تطوير وتحسين نظام الطاقة المتجددة باستخدام تقنية عملية التسلسل الهرمي التحليلي

عزام أحمد فران

إشراف

أ.د نضال ح. أبو حمدة (المشرف)

أ.د . عبدالله ابو صره (المشرف المساعد)

المستخلص

تهدف هذه الرسالة لمحاكاة وتحسين نموذج مصغر لبرج الطاقة الشمسية المركزية, تم بناء البرج، تطويره وتشغيله في جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية، بواسطة تقنية التسلسل الهرمي التحليلية. تم اختيار التحليل الهرمي لتيسير التكامل الفعال من حيث التكلفة للطاقة الشمسية إلى جانب تقنية توليد الطاقة وتعرضها لظروف مناخية صعبة، وعرض آثار التغير في المكونات مثل المستقبل، والمرايات او وخزانات التخزين على تكلفة وأداء النظام. تعتمد هذه الدراسة تقنية التسلسل الهرمي التحليلية للحصول على الشكل الأنسب للمستقبل من بين ثلاثة أشكال ممكنة؛ كروية، مكعبة، واسطوانية. أيضا للحصول على ارتفاع برج الاستقبال من بين ثلاثة بدائل محتملة ٥ م و ٧ م و ٩ م. المعايير المستخدمة في هذا التحسين هي الموثوقية والتصنيع محليا وتكلفة التصنيع والخدمة والصيانة واقل مخاطر في التشغيل والأداء العالي. بناءً على نتائج التحليل تقنية التسلسل الهرمي التحليلية ، تم اختيار شكل المربع الذي يقع على السطح الخارجي للبرج الفولاذي الذي يبلغ ارتفاعه ٧ أمتار. يحتوي النموذج الأولي لبرج الطاقة الشمسية المركزية الذي تم تقديمه في الدراسة الحالية على ١٠ مرايا تم استخدامها لعكس الطاقة الشمسية في اتجاه جهاز استقبال الطاقة

الشمسية. تم استخدام المحاكاة بواسطة برنامج (طاقة البعد الثلاثي) لاكتشاف أفضل توزيع للمروحيات أمام برج الاستقبال. وايضا تم إجراء عملية تحليل العناصر المحدود عن طريق برنامج (الأنسيس) لحساب التوزيع التحليلي لدرجة الحرارة على المستقبل. كانت أعلى درجة حرارة من المحاكاة ٥٢١ درجة مئوية ، وكانت الطاقة الحرارية المنقولة بواسطة الملح المصهور ١٢.٥٢ كيلو واط أثناء التبادل الحراري. ومع ذلك ، كانت ١٣ كيلو واط هي الطاقة الحرارية للتصميم. وبهذا فإن حوالي ٣.٧٪ تمثل نسبة الخطأ في الطاقة الحرارية.

Development and Optimization of a Renewable Energy System using the Analytic Hierarchy Process Technique

Azzam Ahmed Farran

Supervised by:

Prof. Nidal H. Abu-Hamdeh (Advisor)

Prof. Abdullah Abusorrah (Co-Advisor)

Abstract

The object of this thesis is to simulate and optimize small scale concentrating solar power tower (CSP) built and operationalized at King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia, through analytic hierarchy process (AHP) technique. The aim is to facilitate cost-effective integration of solar power coupled with energy generation technologies subjected to challenging climatic conditions; and also to present the effects of changing in parameters such as receiver, heliostats on the cost and system performance. This study adopts the AHP technique to obtain the most appropriate receiver shape out of three possible shapes; spherical, cubic, and cylindrical. Also, to obtain receiver tower height out of three possible alternative 5 m, 7 m and 9 m. The used criteria in this optimization are reliability, manufacturing in the vicinity, manufacturing cost, service and maintain cost, lower operation risks, and high performance. Based on the results of AHP analysis, cubic shape is selected, positioned on the exterior of the steel tower that was 7 m heigh. The CSP prototype that was introduced in the present study contains 10 mirrors that were employed to reflect the solar energy in the direction of the solar receiver. Simulation by 3D-Energy program was used to find out the best heliostats distribute in front of receiver tower. A finite element analysis via ANSYS is performed to compute the through analytic division of temperature in the receiver. The highest temperature from the simulation is 521 ºC. The thermal power,

dispensed by the molten, is 12.52 kW during the heat exchanger. However, 13 kW is the design thermal power; while about 3.7% is the percentage error in the thermal power.