

PRACTICA N°2

"GENERADORES DE VAPOR Y CALORIMETROS"

OBJETIVOS;

1. Descripción de los elementos que constituyen los generadores de vapor instalados en el LMT.
2. Medición y cálculo de la superficie de calefacción cálculo de la capacidad y eficiencia de una caldera, así como los gastos de combustible y vapor

INTRODUCCIÓN;

La utilización del vapor, como fluido de trabajo ya sea para transferir calor o para producir trabajo mecánico (expandingo en una turbina), es muy común debido a su alta capacidad térmica y la facilidad que presenta su manejo.

Generador de vapor

Un **generador de vapor** es una máquina o dispositivo de ingeniería, donde la energía química, se transforma en energía térmica. Generalmente es utilizado en las turbinas de vapor para generar vapor, habitualmente vapor de agua, con energía suficiente como para hacer funcionar una turbina en un ciclo de Rankine modificado.

Los **generadores de vapor** se diferencian de las calderas por ser mucho más grandes y complicados.

Partes de un generador de vapor

Economizador; Un **economizador** es un dispositivo mecánico de transferencia de calor que calienta un fluido hasta su punto de ebullición, sin pasar de él. Hacen uso de la entalpía en fluidos que no están lo suficientemente calientes como para ser usados en una caldera, recuperando la potencia que de otra forma se perdería, y mejorando el rendimiento del ciclo de vapor.

Puede ayudar a ahorrar energía en edificios, utilizando el aire exterior como medio de enfriamiento. Cuando la entalpía del aire exterior es menor que la entalpía del aire recirculado, enfriar el aire del exterior es más eficiente, energéticamente hablando, que

enfriar al aire que ha recirculado. Ahorra costes por consumo de energía en climas templados y fríos, pero no es apropiado en climas calientes y húmedos.

Sobre calentador, cambiador de calor en el que se da el sobrecalentamiento deseado al vapor.

Calentador de aire; cambiador de calor donde los gases producto de la combustión después de haber cedido parte de su energía a la caldera, calientan el aire para ser mas eficiente la combustión.

Recalentador; Un **recalentador** es un dispositivo instalado en una caldera que recibe vapor súper calentado que ha sido parcialmente expandido a través de la turbina. La función del recalentador en la caldera es la de volver a súper calentar este vapor a una temperatura deseada.

En el ciclo Rankin el recalentador se coloca en la salida del generador de vapor con para aumentar aún más la temperatura del vapor antes de ser introducido a la turbina con el fin de aumentar la eficiencia del ciclo, cierta cantidad de este vapor ya expandido en la turbina es utilizado en los calentadores de agua que pueden ser de tipo cerrado o abierto.

Precalentador de combustible; cuando se quema combustóleo o aceite combustible se disminuye su viscosidad por medio de un calorímetro previo al quemador se usan un serpentín de vapor o una resistencia eléctrica.

CLASIFICACIÓN DE CALDERAS;

Esto se realiza gracias a la intervención de un determinado combustible, que posteriormente se va a distribuir por los emisores a través de la presencia de la red de tuberías. **En cuanto a su conformación particular, cuenta con un hogar. Con este nombre se conoce al espacio donde efectivamente se logra producir la combustión. Por otra parte, también posee un intercambiador de calor, que es el lugar donde se va a proceder a calentar el agua.** Pero todo esto no podría ser posible si faltara el sistema de evacuación. Mediante el mismo se expulsan todos los gases que habían sido resultantes de la combustión previa. En lo que respecta a los combustibles empleados para realizar el proceso de calentamiento en las calderas, los mismos pueden ser sólidos, como el caso de la leña y el carbón, líquidos e incluso también gaseosos. En lo que respecta al proceso de calefacción del agua, hay un detalle que no puede obviarse y es que dicho líquido puede ser calentado a variadas temperaturas, es decir, no hay una forma unívoca de calentamiento del mismo. Sin embargo, todo depende del tipo de calderas con las que se esté trabajando u operando. Por eso es que los modelos que tienden a ser considerados como normales por lo general no suelen sobrepasar los 90°C por debajo del nivel de ebullición del agua, y en relación con la presión atmosférica. Sin embargo, los modelos más grandes presentan diferencias respecto al anterior mencionado.

