

# Informe Planta Térmica

Presentado por

Grupo 3  
Los Fuiciosos

Integrado por

Michael Steven Gonzales Calderón  
Juan Pablo Bustamante Torres  
Johant Stevent Pérez Garzón  
William Andrés Mendoza Galindo  
Wilmer Ramiro Castillo Parra

Presentado a

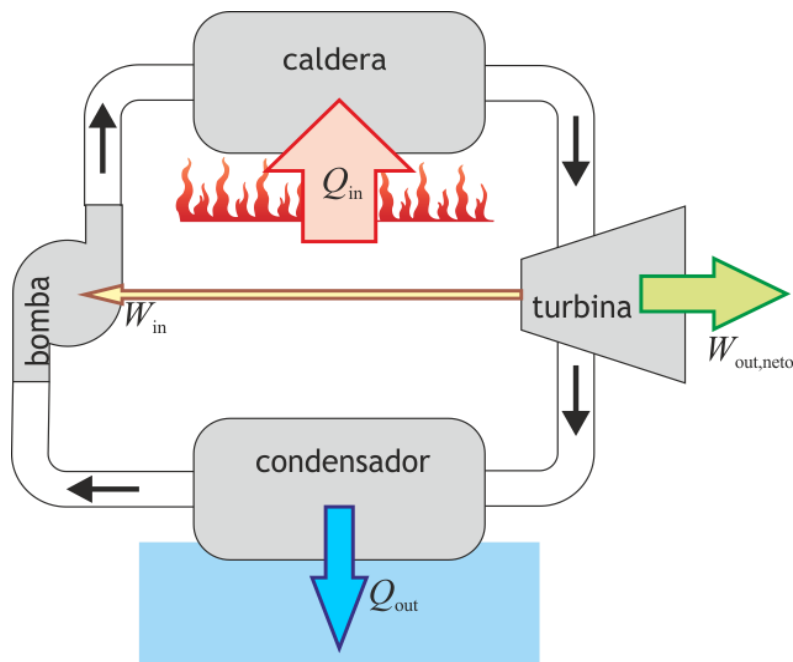
Ing. Jimmy Barco Burgos  
Ing. Hernán Mendoza

Seminario de Profundización  
Eficiencia Energética en Planta Térmica y Motor Oxi-Hidrógeno  
Coordinación Ingeniería Mecánica  
Universidad ECCI  
Bogotá  
2016

## INTRODUCCIÓN

La planta térmica es la instalación de varios sistemas que unidos son empleados para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del calor [1] (normalmente es obtenida de la quema de combustibles fósiles como el carbón, productos del petróleo o gas natural), energía empleada y transmitida a un fluido para así generar movimiento mecánico que luego será transformado en energía eléctrica.

Su funcionamiento está regido por El Ciclo Rankine [2], que es un ciclo termodinámico que se basa en la conversión de calor en trabajo para generar potencia, éste ciclo utiliza un fluido que por lo general es agua, se conforma por cuatro sistemas básicos como una bomba de agua que aumenta la presión del fluido y un poco su temperatura, una caldera que transfiere el calor al agua convirtiendo un vapor a alta temperatura y alta presión, una turbina que consume la energía de presión y velocidad al vapor y por último un condensador que convierte nuevamente el vapor en agua.



## **OBJETIVOS**

Descripción del funcionamiento de cada sistema y subsistema que componen la planta térmica.



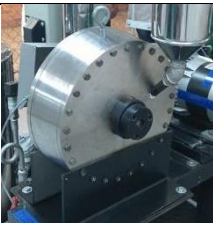
Conocer los costos de operación de la planta térmica y determinar si es rentable o no su operación.


## SISTEMAS DE LA PLATA TÉRMICA

### SISTEMA

**Ciclo Rankine Simple:** Es un ciclo termodinámico que se basa en la conversión de calor en trabajo para generar potencia.

### SUBSISTEMAS



ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	INF. TÉCNICA
BOMBA DE AGUA		Máquina que sirve para impulsar el agua a alta presión desde el tanque de llenado a la caldera.	<b>Caudal Max:</b> 6 GPM <b>Caudal medio:</b> 3 GPM <b>Potencia:</b> 1.5 HP <b>Voltaje:</b> 220/440 V <b>Velocidad:</b> 3500 RPM [3] <b>Presión:</b> 200 PSI
CALDERA		Es la encargada de la evaporación del agua, generando el calor a partir de la quema del combustible (ACPM), es de tipo piro tubular vertical de un paso, hecha de acero inoxidable.	<b>Marca:</b> Tecnik <b>Capacidad:</b> 15 BMP <b>Presión de trabajo:</b> 100 -125 PSI <b>Presión Max:</b> 150 PSI <b>Combustible:</b> ACPM <b>Consumo:</b> 4,5 gal/h <b>Voltaje:</b> 220v <b>Eficiencia:</b> 81-82% [4]
TURBINA		Turbina de vapor de dos etapas que se acciona por la entrada del vapor a alta presión y temperatura haciéndola girar.	<b>Marca:</b> TV-01-2 <b>Capacidad de generación:</b> 2 KW A 6000 RPM <b>Presión de trabajo:</b> MÁX 10 BAR

