

INTRODUCCIÓ

A les centrals tèrmiques es genera energia elèctrica a partir de l'energia tèrmica produïda per la combustió de carbó, fuel o gas natural.

- Diagrama de blocs de les transformacions energètiques que hi ha a les centrals tèrmiques:

ENERGIA ENERGIA ENERGIA E.CINÈTICA ENERGIA

QUÍMICA TÈRMICA CINÈTICA DE ROTACIÓ ELÈCTRICA

Combustible Caldera Vapor Turbina Alternador

UTILITZACIÓ

A continuació donarem lloc a una breu però detallada explicació del funcionament d'una central tèrmica, concretament la de Sant Adrià del Besòs.

SITUACIÓ GEOGRÀFICA

Aquesta central tèrmica està situada en la província de Barcelona, terme municipal de Sant Adrià del Besòs, límit amb el terme municipal de Badalona. Està situada a la vora del mar, del qual pren l'aigua necessària per a la refrigeració.

La superfície ocupada és de uns 65.000 m², a les quals se li afegeix la superfície que ocupen les centrals de Badalona I i Badalona II, anexas a aquesta i pertanyents també a F.E.C.S.A., en total, les centrals ocupen una superfície de 110.600 m².

Al començament es van construir dos blocs bessons, de 350 MW cadascun d'ells; posteriorment es va montar un tercer idèntic als altres esmentats anteriorment.

Els blocs varen començar a funcionar als anys:

- Bloc I1973
- Bloc II.....1974
- Bloc III.....1976

Parts de la central tèrmica

La central tèrmica consta de tres blocs. Cada un d'ells consta d'un edifici de caldera on hi ha el generador de vapor. Aquest edifici té forma ovalada i la seva altura és de 90 m. A sobre s'aixeca la xemeneia de 110 m. L'altura total de l'edifici és de 200 m i la seva base està a 4,50 m sobre el nivell del mar.

Els tres turbogrupps s'alberguen en un edifici de turbines, de 178 m de longitud, amb 60 m d'altura, A més a més, en aquest edifici es troben els condensadors, bombes d'alimentació, tancs d'alimentació i bombes de condensat, entre d'altres.

Anex a la part de l'edifici de turbines ocupada per el bloc I, es troba l'edifici de la depuració de l'aigua, de 470 m de superfície; en aquest es troba la depuració química, el laboratori químic i els tallers elèctrics.

Entre els edificis de calderes I i II està l'edifici de control dels blocs I i II, de 1000 m , amb una altura de 23,65 m ; allà es troben la sala de control dels blocs I i II i el sistema de control d'aquests, i les oficines. La sala de control i el sistema de control del bloc III es troba a la zona de unió de l'edifici de caldera III amb el de turbina.

A més existeixen altres edificis exteriors a les citades: la casa de bombes de buit, junt a la cambra d'aigua; els tancs de fuel-oil, i altres edificacions comuns amb C.T. Badalona, així com el taller mecànic.

DESCRIPCIÓ DEL CICLE

A continuació, en aquest apartat, descriurem el cicle, és a dir, el funcionament d'una central tèrmica. El dividirem en altres subapartats, per explicar més detalladament cadascuna de les parts de la que consta el cicle. Les parts són les següents:

combustible, calderes, turbines i alternadors, producció de vapor i rendiment, tractament de l'aigua, circuit de refrigeració, i el control de les centrals. En cadascú d'aquests apartats s'explicarà com funciona cada part i les classes que poden haver, així com les diferents característiques.

Combustible

El combustible de les centrals tèrmiques pot ser: fuel-oil, gas natural o carbó.

La central tèrmica de Sant Adrià utilitza els dos primers citats anteriorment.

Començarem explicant les característiques del carbó.

– El carbó està format per carboni, hidrogen, oxigen, nitrogen i altres components com el sílex, òxids de ferro, sofre, etc. El carbó es troba en abundància a la Terra i és un combustible barat.

Les centrals disposen d'un recinte per dipositar-lo i disposar d'una reserva permanent. El carbó es tritura en forma de pols fina per que la seva combustió sigui més fàcil. Del molí és enviat als cremadors de la caldera mitjançant corrents d'aire preescalfat.

– El fuel-oil és un derivat del petroli. En la central de St Adrià s'emmagatzema en dos dipòsits, de 33.000 i 30.000 m³; aquests s'alimenten directament de CAMPSA per un oleoducte. Tres bombes de fuel impulsen el combustible a través de precalentadors perquè pugui la temperatura , fluidifiqui i ho passen als cremadors.