Con este modelo particular lo que busca es proveer un servicio a barriadas, razón por la cual se tiende a llegar a un tope de 140°C. La presión alta en estos casos es mantenida en las conducciones, fundamentalmente para que no llegue a evaporarse, lo cual da como resultado el agua recalentada. **Otra clase de recipiente destinado a la calefacción del agua es la que opera por medio de vapor. Lo que en este caso se genera es una evaporación del agua, paso previo al de la distribución del vapor a todos los elementos terminales.** En ciertos lugares europeos, esta opción en especial se encuentra bastante en desuso, más que nada porque la temperatura superficial de los elementos terminales resulta bastante alta y conlleva un peligro imposible de obviar: el de las quemaduras. Por otra parte, hay otros modelos de calderas en los cuales el agua se calienta a temperaturas más bajas (aproximadamente 70°C), lo que da como resultado elevados rendimientos en el procedimiento.



Existen varias formas de clasificación de calderas, entre las que se pueden señalar:

1. Según la presión de trabajo:

- ❖ Baja presión: de 0 - 2.5 [Kg/cm²]
- ❖ Media presión: de 2.5 – 10 [Kg/cm²]
- ❖ Alta presión: de 10 - 220 [Kg/cm²]
- ❖ Supercríticas: más de 220 [Kg/cm²]

2. Según se generación:

- De agua caliente
- De vapor: -saturado (húmedo o seco)
- recalentado

3. Según la circulación de agua dentro de la caldera:

- ✓ Circulación natural: el agua se mueve por efecto térmico
- ✓ Circulación forzada: el agua se hace circular mediante bombas.

4. Según la circulación del agua y los gases calientes en la zona de tubos de las calderas. Según esto se tienen 2 tipos generales de calderas:

- **Pirotubulares o de tubos de humo.**

En estas caderas los humos pasan por dentro de los tubos cediendo su calor al agua que los rodea.

- **Acuotubulares o de tubos de agua.**

El agua circula por dentro de los tubos, captando calor de los gases calientes que pasan por el exterior. Permiten generar grandes cantidades de vapor sobrecalentado a alta presión y alta temperatura, se usa en plantas térmicas para generar potencia mediante turbinas.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CALDERAS PIROTUBULARES

Básicamente son recipientes metálicos, comúnmente de acero, de forma cilíndrica o semicilíndrica, atravesados por grupos de tubos por cuyo interior circulan los gases de combustión. Por problemas de resistencia de materiales, su tamaño es limitado. Sus dimensiones alcanzan a 5 [m] de diámetro y 10 [m] de largo. Se construyen para Flujos máximos de 20.000 Kg./h de vapor y sus presiones de trabajo no superan los 18 Kg./cm².

Pueden producir agua caliente o vapor saturado. En el primer caso se les instala un estanque de expansión que permite absorber las dilataciones de agua. En el caso de vapor poseen un nivel de agua a 10 o 20 cm. sobre los tubos superiores.

Entre sus características se pueden mencionar:

- a. Sencillez de construcción.
- b. Facilidad de inspección, reparación y limpieza.
- c. Gran peso.
- d. Lenta puesta en marcha.
- e. Gran peligro en caso de explosión o ruptura debido al gran volumen de agua almacenada.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CALDERAS ACUOTUBULARES

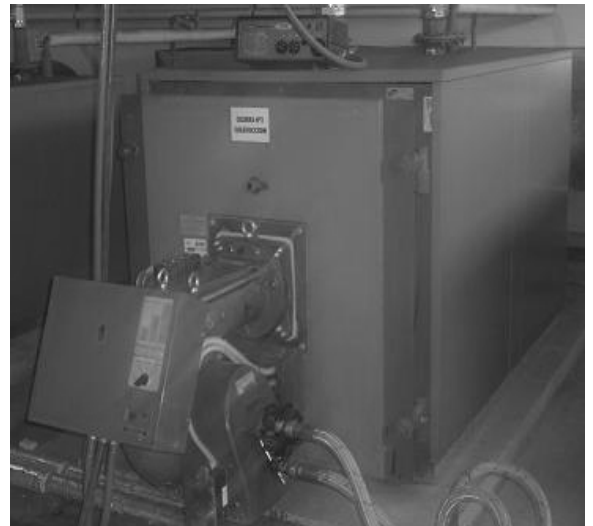
Se componen por uno o más cilindros que almacenan el agua y vapor (colectores) unidos por tubos de pequeño diámetro por cuyo interior circula el agua.