			[5]
CONDENSADOR		Condensador tipo carcasa-tubos y es el encargado de condensar el vapor para volverlo agua.	Cantidad tubos 30, BWG 14 Long. 1000mm. Diámetro externo tubos 13,7 mm Diámetro interno tubos 9,19 mm
			[6]


### SUBSISTEMAS






**Bomba de Agua:** Máquina que sirve para impulsar el agua a alta presión de un lugar a otro.



ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	INF. TÉCNICA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO		Su función es almacenar el agua para la bomba.	<b>Capacidad:</b> 30 Gal <b>Presión:</b> 5-09-045 <b>Contenido:</b> Agua <b>Fabricado:</b> Acero carbono.
SUAVIZADOR DE AGUA		Suavizador marca Disin y su función es tratar el agua para reducir el contenido de sales, minerales y metales. Esto gracias a medios mecánicos, químicos y/o electrónicos.	<b>Diámetro:</b> 14 in <b>Altura:</b> 60 in <b>Diámetro de tuberías:</b> ¾ in <b>Presión diseño:</b> 75 PSI <b>Presión operación:</b> 50 PSI <b>Manómetros:</b> Con lectura de 2 en 2
TUBERÍA		Su función es transportar el agua a alta presión de la bomba hasta la caldera.	Tubería de 1 pulgada.

LLAVE REGISTRO PASO A CALDERA		Su función es dejar abierto o cerrar el paso de agua a la caldera.	Registro para tubería de 1 pulgada.
CHEQUE		Su función es que el agua tenga un caudal recto, evitando torbellinos.	Cheque para tubería de 1 pulgada.


**Caldera:** Es la encargada de la evaporación del agua, generando el calor a partir de la quema del combustible (ACPM).

ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	INF. TÉCNICA
Tanque de ACPM		Su función es conservar herméticamente el combustible y alimentar el tanque pre-dosificador y quemador de la caldera.	<b>Volumen:</b> 90 gal <b>Capacidad:</b> 340 L <b>Diámetro:</b> 300 mm <b>Material:</b> Lámina de acero HR de calibre 1/8. Mirilla de vidrio para verificar nivel.

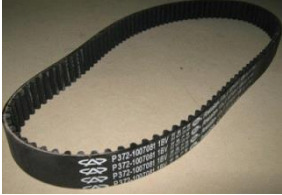



<p>Tanque Pre-dosificador de ACPM</p>		<p>Su función es dar a conocer la medida exacta de combustible que consume la caldera.</p>	<p><b>Capacidad:</b> 28 L Tara que permite medición en rangos de 100 cm<sup>3</sup>. <b>Material:</b> Acrílico de espesor 1cm. [8]</p>
<p>Filtro de ACPM</p>		<p>Su función es limpiar las impurezas del combustible como contaminación en la producción, almacenamiento, contaminación con las impurezas y la oxidación presentes en el depósito o conductos y condensación de agua en el depósito. [9]</p>	<p><b>GPH</b> (galones por hora): 17 <b>Capacidad de filtrado:</b> <b>Presión:</b> 52 PSI</p>
<p>Quemador de ACPM</p>		<p>Su función es succionar combustible del tanque para dosificar el quemador.</p>	<p><b>Presión:</b> 200 PSI <b>Frecuencia:</b> 80HZ <b>RPM:</b> 3440 <b>HP:</b> 15 <b>AMB:</b> 40 °C</p>
<p>Tablero Electrónico 2</p>		<p>Su función es controlar la caldera y cuenta con todos los elementos necesarios para la operación segura.</p>	<p>Dentro de este se encuentra el contactor y el guarda motor que son protecciones eléctricas.</p>
<p>Manómetro de Presión</p>		<p>Su función es dar a conocer la presión que está contenida en la caldera.</p>	<p><b>Marca:</b> Honeywell <b>Presión Max:</b> 150 PSI <b>Resolución:</b> Bar: de 1 en 1 hasta llegar a 13.7 bar, Psi: de 2 en 2 hasta llegar a 200 Psi.</p>