– El gas natural és un combustible barat, format bàsicament per metà (70%) i barrejat amb altres gasos com l'età , propà, butà... El gas natural com a combustible té un elevat poder calorífic, i una combustió poc contaminant. Però el seu transport es difícil al ser un gas. El transport es realitza amb gasoductes o vaixells metaners. En els gasoductes el gas natural es troba a una pressió moderadament alta, i després es neteja i baixa la seva pressió. El gas es filtra abans d'entrar a la caldera.

Calderes

La caldera és un recipient on s'escalfa l'aigua per convertir-la en vapor. Si es vol produir vapor a pressions majors que la atmosfèrica, el recipient ha de estar tancat per evitar qualsevol fuga de gas. El vapor s'acumula en l'espai comprès entre l'aigua i les parets superiors del receptacle, provocant en ell un augment de pressió que determina un

augment en l'aigua i el vapor. Per suportar aquestes pressions i temperatures, les calderes han de fabricarse de metalls molt resistents.

Hi han molt tipus de calderes. En general totes les calderes es poden classificar en dos grans grups: les pirotuvulars i les acuotuvulars. En les primeres els gasos calents procedents de la combustió passen a través de tubs submergits en l'aigua que han de convertir en vapor. En les segones, el calor s'aplica a la superfície exterior d'un grup de tubs per als que flueix l'aigua.

També estan les de radiació, anomenades així perquè la transmissió del calor és per radiació. També estan les de tipus Benson. Aquestes treballen prop de la pressió crítica de l'aigua. L'eix està col·locat en posició vertical i tenen la sortida de fums a la seva part superior, als 71 m d'altura. Els cremadors estan als 24 m.

Les calderes disposen de cremadors, una cambra de combustió rodejada d'infinits de tubs pel quals hi circula l'aigua per vaporitzar, reescalfadors, economitzadors i preescalfadors. Ara els explicarem el funcionament d'una caldera.

El combustible calent passa als cremadors. En la central de St Adrià els cremadors són 16, disposats en el pla horitzontal; els seus eixos no passen per el centre de la mateixa, sinó que estan inclinats per facilitar la uniformitat en la distribució del calor. Qualsevol cremador es pot utilitzar per encendre la caldera. La refrigeració dels cremadors es fa amb tubs de la mateixa aigua d'alimentació, en una de les primeres etapes de la part d'alta pressió dins la caldera. Cada cremador consumeix un màxim de 4850 kg/h de fuel-oil.

L'aire necessari per la combustió s'agafa per dos ventiladors de tir forçat, que eleven la seva pressió i el fan passar pels preescalfadors d'aire. L'aire calent que surt passa per un canal que descendeix per la caldera, i del que s'agafen les successives ramificacions per alimentar a cada cremador. La missió dels preescalfadors és de calentar l'aire de combustió fins a una temperatura que no faci mal a les parets del preescalfador, és a dir, mantenen l'aire a una temperatura superior que la del vapor. Aquests vapors escapen a l'atmosfera a uns 130 °C.

L'aigua d'alimentació entra a la caldera per l'economitzador, que escalfa l'aigua d'alimentació aprofitant el calor dels fums. A la sortida, l'aigua passa per un sistema de tubs que formen les parets exteriors de la caldera. L'aigua d'alimentació es vaporitza en aquests tubs-paret, i la mescla d'aigua i vapor passa després als separadors d'aigua-vapor, la missió dels quals és separar el vapor de l'aigua. Aquesta aigua és enviada fins a l'intercanviador de calor. Aquests separadors són centrífugs, i en ells la mescla d'aigua amb vapor entra de tal forma tal que en el seu interior es produeix un remolí, quedant l'aigua en la part exterior mentre que el vapor es queda en la part central.

El vapor que surt d'aquests separadors ja no porta aigua. Aquests reescalfadors són dos serpentes, de convecció, a la sortida dels quals el vapor passa a la turbina d'alta pressió. La missió dels reescalfadors és eliminar les petites gotes d'aigua que acompanyen el vapor.

En totes les parts de la caldera exposades directament al calor, l'aigua o el vapor circulen en el sentit dels fums, en sentit ascendent; i les parts no exposades directament (tubs suport, ...) L'aigua o el vapor circula en sentit descendent.