Estas calderas son apropiadas cuando el requerimiento de vapor, en cantidad y calidad son altos.

Se construyen para capacidades mayores a 5.000 [Kg/h] de vapor (5 [ton/h]) con valores máximos en la actualidad de 2.000 [ton/h]. Permiten obtener vapor a temperaturas del orden de 550° C y presiones de 200kg/cm² o más.



CALDERAS ACUOTUBULARES



Partes principales que componen una caldera:

1.- HOGAR: Fogón o caja de fuego y corresponde a la parte en que se quema el combustible. Se divide en puerta del hogar y cenicero. Las calderas pueden instalarse con Hogares para combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, todo dependerá del proyecto del equipo y de la selección del combustible a utilizar.

2.- Emparrillado: tiene por objeto servir de sostén al lecho de combustible y permitir el paso del aire para la combustión.

3.- Altar: Es un muro de ladrillo refractario que descansa en una estructura metálica que va a continuación de la parrilla.

4.- Conductos de humo: es aquella parte de la caldera por donde circulan los humos o los gases calientes que se han producido en la combustión.

5.- Cajas de humo: Corresponde al espacio de la caldera que desempeña la función de caja colectora de los humos después de haber pasado por todos los conductos antes de salir por la chimenea.

6.- Chimenea: sirve para dar la salida a los gases de la combustión, los cuales deben ser evacuados a una altura suficiente para evitar perjuicios y molestias al vecindario. También para producir el tiro necesario para que la combustión se efectuara en buenas condiciones y en modo continuo.

7.- Mampostería: Construcción de ladrillo refractarios y ladrillos comunes que tienen como objeto cubrir la caldera para evitar desprendimiento de calor al exterior.

8.- Cámara de agua: Volumen de la caldera que está ocupada por el agua y tiene como límite inferior un cierto nivel mínimo, del que no debe descender nunca el agua durante su funcionamiento.

9.- Cámara de vapor: Es aquella parte de la caldera que queda sobre el nivel superior del agua (volumen ocupado por el vapor considerando el nivel máximo admisible de agua).

10.- Cámara de alimentación de agua: Es el espacio comprendido entre los niveles máximos y mínimos del agua.

11.- Tapas de registro de inspección o lavado: tapas que tienen por objeto permitir inspeccionar ocularmente el interior de las calderas o lavarlas si es necesario para extraer, en forma mecánica o manual, los lodos que se hayan acumulado y que no hayan salido por las purgas.

12.- Puertas de hombre: puertas cuya tamaño es suficiente para permitir el paso de un hombre para inspeccionar interiormente una caldera y limpiarla si es necesario (pueden tener una o mas puertas de hombre según su tamaño y del equipo)

Calorímetros;

Calorímetro; Instrumento para medir la variación de energía interna o la entalpia que se produce en un fenómeno físico, químico o biológico.

El **calorímetro** es un instrumento que sirve para medir las cantidades de calor suministradas o recibidas por los cuerpos. Es decir, sirve para determinar el calor específico

de un cuerpo, así como para medir las cantidades de calor que liberan o absorben los cuerpos.

El tipo de calorímetro de uso más extendido consiste en un envase cerrado y perfectamente aislado con agua, un dispositivo para agitar y un termómetro. Se coloca una fuente de calor en el calorímetro, se agita el agua hasta lograr el equilibrio, y el aumento de temperatura se comprueba con el termómetro. Si se conoce la capacidad calorífica del calorímetro (que también puede medirse utilizando una fuente corriente de calor), la cantidad de energía liberada puede calcularse fácilmente. Cuando la fuente de calor es un objeto caliente de temperatura conocida, el calor específico y el calor latente pueden ir midiéndose según se va enfriando el objeto. El calor latente, que no está relacionado con un cambio de temperatura, es la energía térmica desprendida o absorbida por una sustancia al cambiar de un estado a otro, como en el caso de líquido a sólido o viceversa. Cuando la fuente de calor es una reacción química, como sucede al quemar un combustible, las sustancias reactivas se colocan en un envase de acero pesado llamado bomba. Esta bomba se introduce en el calorímetro y la reacción se provoca por ignición, con ayuda de una chispa eléctrica.