Válvula Mcdonnell		Su función es censar el nivel de agua para así abrir o cerrar el paso de esta y presión de vapor en la caldera para evitar sobre cargas.	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Voltios Ac y Dc</th> </tr> <tr> <th>Servicio o motor</th> <th>Carga completa</th> </tr> <tr> <td>115 VAC</td> <td>7.4</td> </tr> <tr> <td>230 VAC</td> <td>3.7</td> </tr> <tr> <td>115 CDC</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>230 VDC</td> <td>1.2</td> </tr> </table>	Voltios Ac y Dc		Servicio o motor	Carga completa	115 VAC	7.4	230 VAC	3.7	115 CDC	2.4	230 VDC	1.2
Voltios Ac y Dc															
Servicio o motor	Carga completa														
115 VAC	7.4														
230 VAC	3.7														
115 CDC	2.4														
230 VDC	1.2														
Válvula de bola para paso de vapor		Su función es permitir el paso de vapor de la caldera al distribuidor una vez que la caldera esté dentro de su presión de funcionamiento.	<b>Marca:</b> Apollo International <b>Flujo:</b> 2,26 Lbs <b>Temp. Max:</b> 366 °F												

**Turbina:** Turbina de vapor de dos etapas que se acciona por la entrada del vapor a alta presión y temperatura haciéndola girar

ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	INF. TÉCNICA
Generador		Su función es transformar la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica, esto se genera gracias a un fenómeno de inducción electromagnética, donde un conductor gira en el campo magnético y así inducir el voltaje en el mismo conductor llevándolo al lugar deseado. [10]	<b>RPM:</b> 3600 <b>Voltaje AC:</b> 120/240 <b>Voltaje DC:</b> 12V <b>Potencia Max:</b> 2,9 KW <b>Corriente:</b> Monofásica  [11]




<p>Correa de repartición</p>		<p>Su función es transmitir el movimiento de la turbina al generador.</p>	<p><b>Marca:</b> Optibelt  <b>Serie:</b> ZR 450 L  <b>N° Dientes:</b> 120  <b>Paso de Hilo:</b> 9,525mm  <b>Ancho del cinturón:</b> 12,70 mm  [12]</p>
<p>Sensores RPM</p>		<p>Su función es informar las rpm a las cuales trabaja la turbina y generador.</p>	<p><b>Tipo:</b> Sensor Inductivo  <b>Ref.:</b> NBB2-8GM30-E2-V1  <b>Instalación:</b> Enrasado  <b>Distancia de Conmutación:</b> 2 mm  <b>Frecuencia de Conmutación:</b> 0-3000 Hz  <b>Corriente Trabajo:</b> 0-100 mA [13]</p>
<p>Sobre calentador</p>		<p>Su función es elevar aún más la temperatura del vapor para que no haya partículas de agua.</p>	<p><b>V</b> 220 trifásico  <b>Material</b> acero carbón  <b>Resistencia</b> 1000W y 220V, potencia 6 Kw (en 6 resistencias)  <b>Temperatura:</b> 270 °C</p>
<p>Tablero Electrónico 5</p>		<p>Su función es permitir el encendido o apagado del sobrecalentador.</p>	<p>Dentro de este se encuentra un termostato que toma la señal de temperatura, el contactor que alimenta de energía las resistencias y pulsadores de encendido y apagado. [14]</p>

Válvula PID		Es un mecanismo de control por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medio y un valor deseado. [15]	<b>Material</b> hierro A 126 B <b>Recorrido</b> 15mm <b>Señal de mando</b> 4-20 mA
Bombillos		Su función es recibir la energía eléctrica del generador para generar luz y calor.	<b>Forma:</b> Estándar <b>Casquillo:</b> E27 <b>Voltaje:</b> 230 V <b>Vataje:</b> 70 W <b>Equivalencia en vatios:</b> 92 W <b>Consumo de energía por 1000 horas:</b> 70 kW·h [16]
Sensor de Presión		Su función es dar a conocer la presión a la cual está el vapor.	Referencia: 92015 Rango: 0-4 Bar Salida: 4-20mA Presión: 0.5% F.S Potencia: 24Vdc

**Condensador:** Es el encargado de condensar el vapor para volverlo agua.

ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	INF. TÉCNICA
Torre de Enfriamiento		Su función es bajar la temperatura al agua que llega con alta temperatura ya que es un intercambiador de calor que utiliza un aire frío y seco que está circulando por la torre, el agua cae en forma de lluvia a un e intercambia calor con el aire frío.	<b>Peso</b> 115 kg <b>Peso Operación</b> 250 kg <b>Caudal</b> 41,4 gal/min <b>Temperatura Entrada</b> 70°C <b>Temperatura Salida</b> 40°C

		[17]	
Bomba de la Torre De Enfriamiento		Su función es arrastrar el agua a la torre para ser enfriada.	<b>Potencia:</b> 1 HP <b>RPM:</b> 3495 <b>Voltaje:</b> 110/220 V
Tablero Electrónico 3		Su función es permitir el encendido o apagado de la torre de enfriamiento.	Dentro de este se encuentran dos arrancadores internos uno para el ventilador y otro para la bomba, también están los pulsadores de encendido y apagado.

