



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 1994

Títol:

Projecte d'una central d'energia elèctrica de 400 kW mitjançant concentradors solars i una turbina de vapor.

Document: Resum del projecte

Alumne: Miquel Martí Carolà

Director/Tutor: Jordi Comas Baron/Josep Abel González

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: EC/FA

Convocatòria (mes/any): Juny/07

1. INTRODUCCIÓ

L'objecte del projecte és el de dissenyar una central productora d'energia elèctrica a través d'una turbina de vapor i un generador acoblat a aquesta, mitjançant concentradors d'energia solar cilindre – parabòlics.

Aquests concentradors captaran la radiació directe del sol (la difusa no l'aprofiten) per concentrar-la al focus de la paràbola, on si col·locarà un tub receptor que per l'interior i passarà un fluid que s'escalfarà gràcies a aquests rajos concentrats.

L'èxit o fracàs de la central dependrà de la quantitat de radiació disponible a la zona on es vol ubicar la central (zona de Tarragona) i els rendiments dels diferents elements encarregats de captar la radiació, convertir-la a energia calorífica, transportar-la... És per això que és important realitzar un estudi de la radiació disponible a la zona, per saber de quanta energia es disposa i com a conseqüència de la superfície de captació que es necessita.

En el projecte, per tant, s'ha realitzat el disseny de la instal·lació juntament amb un estudi sobre una fulla de càlcul d'Excel de la radiació disponible a la zona.

2. ESTUDI DE LA RADIACIÓ DISPONIBLE I DESENVOLUPAMENT

Les dades de radiació utilitzades per realitzar l'estudi han estat proporcionades pel Dr. Josep Abel González del Departament de Física Aplicada de la UdG. Són dades recollides a la UdG, però que s'han considerat vàlides per l'estudi tot i que la instal·lació està pensada per realitzar-se a la zona de Tarragona (s'ha de pensar que en una latitud inferior les hores de sol són més elevades i per tant ens trobem en el costat de la seguretat).

A més d'això a l'estudi es fa indispensable calcular en cada moment la posició del sol, ja que aquest tipus de concentradors necessiten que els rajos solars incideixin perpendiculars a l'eix de la paràbola per tal que es concentrin en el punt focal, i per tant necessiten dur un sistema de seguiment capaç de seguir la trajectòria del sol. Aquest sistema de seguiment, degut a que en el nostre cas és d'un sol eix, no garanteix que la radiació incideixi sempre en un pla normal de tal manera que pocs cops s'aprofita el 100% del flux de radiació directe (per aprofitar-la tota es necessitaria un sistema de

seguiment en dos eixos, que tot i l'augment d'energia captada que suposa implica un augment de cost, de dificultats i d'averies considerables a la instal·lació cosa que el descarta)

A partir d'aquestes dades i després de diferents càlculs s'han trobat els valors de radiació que seríem capaços d'aprofitar i per extensió la calor que absorbiria el tub captador dels rajos solars.

Per arribar a la calor aprofitable es tenen en compte els rendiments dels captadors, del tub absorbidor... per això molts valors de rendiment i d'especificacions tècniques utilitzats a l'estudi s'extreuen dels elements que es pensen utilitzar a la central. Tot i això, amb petits canvis a la fulla de càlcul ens podem adaptar a noves especificacions i trobar nous resultats.

Finalment a partir d'aquests resultats s'ha trobat la superfície de captació òptima per tal de garantir el mínim cost de producció de l'electricitat. Aquesta superfície òptima correspon a 12.463,2 m², 15 files de captadors d'una longitud de 144 metres i una amplada d'obertura de 5,77 metres cada una.

3. CAMP DE COL·LECTORS SOLARS

A partir de l'òptim de superfície de captació s'ha desenvolupat el camp de col·lectors solars. Com s'ha dit anteriorment, el camp estarà format per 15 files de captadors cilindre – parabòlics de 144 metres. Cada fila d'aquestes, alhora, està formada per 12 mòduls cilindre – parabòlics units en sèrie, basats en el model Eurotrough (és un model desenvolupat per un consorci d'empreses del sector i promogut per la UE, i actualment es referència en la majoria de projectes d'aquest tipus).

S'ha de tenir en compte que aquest model de captador ja és el que s'havia suposat des d'un bon principi per l'estudi de la radiació aprofitable, ja que depenent del model els rendiments que ofereixen són diferents i aquests s'han de tenir en compte en una part de l'estudi. Pel que fa a aquest el rendiment global és del 80% (captador i tub absorbidor, comentat a l'apartat següent).