Los calorímetros suelen incluir su equivalente, para facilitar cálculos. El equivalente en agua del calorímetro es la masa de agua que se comportaría igual que el calorímetro y que perdería igual calor en las mismas circunstancias. De esta forma, sólo hay que sumar al agua la cantidad de equivalentes.

Tipos de calorímetros

- estáticos.
- no estáticos.
- permanentes.
- pretermicos

Calorímetros comúnmente usados

- dry load calorimeter
- microcalorímetro
- calorímetro de flujo
- calorímetro adiabático
- calorímetro de cambio de estado

Funcionamiento básico

Muchos calorímetros utilizan el principio de carga dual, en el cual una absorbe mientras que la segunda actúa como temperatura de referencia.

El sensor de temperatura registra la diferencia entre las temperaturas de las 2 cargas.

En teoría los efectos de las fluctuaciones de la temperatura externa se cancelan debido a la simetría, sin embargo si los alrededores no tienen una temperatura uniforme el gradiente de temperatura puede causar error.

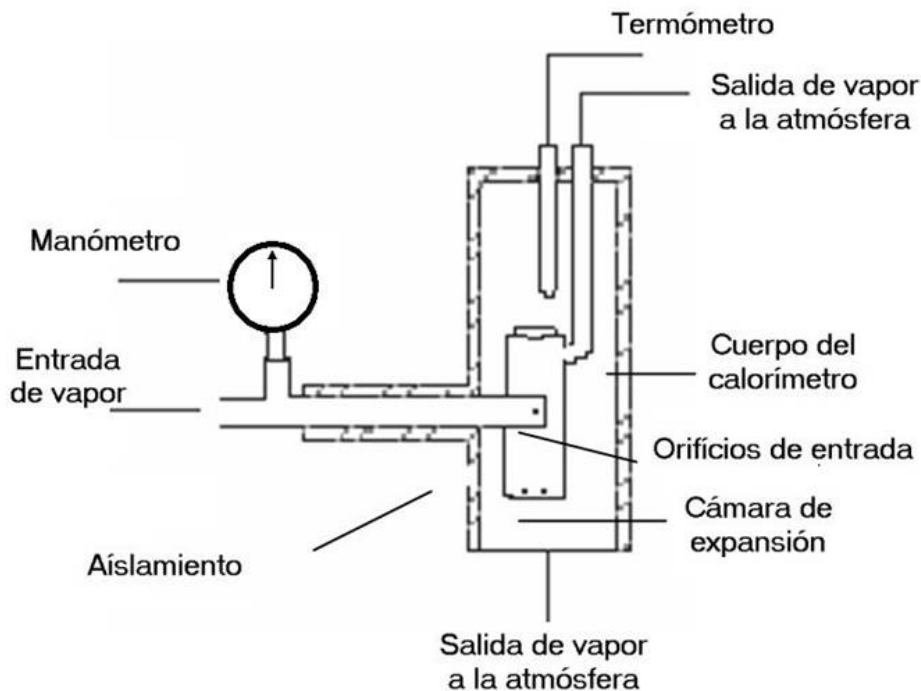
El elemento de absorción de la carga es usualmente un thin film resistor, aunque dieléctricos de bajas perdidas son usados para las versiones de guías de ondas. El sensor de temperatura es montado en el lado de afuera de la carga en una posición donde no es influenciado directamente por los campos electromagnéticos. Siendo ésta una de las características distintivas de un calorímetro y es esencial para su alta precisión.

Efecto Peltier

Consiste en que la circulación de corriente en un sentido produce un calentamiento y al circular en el otro sentido produce un enfriamiento.

• *Calorímetro de estrangulación*

Los calorímetros del tipo de estrangulación se fundan en que si el vapor se estrangula y a continuación se expandiona sin realizar trabajo o sin pérdida de calor, la energía total del vapor permanece invariable. . El vapor entra por una tobera de toma de muestra y expansiona al pasar por un orificio.