La caldera s'aguanta únicament en dos vigues situades a 61 m d'altura, i penja d'elles mitjançant 16 tubs suport que a la seva vegada condueixen l'aigua d'alimentació en sentit descendent.

S'han disposat unes seguretats de sobrepressió, que permeten la sortida del vapor a l'atmosfera en el cas que es produeixi una pressió molt elevada. Aquestes seguretats descarguen en uns amortiguadors acústics o silenciadors, dos per cada bloc, que disminueixen el soroll que produeix una fuga de vapor a tals pressions.

Turbines i alternadors

Les turbines són màquines motrius que transformen l'energia cinètica del vapor d'aigua en energia cinètica

rotatòria en el rodet. Una turbina es compon de :

Un distribuïdor fix, que la seva funció principal és donar una orientació convenient als raigs de fluid que penetren dins la roda. I una roda mòvil proveïda de paletes, que té per funció transformar l'energia del fluid en energia mecànica. Algunes turbines estan equipades amb un tercer òrgan anomenat difusor, destinat a recuperar, en forma d'energia de pressió, l'energia cinètica residual del fluid a la sortida de la roda.

Hi han diferents tipus de turbines: les hidràuliques, les de vapor i les de gas.

Les centrals tèrmiques acostumen a utilitzar turbines de vapor. El vapor pot actuar per la seva energia cinètica (turbina d'acció) o també, per distensió en els àleps o catúfols de la roda mòvil (turbina de reacció). Entre les turbines d'acció, es distingeixen: la de Laval (el vapor es deté abans d'entrar en contacte amb les paletes; la Curtis (diversos nivells de pressió i de disparadors múltiples); la Rateau. Entre les de reacció distingim la turbina Parson (diferents nivells de pressió). El rendiment d'aquestes és pot millorar si es fan trafegaments de vapor per reescalfar l'aigua d'alimentació.

En la central de St. Adrià la turbina té només un eix, i està constituïda per tres cossos separats: d'alta pressió, de fluid simple; de mitja pressió, de doble fluid; i de baixa pressió, de triple fluid. L'alternador està acoplat rigidament. Hi ha una part que està provista d'una tapa de regulació a les que hi arriba el vapor a través de quatre combinacions de vàlvules d'obertura i tancament. Hi ha unes vàlvules de ràpid tancament la missió de les quals és interrompirla entrada de vapor a la turbina a la major brevetat possible en cas d'un tret de l'alternador, per evitar que la turbina s'acceleri per sobre de les seves revolucions normals. El vapor expansionat surt de la turbina a través d'unes comportes de retenció que impedeixen el seu retroces, fent-lo arribar al reescalfador i al preescalfador d'alta pressió. El vapor accedeix a la turbina a la sortida del reescalfador intermig, entrant pel centre del cos, per damunt i per sota. El vapor expansionat surt per quatre punts de la turbina (dos a cada extrem), i passa fins a una part que consta de dos cossos: un de doble fluid, i un altre de simple. La sortida del vapor va directa al condensador.

Cada un dels rodets es subjecten a cada extrem de l'eix, en un coixinet radial. Cada coixinet porta de dos a quatre indicacions de temperatura, que permeten un control precís del servei de turbina.

L'alternador és un generador destinat a produir tensions i corrents alternes. El generador va acoplat a la turbina. El generador és la màquina que transforma l'energia mecànica en energia elèctrica. Gira a 3000 rpm, i està connectat en estrella, donant una tensió de 21 kV. La sortida de les barres de 21 kV de l'alternador es fa per la part inferior. La refrigeració de l'alternador consisteix en un sistema tancat de circulació d'hidrogen, a una pressió de 4 atm. i amb un caudal de 30 m³/s.

L'alternador conta de dues fases: la primera és un petit alternador que consta de 8 parells de pols constituïts per imans i que en el seu estat genera corrent alterna. Aquesta corrent va al regulador de tensió, on es amplificada o reduïda en funció de la regulació que se li hagi de donar a la tensió de l'alternador principal.

Producció de vapor i rendiment

El vapor necessari per moure la turbina es produeix a la caldera. D'aquesta surt a

525·c i a una pressió de 180 kp/cm². Un cop que el vapor s'ha expansionat dins la turbina passa de nou a la caldera per incrementar la temperatura en el reescalfador intermig.

No tot el vapor que surt de la part d'alta pressió de la caldera, recorre la turbina en la seva totalitat, passant després al condensador: una part el vapor s'utilitza per calentar el condensat, obtenint així un major rendiment del bloc. L'altra part del vapor que surt de la turbina va al preescalfador.