### COSTOS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DE LA PLANTA

Costo en combustible para llevarla a su punto de funcionamiento.

**Volumen al iniciar la práctica**



**V=6.0 L**

**Volumen después de realizar la práctica**



V= 5.0 L

Tipos de costos	Valor unitario	Cantidad consumo	Total consumo
Combustible	\$7.709 galón	1 litro = 0,264 G	\$2,035

1 galón----->\$7,709  
 0,264 g----->X

$$0,264g * \$7,709 / 1 g$$

Nos da un resultado de consumo de la planta en tiempo de funcionamiento  
 =\$2,035

### Consumo de electricidad producida

Costo de electricidad para el funcionamiento de sistemas eléctricos y electrónicos.

Tipo consumo	Valor unitario	Total consumo	Valor total
electricidad	\$345,06 kwh	1300 watts=1.3 kwh	\$448,578

Si tenemos un 1 kwh que cuesta \$345,06 realizamos una regla de tres para obtener el costo consumo que fue de 1,3 kwh en el tiempo de funcionamiento.

1 kwh----->\$ 345,06

1.3 kwh-----> X

Nos da un valor de producción de  
=\$448,578

### Consumos de componentes

Tipo costo	Valor unitario	consumo	Valor consumo
Bomba caldera	\$ 345,06	1,11 kwh	\$383.01
Bomba torre enfriamiento	\$ 345,06	0.74 kwh	\$255,344
tablero	\$ 345,06	0,185kwh	\$63,83
Quemador	\$ 345,06	0,185 kwh	\$63,83
sobrecalentador	\$ 345,06	6 kwh	\$2070,36
		<b>Total consumo</b>	\$ 2.836

El consumo se realizó con un regla de tres:

#### Caldera

1 hp-----> 0,74 kwh

1,5----->X

$$1,5 * 0,74 / 1 = 1,11 \text{ kwh} * \$ 345,06$$

Esto nos da un resultado en pesos  
= **\$ 383,01**

#### Torre de enfriamiento

1 hp ----->0,74 kwh

1hp----->X

$$1 \text{hp} * 0,74 \text{ kwh} = 0.74 \text{ kwh} * \$ 345,06$$

Para obtener un resultado en pesos

**=\$ 255,344**

**Tablero de control y quemador**

1 hp ----->0,74 kwh

¼ hp ----->X

$$1/4 \text{ hp} * 0,74 \text{ kwh} / 1 \text{ hp} = ( 0,185 \text{ kwh} * \$ 345,06 ) * 2$$

Para obtener un resultado en pesos de

**= \$127,66**

**Sobrecalentador**

**6 kwh**

**Conclusiones**

Llegamos a la conclusión según la práctica realizada en la planta y los datos obtenidos que no es rentable en producción de energía ya que la planta tiene mayor consumo a la producción obtenida como un ejemplo los datos obtenidos anteriormente.

Ejemplo:

Consumo

Combustible-----> \$2035

Electricidad -----> \$ 2836

---

\$4871

Producción obtenida en las 7 bombillas

\$ 418,518

## WEB-GRAFÍA

- [1] <https://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20061203150930AAAdEDcv>
- [2] [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_de\\_Rankine](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_Rankine)
- [3] <http://www.igihm.com/index2.php?id=6&cod=3&item=A6&idTipo=A6a&est1=1&est2=1>
- [4] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [5] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [6] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [7] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [8] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [9] <http://www.fram-europe.com/es/productos/filtros-de-diesel.html>
- [10] <http://generadoreselectricos.info/funcionamiento/>
- [11] <http://www.energiaypotencia.com/tienda/divisiones-de-producto/energia/alternadores/alternadores-de-polea-883.html>
- [12] <http://www.imperiodascorreias.com.br/catalogos/correias-optibelt.pdf>,  
[http://hud.powerbelt.eu/coll\\_timing\\_belt\\_technical\\_catalogus.pdf](http://hud.powerbelt.eu/coll_timing_belt_technical_catalogus.pdf)
- [13] [http://files.pepperl-fuchs.com/selector\\_files/navi/productInfo/edb/052028\\_spa.pdf](http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/052028_spa.pdf)
- [14] Documento planta térmica ubicado en drive y suministrado por el docente Jimmy Barco.
- [15] <https://makrodidactica.files.wordpress.com/2014/08/cap8-neumatica-proporcional.pdf>
- [16] [https://www.download.p4c.philips.com/files/8/8727900951516/8727900951516\\_pss\\_e\\_spes.pdf](https://www.download.p4c.philips.com/files/8/8727900951516/8727900951516_pss_e_spes.pdf)
- [17] [http://www.epsem.upc.edu/intercanviadorsdecalor/castella/torres\\_refredament.html](http://www.epsem.upc.edu/intercanviadorsdecalor/castella/torres_refredament.html)