EL FACTOR DE SOBRECARGA;

El factor de sobrecarga K_o hace provisión para las cargas aplicadas externamente los que están en exceso de la carga tangencial nominal, W_t . Factores de sobrecarga sólo puede establecerse después de una considerable experiencia sobre el terreno que se gana en una aplicación particular. Para un factor de sobrecarga de la unidad, este número incluye mehtod la capacidad de sostener un número limitado de hasta 200% de sobrecarga momentánea ciclos (normalmente menos de cuatro aperturas de 8 horas, con un pico de duración no superior a un segundo). Superior o más frecuentes sobrecargas momentáneas se considerará por separado. Para determinar el factor de sobrecarga, se debe considerar el hecho de que muchas fuerzas vivas y el equipo accionado, de forma individual o en combinación, desarrollar pares momentarypeak sensiblemente mayores que las determinadas por los valores nominales ya sea del primer motor o el equipo accionado. Hay muchas fuentes posibles de la sobrecarga que deben ser consideradas. Algunos de estos son: sistema de vibraciones, esfuerzos de torsión de aceleración, overspeeds, varitions en la operación del sistema, el recorrido de dividir la carga compartida entre múltiples fuerzas vivas, y los cambios en las condiciones de carga del proceso.

Como ejemplo del funcionamiento de la conducción de máquinas:

- Uniforme - El motor eléctrico, turbina de vapor, turbinas de gas.
- Light shock – una descarga de luz - motores de combustión interna de varios cilindros
- shock Media - motores de combustión interna con cilindros múltiples cilindros
- una descarga de gran tonelaje - motor de combustión interna de un solo cilindro.

EQUIVALENTE DE EVAPORACIÓN;

La evaporación se expresa en libras de agua evaporada a partir de una temperatura de 212 ° F para secar el vapor saturado a 212 ° F.

PODER CALORIFICO;

El **poder calorífico** es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación (quedan excluidas las reacciones nucleares, no químicas, de fisión o fusión nuclear).

El poder calorífico expresa la energía máxima que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente y es igual a la energía que mantenía unidos los átomos en las moléculas de combustible, menos la energía utilizada en la formación de nuevas moléculas en las materias (generalmente gases) formadas en la combustión. La magnitud del poder calorífico puede variar según como se mida. Según la forma de medir se utiliza la expresión poder calorífico superior (abreviadamente, PCS) y poder calorífico inferior (abreviadamente, PCI).

La mayor parte de los combustibles contienen hidrogeno, que forma agua durante la combustión. El poder calorífico de un combustible será diferente dependiendo de si el agua en los productos de la combustión se halla en forma líquida o de vapor.

- Poder calorífico inferior (LHV).- cuando el agua sale como vapor
- Poder calorífico superior (HHV).- cuando el agua en los gases de combustión se condensa por completo, de manera que también se recupera el calor de vaporización.

INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPO;

- a) **Cronometro**
- b) **Flexómetro**
- c) **Termómetro de 150 [°C]**
- d) **Termómetro de 250[°C]**
- e) **2 cubetas**
- f) **Balanza**
- g) **Calorímetro de estrangulamiento**
- h) **Calorímetro eléctrico**
- i) **Caldera Ce-Rey**

SECUENCIA EXPERIMENTAL;

1. Lo primero que realizamos en esta práctica fue conocer donde se encontraba localizado el calorímetro de estrangulamiento en la caldera Ce-Rey.
2. Después de saber donde se localizaba el calorímetro el profesor abrió la válvula del generador de vapor hacia el calorímetro con lo cual empezó a salir vapor por debajo de la boquilla del calorímetro.
3. El profesor abrió la válvula hasta que el vapor alcanzo más o menos una distancia de 1 m desde la boquilla del calorímetro hacia el suelo.
4. Después colocamos un termómetro de mercurio graduado de 150 [°C] en la parte superior del calorímetro y dejamos que este se estabilizara para poder tomar la medida de temperatura.
5. Enseguida pasamos a conocer el calorímetro eléctrico y conocimos donde se iban a realizar las lecturas y al mismo tiempo le colocábamos un termómetro

a la salida de este para registrar la temperatura del vapor sobre calentado que este arrojaba.