Un cop al condensador, el vapor saturat que a ell arriba perd calor, cedint-lo a l'aigua de mar que circula pels tubs de l'interior del condensador, el vapor condensat és extret del condensador per mitjà de dos bombes d'extracció. El condensat és enviat a través d'una via de desmineralització, on rep un tractament químic de depuració dels cations que podia haver adquirit l'aigua. El condensat és enviat a través del refrigerador de condensat secundari i els precalentadors de baixa pressió fins al desgasificador i al tanc d'alimentació. En el desgasificador, el condensat perd l'oxigen dissolt que portava i que pot atacar la instal·lació.

Les bombes d'alimentació eleven la pressió de l'aigua que surt del tanc d'alimentació a un 220kp/cm², i la fan passar per les dues vies de preescalfament d'alta pressió.

L'aigua d'alimentació entra directament en l'economitzador de la caldera.

Per millorar la combustió es calenta previamente el fuel-oil i l'aire comburent. Per calentar el fuel-oil s'utilitza vapor que cedeix calor a un circuit tancat de calefacció. El vapor d'aquest circuit tancat calenta el fuel-oil en tres preescalfadors de fuel-oil, condensant-se i tornant-se al convertidor de vapor impulsat per unes bombes. El circuit de vapor de preescalfament de fuel-oil no està en contacte amb el circuit aigua-vapor principal per evitar la contaminació d'aquest en cas de pèrdua en un preescalfador de fuel-oil.

L'aire s'escalfa principalment aprofitant el calor dels fums de la combustió.

En conjunt, el rendiment tèrmic brut de l'instal·lació és del 42% , i el net (descontada l'energia necessaria per moure bombes, etc), el 39,7%. Els consums de calor brut i net són de 2.048 i 2.168 kcal/kWh, respectivament.

Tractament de l'aigua

Per omplir el circuit aigua-vapor s'utilitza aigua desionitzada, procedent de l'aigua urbana tractada en la depuració química. Tot el tractament d'aigua s'efectua a base de resines canviadores.

L'aigua urbana s'emmagatzema en un dipòsit de 1500m³, que l'envien a l'intercanviador catiònic. En aquest, les sals dissoltes en aigua (sulfats, clorurs i silicats calcics, magnèsics i sodics, pral, així com bicarbonats), cedeixen a les resines el catió de la sal, quedant en forma d'àcid.

L'aigua de sortida de l'intercanviador catiònic és rica en CO₂, que es despren en la torre d'eliminació d'anhidric carbònic. L'aigua que surt de la torre sense pressió es impulsada per unes bombes d'aigua de procés fins a l'intercanviador aniònic, en el que les resines capten els anions dels àcids i deixen únicament H⁺ , que es combina amb els OH cedits per la resina per donar aigua.

Existeixen tres vies de depuració, una en cada bloc, d'una capacitat de producció 3x60m³/h.

Les resines dels intercanviadors es regeneren periòdicament; les catiòniques mitjançant adició d'HCl i les aniòniques amb NaOH.

Per vigilar les característiques de l'aigua i millorar les seves condicions amb l'adició de reactius, existeix en la central un laboratori químic.

Circuit de refrigeració

L'aigua necessaria per la condensació del vapor s'agafa del mar mitjançant dos tubs per cada bloc de dos metres de diàmetre que s'endinsen 207m de la platja. Unes bombes de buit extrauen l'aire dels tubs fent disminuir la pressió en el seu interior, amb el qual l'aigua del mar circula per efecte sifó fins a la camara d'aigua on decanten la majoria dels residus sòlids.

Per evitar l'introducció de sorra i peixos entre d'altres, en el circuit de refrigeració, l'aigua aspirada passa primer per unes reixes i per uns filtres giratòris.

No tota l'aigua del mar passa pel condensador, sinó que part d'ella s'utilitza en altres serveis de refrigeració: refrigeració de l'hidrogen de l'alternador, de l'oli, etc...

Control de la central

La central és totalment automàtica. La regulació s'efectua en un sistema que compren tota la regulació, alarmes, i proteccions tant del circuit tèrmic com del circuit elèctric. Existeixen dos sales de control, una per als blocs I i II i l'altre per al bloc III. En aquestes s'han centralitzat les accions manuals més importants, indicacions de l'estat del servei, alarmes, etc...

