلال التحقق من تأثير زوايا ميل المرايات على أداء النظام الكهروضوئي الساكن، وتم تحديد أفضل زوايا ميل. تم إجراء المحاكاة لنظام مركز كهروضوئي غير مائل إذا تم وضعه في مواقع جغرافية مختلفة في المملكة العربية السعودية. وجد أن قيمة معدل التركيز لمدينة جدة، على سبيل المثال، وصلت ١٧١ ٪ لحالة التغطية المزدوجة و ١٣١٪ لحالة التغطية الجزئية. وأظهرت مدن أخرى نمطا مماثلا . نتيجة لتركيز المزيد من الإشعاع الشمسي على لوحة PV. تم تحديد الأداء الحراري لنظام المركزات في ظل الظروف المناخية للمدن المختارة. علاوة على ذلك، تم فحص تأثير سرعة الرياح على درجة حرارة اللوحة الكهروضوئية من خلال تغيير قيمتها. في حالة مدينة جدة، وصلت درجة حرارة اللوحة الكهروضوئية في حالة استخدام المرايات إلى 112 ^{o}C عندما كانت سرعة الرياح تساوي 1 m/s مقارنة بـ ٧٦ ^{o}C للوحة الكهروضوئية بدون استخدام المرايات عند نفس السرعة. بالنسبة لنظام V-trough انخفضت درجة الحرارة إلى 73.7 ^{o}C إذا ارتفعت سرعة الرياح إلى 9.17 m/s وهي قيمة سرعة الرياح التي سجلت في مدينة جدة في ٢١ يونيو، بينما كانت ٥٨ ^{o}C للوحة الكهروضوئية المسطحة البسيطة. من ناحية أخرى ، كانت الزيادة في درجة الحرارة للحالة الثانية ١٠ ^{o}C تحت ظروف المناخ في جدة. تم استنتاج أن سرعة الرياح العالية يمكن أن تقلل من درجة الحرارة على سطح اللوحة الكهروضوئية، مما سيسهم في تبريد النظام.

Simulation of A Low Concentrator Photovoltaic System Using COMSOL

By

Maryam Mohammed Alqurashi

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science of Physics

Supervised by
Dr. Reem Altuwirqi
Dr. Entesar Ganash

FACULTY OF SCIENCE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH – SAUDI ARABIA
Jumada al Alkhir 1441H – February 2020**G**

Simulation of A Low Concentrator Photovoltaic System Using COMSOL

Maryam Mohammed Alqurashi.

Abstract

The use of photovoltaic (PV) systems presents a great solution to high energy demand. Many factors limit the output of a PV system. One method of increasing the output of PV systems is to employ concentrators. The function of the concentrators is to increase the amount of solar radiation falling on a PV panel using optical devices. In this work, a simulation of an LCPV (V-trough model) will be conducted using COMSOL Multiphysics. The ray-tracing technique, based on the finite-element method, was used to study the performance of a V-trough without the incorporation of a tracking system. By investigating the effect of the mirrors inclination angles on the performance of the system, the optimum inclination angles were determined. The simulation was done for a non-tilted CPV if placed in different geographical locations in Saudi Arabia. It was found that the concentration ratio of the suggested model increased for the city of Jeddah, for example, by 171% and 131% for double and partial coverage cases, respectively. Other cities showed a similar pattern. A consequence of concentrating more solar radiation on a PV panel is an increase in its temperature. The thermal performance of the concentrator system was determined under the climate conditions of the selected cities. In addition, the effect of wind speed on the PV panel temperature was examined by varying its value. In the case of Jeddah city, the temperature of a PV module with mirrors for double coverage case reached ١١٢^{o}C at wind speed equal to 1 m/s compared to 76^{o}C for the simple PV panel at the same wind speed. For a V-trough the temperature decreased to ٧٣,٧^{o}C if the wind speed was to 9.17 m/s which is the wind speed that registered in 21st of June for Jeddah city, while it reached ٥٨^{o}C for the simple PV panel. It was concluded that high wind speed could decrease the temperature on the PV surface, which could be the bases of a cooling system