6. En este calorímetro eléctrico había varios factores a considerar debido a que el vapor que salía de este era dirigido mediante una tubería en forma de caracol hacia un tambo con agua a temperatura ambiente, la cual era también regulada a través de una válvula de bola.
7. El tambo con agua estaba conectado mediante dos tuberías, en la parte superior de este como en la inferior. En la parte superior de la tubería del tambo salía el agua caliente que se generaba debido al intercambio de calor de la tubería del vapor generado por el calorímetro y en la parte de abajo del tambo se le proporcionaba agua a temperatura ambiente.
8. Después de esto al igual que en el calorímetro de estrangulamiento dejamos que se estabilizaran el manómetro, el termómetro, el voltímetro y el amperímetro del calorímetro para que después de esto tomáramos lecturas en cada uno.
9. En el tiempo que se estabilizaban las mediciones tomábamos nota de la superficie de calefacción de la caldera a demás de tomar la presión con que esta estaba trabajando tanto para el calorímetro de estrangulamiento como para el eléctrico, a demás de estar vaciando el condensado del calorímetro eléctrico que se generaba. La recolección del condensado se hacía mediante una cubeta en la salida del tambo con la tubería en forma de espira.
10. El último paso fue tomar lectura de nuestros parámetros indicados como fue presión, temperatura, corriente, gasto másico y voltaje

DATOS Y LECTURAS;

Calorímetro estrangulamiento;

$$T_3 = 117 [^{\circ}\text{C}]$$

$$P_{\text{atm}} = 0.796 [\text{Kg}/\text{cm}^2]$$

$$I [\text{Kg}/\text{cm}^2] = 100 [\text{KPa}]$$

$$\therefore P_{\text{atm}} = 79.6 [\text{KPa}]$$

$$\text{Y } P_{\text{cald.}} = 6.5 [\text{Kg}/\text{cm}^2] = 650 [\text{KPa}]$$

Calorímetro eléctrico;

$$V = 110 \text{ [volts]} \quad I = 15 \text{ [A]} \quad T_4 = 165 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad P_4 = 1.7 \text{ [Kg/cm}^2\text{]} = 170 \text{ [KPa]} \\ m_{vc} = 5 \text{ [Kg]} \quad t_{vc} = 360 \text{ [s]} \quad P_{caldera} = 5.5 \text{ [Kg/cm}^2\text{]} = 550 \text{ [KPa]}$$

Gasto de combustible;

$$L_1 = 0.30 \text{ [m]} \quad t = 198 \text{ [s]} \\ L_2 = 0.30 \text{ [m]} \\ H = 0.05 \text{ [m]} \\ \text{Superficie calefacción} = 47.45 \text{ [m}^2\text{]} \\ T_{\text{agua alimentación}} = 32 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ C_{p_{H_2O}} = 4.182 \text{ [KJ/Kg}^\circ\text{K]} \\ PCA = 24094 \text{ [KJ/Kg]}$$

MEMORIA DE CÁLCULO;

Antes de contestar estos incisos primero saque las entalpías de los calorímetros de estrangulamiento y el eléctrico con lo cual obtuve los siguientes resultados;

Para el calorímetro de estrangulamiento;

$$P_{atm} = 79.6 \text{ [KPa]} \quad \text{y una } T_3 = 117 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$h_3 = h_2$$

De tablas de vapor sobrecalentado e interpolando obtuve;

Rangos de interpolación

Temperatura [°C]	0.05 [MPa]	0.0796 [MPa]	0.1 [MPa]
100	2682.4		2675.8
117	2715.72	2712.37	2710.07
150	2780.4		2776.8

$$h_2 = 2712.37 \text{ [KJ/Kg]}$$

Ahora para obtener h_{fg} y h_f con una presión absoluta en la caldera $P_{abs.} = P_{atm} + P_{cald} = 0.796 \text{ [Kg/cm}^2] + 6.5 \text{ [Kg/cm}^2] = 729.6 \text{ [KPa]}$ e interpolando;