També existeix un ordinador de processos per a cada bloc, que realitza les funcions d'indicació d'alarmes, consultes de valor de mesura, formació de protocols i diversos càlculs.

CIRCUIT ELÈCTRIC

Les barres de 21kV de sortida del generador arriba als transformadors del bloc per l'aire, refrigerats per oli; els cables de 220 kV que surten dels transformadors ho fan pel terra, anant al parc d'alta tensió per l'interior d'un canal subterrani que passa pel costat de Mataró del bloc II.

Els transformadors estan montats a la intemperie, banyat en oli, i es refrigeren mitjançant un grup auxiliar de 8 ventiladors per transformador, que refreden l'oli. Els transformadors porten proteccions de gasos i també porta un sistema d'aigua contra incendis que cau sobre el transformador automàticament quan es produeix un foc.

L'alimentació de bombes, motors i els altres serveis de la central es fa a través del transformador de consum propis.

Ja que en l'arrancada i mentre el bloc està parat, el generador no dona potència, existeixen a més a més uns transformadors d'arrancada, de 20 MVA de potència, la missió dels quals és alimentar els serveis de la central fins que el generador estigui en condicions d'alimentarlos a través del transformador de consum propi. El pas de l'alimentació per transformadors d'arrancada a la alimentació per transformador de consum propi es fa sincronitzant ambdues alimentacions, i el pas invers, en cas d'averia, mitjançant un dispositiu de conmutació ràpida.

Tots els interruptors de 6kV són de petit volum d'oli; únicament els interruptors de bloc, de 220 kV, són d'aire comprimit.

L'energia surt de la central per dues línies aèries de 220 kV, comuns amb C.T. Badalona, i un cable subterrani també de 220 kV.

ESTACIÓ RECEPTORA

La funció d'una estació receptora és reduir el voltatge de les línies elèctriques que arriben procedents de les grans centrals productores perquè l'electricitat es pugui utilitzar a les diverses aplicacions elèctriques, tant domèstiques com industrials.

Quan les línies elèctriques d'alta tensió arriben a prop dels nuclis de consum, les estacions receptores redueixen la tensió de 110.000, 220.000 o 380.000 V a 25.000 o 11.000 V.

Però abans d'arribar als punts de consum encara cal una darrera transformació. Es fa mitjançant diverses

sub-estacions que depenen de l'estació receptora i que redueixen la tensió de 25.000 o 11.000 V a 380 o 220 V, que és la tensió normal de consum.

AVANTATGES I INCONVENIENTS

Els avantatges d'una central tèrmica són les següents:

- Rendiments enèrgetics molt elevats
- Producció d'energia elèctrica
- Si són centrals de cogeneració, poc contaminants a l'atmosfera, rendiment energètic molt alt, alta tecnologia utilitzada en el control de combustió.

Els inconvenients d'una central elèctrica són:

- Contaminació atmosfèrica: la utilització de combustibles fòssils comporta la producció de CO₂ i de vapor de H₂O causants de l'efecte hivernacle, La mala combustió i les impureses que contenen originen l'emissió de SO_x i NO_x, principals causants de la pluja àcida. Aquests òxids, juntament amb l'emissió d'hidrocarburs, partícules sòlides i metalls pesants, són els desencadenants de les boires fotoquímiques.

El carbó, con a combustible, és el més contaminant.

- Contaminació tèrmica: Encara que purifiquin l'aigua que serveix de refrigerant, aquesta torna al mar amb una temperatura més elevada (10·c més), el que fa que varii tot l'ecosistema del seu voltant. No hi ha cap llei que prohibeixi l'abocament d'aquest aigua al mar i per aixó retornen al mar un aigua amb temperatura més elevada. Aixó és el causant de que prop de la central no hi hagi vida.

VALORACIÓ PERSONAL

Quasi bé tota l'informació l'hem extreta de la visita que vam fer a la central tèrmica de Sant Adrià del Besós. Allà ens van explicar detalladament el funcionament d'aquesta central, i ens van mostrar les parts més importants que hem explicat molt bé en aquest treball.

Fer el treball ens ha servit per entendre amb claredat i saber explicar d'on prové l'electricitat que arriba fins a les nostres llars.

BIBLIOGRAFIA

- Gran Larousse Català Editorial planeta.
- fuerzas eléctricas de Cataluña Espai FECSA
- E.R. Maragall Espai FECSA
- Tecnologia industrial Llibre de batxillerat
- Gran enciclopedia del mundo Editorial Marín S.A.