4. DISTRIBUCIÓ I CONVERSIÓ DE L'ENERGIA

L'energia captada pels concentradors es concentra al tub absorbidor, on s'escalfa el fluid encarregat de transportar l'energia en forma de calor cap al bescanviador. El tub absorbidor que s'instal·la és un model comercial, el Solel UVAC (actualment el més estès). Aquest tub està compost per un cilindre intern de 70 mm de diàmetre d'acer amb un recobriment de materials específics per tal d'aprofitar millor la radiació concentrada. Alhora es troba dins d'una camisa de vidre antirreflexant de 115 mm de diàmetre. Entre els dos tubs hi ha el buit, mesura realitzada per evitar pèrdues per convecció.

Per el interior del tub d'acer i passa el fluid encarregat de transportar l'energia en forma de calor. El fluid que s'utilitzarà serà el Syltherm 800. És un fluid exprés per transportar calor i és estable entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ (s'ha de tenir en compte que la temperatura d'operació és de $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el nostre cas, pel fluid Syltherm 800).

Aquest fluid, es porta als bescanviadors que s'encarregaran de traspasar la calor del Syltherm 800 a l'aigua per generar vapor sobreescalfat a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 20 bars, abans d'introduir-se a la turbina. Aquests bescanviadors tindran un rendiment mínim del 85%.

Per generar 1 MW de potència elèctrica al generador, és necessari segons els càlculs del projecte, un cabal de 81.000 kg/h de Syltherm 800 a $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ (escalfat al camp solar) que produiran un cabal de vapor de 6.600 kg/h en el bescanviador a una temperatura de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 20 bars.

5. TURBINA I GENERACIÓ D'ELECTRICITAT

A partir del cabal de vapor de 6.600 kg/h a unes condicions de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 20 bars, generem 1 MW de potència elèctrica a la turbina. El fluid resultant un cop turbinat surt a $45,83\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 0,1 bars (per sota la pressió atmosfèrica) amb la qual cosa es fa necessari un tractament abans d'introduir-se de nou al circuit de generació de vapor mitjançant un condensador i un desgasificador.

La turbina encarregada d'extreure aquesta potència del vapor és una AFA – 6 de la casa KKK, dissenyada específicament per les nostres condicions de treball. En un principi, tal i com indica el títol del projecte s'havia pensat en generar una potència de 400 kW, però

després de consultar-ho s'ha vist que és aconsellable arribar a generar 1 MW de potència, ja que la disminució del preu de la turbina de 400 kW no és ni molt menys proporcional al de la potència i la turbina AFA – 6 està pensada per generar potències d'1 MW o més i adaptar-la per generar 400 kW implica un fort desaprofitament del potencial que se li pot extreure. Tot i això, aquest fet implica un augment de les dimensions del camp solar per captar l'energia necessària per tal de generar aquest augment de cabal de vapor que necessita la turbina d'1 MW.

6. ESTUDI ECONÒMIC I CONCLUSIONS

Després de trobar la configuració de la instal·lació de mínim cost de generació d'electricitat, amb aquest cost s'ha realitzat un estudi econòmic per veure la viabilitat d'aquesta central:

Els ingressos anuals que s'obtindrien de la venda de l'electricitat (preu de 0,269375 € segons dicta el RD 661/2007) seria de 370.977,05 € l'any.

Pel que fa al pressupost d'execució per contracte de la instal·lació puja a 5.894.202,81 €.

Amb un interès fix de leasing (aportant el 20% del capital inicial) del 5,5% i comptabilitzant costos d'assegurances i manteniment, a l'estudi econòmic s'obté que per obtenir beneficis es necessita realitzar el leasing a 18 anys com a mínim.

Per tant, els resultats han estat completament negatius i s'ha demostrat la inviabilitat d'una central d'aquest tipus a Catalunya.

Per tal d'estudiar la viabilitat d'una central d'aquest tipus s'hauria de continuar l'estudi i veure com afectarien canvis com incloure un magatzem d'energia calorífica per tal de poder genera durant més hores (a l'estudi s'obté que durant moltes hores tenim un excedent d'energia que en el cas de poder-se emmagatzemar ens proporcionaria més hores de treball de la turbina), o s'hauria de tenir en compte factors com realitzar una central mixta amb energia procedent del sol juntament amb altres tipus (biomassa, gas...). Tot i això, s'ha de pensar que ens trobem davant d'una tecnologia molt nova i relativament poc desenvolupada, que fa que en aquests moments sigui cara, però que en un futur pot demostrar-se competitiva.

Miquel Martí Carolà

19 de juny de 2007