

Democratic and popular Republic of Algeria

Ministry of Higher Education and Scientific Research



Polytechnic National School

Development center for
Renewable energies



DOCTORAL SCHOOL FOR RENEWABLE ENERGIES

MASTER THESIS

Subject: Renewable Energies

Option: Photo thermal

Topic

Determination of Maximum Recoverable Heat in a
Thermodynamic combined cycle (solar-gas) with a steam
turbine downstream the power plant.

Submitted by: Omar BEHAR

To the following Jury members:

Mr. Cherif LARBES	Professor (ENP)	Jury president
Mr. Salah LARBI	Professor (ENP)	Examiner
Mr. Abdallah KHELAF	R.D (CDER)	Examiner
Mm. Nachida MERZOUK	R.D (CDER)	Examiner
Mr. Maiouf BELHAMEL	R.D (CDER)	Supervisor
Mr. Mourad HADDADI	Professor (ENP)	Invited

Academic year: 2009 – 2010

ملخص

الهدف من هذا البحث هو تطوير برنامج لأول محطة كهربائية هجينة (طاقة شمسية- غاز طبيعي) في الجزائر وذلك تحت مناخ منطقة حاسي الرمل. في هذا المشروع نقترح محطة بدرجة واحدة من الضغط. عند وجود الشمس يتم تحسين تحويل طاقة الانبعاث الغازية المطروحة من العفنة الغازية في العفنة البخارية باستعمال مبادل شمسي *HSSG* بالتوازي مع مبادل غازي *HRSg*. هذا التصميم يعطي ليونة في التشغيل, حيث يمكن للمحطة أن تعمل كلاسيكيا *CC* في الليل و أن تعمل كمحطة هجينة في النهار. المردود الحراري و كمية الكهرباء المنتجة هم أهم العوامل لتحديد أداء المحطة عبر أيام السنة. نتائج البرنامج بينت أن هذه المحطة بإمكانها توليد ما يقارب 134 ميغا واط بمردود يساوي 57.5% خلال الليل. في النهار نسبة الكهرباء الناتجة عن الطاقة الشمسية جد محفزة حيث يمكن أن تصل إلى 15% في الفترات الجد مشمسة. عندها تكون كمية الكهرباء المنتجة و مردود المحطة اكبر ب 17 و 16.5% على التوالي من عملها كمحطة كلاسيكية, ما يقابله 157 ميغا واط من الطاقة بمردود 67%. زيادة قدرة العفنة البخارية ب 50% و أحسن أداء للمحطة الهجينة في صحراء حاسي الرمل خلال الأيام الحارة هي محاسن أخرى للتصميم المقترح.

مفاتيح: محطة كهربائية هجينة (طاقة شمسية- غاز طبيعي), محطة كهربائية شمسية, حاسي الرمل.

RESUME

Le but de cette étude est de développer un programme de calcul pour l'analyse des performances énergétiques de la première centrale hybride solaire-gaz (ISCCS) en Algérie, sise à Hassi R'mel. Dans ce projet une centrale avec un niveau de pression est proposée. Durant les périodes ensoleillées, la conversion de l'énergie des gaz d'échappements dans la turbine à vapeur est améliorée par l'utilisation d'un échangeur solaire (HSSG) en parallèle avec la chaudière à vapeur (HRSG). Ce concept donne une certaine flexibilité pour son fonctionnement, il fonctionne en mode combiné conventionnel durant la nuit et en mode hybride solaire-gaz durant la journée. Le rendement thermique et l'énergie électrique produite sont les principaux paramètres pour évaluer les performances instantanées des différentes parties de la centrale durant l'année. Les résultats de ce program montrent que cette centrale peut fournir environ 134MW de puissance avec un rendement de 57,5% dans la nuit. Dans la journée, le ratio net du solaire peut être très intéressant et atteindre les 15%. En conséquence, l'électricité produite par la centrale et son rendement seront plus importants de 17 et 16,5% respectivement qu'en mode combine, ce qui correspond à une puissance de 157MW et un rendement de 67%. L'augmentation de la capacité de la turbine à vapeur de 50% et les meilleurs performances de la centrale hybride pour les journées chaudes à Hassi R'mel sont les avantages supplémentaires de ce concept.

Mots clés : centrale thermodynamique solaire avancées, centrale thermique solaire, Hassi R'Mel.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a mathematical program for analysing the performance of the first integrated solar combined cycle system (ISCCS) in Algeria, located in Hassi R'mel. In this project, an integrated plant with simple pressure level is proposed. During sunny periods, the energy conversion of the exhaust gas in the steam turbine is improved by using solar heat steam generator HSSG in parallel with the heat recovery steam generator HRSG. This design furnishes flexibility in the operation system where it works as a conventional combined cycle during night time and it switches to operate as an ISCCS during daylight. Thermal efficiency and electricity generating are the main parameters to evaluate the instantaneous performances of different parts of the solar power plant through the year. The program results show that the power plant would produce about 134MW with efficiency equal to 57.5% at night. At daytime, the net solar electricity ratio can be very interesting and reach the limit of 15% at the design point. As a result, the output from and the efficiency of the integrated plant will be above the CC regime by 17 and 16.5%, which correspond to 157MW and 67%, respectively. Increasing the steam turbine capacity by 50% and better performances of the integrated plant in Hassi R'mel desert in warm days are other advantages of the proposed design.

Key Words: Integrated solar combined cycle system, solar thermal power plant, Hassi R'Mel.