Presión [KPa]	h_f [KJ/Kg]	h_{fg} [KJ/Kg]
700	697	2065.8
729.6	704.24	2060.23
750	709.24	2056.4

$$h_{fg} = 2060.23 \text{ [KJ/Kg]}$$

$$h_f = 704.24 \text{ [KJ/Kg]}$$

$$\therefore X = (h_2 - h_f) / h_{fg}$$

$$X = (2712.37 - 704.24) / 2060.23 = 97.47\%$$

Para el calorímetro eléctrico

$$h_2 = h_4 - VI / m_{vc} \text{ [KJ/Kg]}$$

h_4 se obtuvo de interpolar en los siguientes rangos de temperatura $T_4 = 165 \text{ [}^\circ\text{C]}$ y una presión de $P_4 = 0.17 \text{ [MPa]}$

T [°C]	P 0.1 [MPa]	0.17[MPa]	0.2[MPa]
150	2776.6		2706.3
165	2806.27	2770.8[KJ/Kg]	2755.62
200	2875.5		2870.7

$$\therefore h_4 = \mathbf{2770.8 \text{ [KJ/Kg]}}$$

$$m_{vc} = 5 \text{ [kg]} / 360 \text{ [s]} = \mathbf{0.138 \text{ [Kg/s]}}$$

$$\therefore h_2 = 2770.8 - ((110)(15)) / 0.0138 = \mathbf{2718.92 \text{ [KJ/Kg]}}$$

Y para obtener

h_f y h_{fg} interpolamos y con la presión $P_{abs.} = 629.6 \text{ [KPa]}$

Presión en [KPa]	h_f [KJ/Kg]	h_{fg} [KJ/Kg]
600	670.38	2085.8
629.6	678.49	2079.70
650	684.08	2075.5

Con lo cual tenemos una calidad de

$$X = ((2718.92 - 678.49)) / (2079)$$

$$\mathbf{X = 98.11\%}$$

a) Eficiencia

$$\eta = [G_v (h_2 - h_1) / G_c (PCA)] \times 100\%$$

G_v = gasto de vapor

G_c = gasto de combustible

$$h_1 = C_p (T_1 - 0[^\circ\text{C}]) = (4.182) (32) = \mathbf{133.95 \text{ [KJ/Kg]}}$$

$$C_p = 4.186 \text{ [KJ/Kg}^\circ\text{K]}$$

$$PCA = 42094 \text{ [KJ/Kg]}$$

$$G_c = (\text{volumen}_{\text{contenedor}} / \text{tiempo}) (\text{Densidad del diesel})$$

$$\text{Vol.} = (0.30) (0.30) (0.05) \rightarrow \mathbf{4.5 \times 10^{-3} \text{ [m}^3\text{]}}$$

$$\text{Densidad del diesel} = 800 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$$

$$G_c = (4.5 \times 10^{-3}) (800) / (198) = 0.018 \text{ [Kg}_{\text{combustible}}/\text{s}] = \mathbf{64.8 \text{ [Kg}_{\text{combustible}} / \text{h}]}$$

$$\eta = [(926.31)(2712.37 - 133.95)] / [(64.8)(42094)] \times 100\%$$

$$\eta_{\text{estrangulamiento}} = \mathbf{87.56\%}$$

$$\eta = [(926.31)(2718.92 - 133.95)] / [(64.8)(42094)] \times 100\%$$

$$\eta_{\text{el\u00e9ctrico}} = \mathbf{87.78\%}$$

b) Equivalente de vaporizaci\u00f3n

$$E.V. = 1050 \text{ [Kg/h]}$$

$$h_{fg} = 2274.67 \text{ [KJ/Kg]}$$

$$G_v = [(E.V.) (h_{fg})] / (h_2 - h_1) = \text{[Kg/h]}$$

$$G_v = [(1050)(2274.67)] / (2712.37 - 133.95) = \mathbf{926.31 \text{ [Kg/h]}}$$

c) CAPACIDAD NOMINAL (CN):

$$CN = \text{Superficie de calefacci\u00f3n} / (0.93 \text{ [m}^2/\text{BHP]})$$

$$CN = (\text{sup. Calefacci\u00f3n} / 0.93) \times 8510 \text{ [Kcal/h]}$$

$$1 \text{ BHP} \rightarrow 8510 \text{ [Kcal/h]}$$

$$\text{Por lo tanto } CN = \text{[Kcal/h]}$$

$$CN = (47.45)(8510)/(0.93) = \mathbf{434193.01 \text{ [Kcal/h]}}$$

$$\text{Por lo tanto } CN = \mathbf{1816663.5 \text{ [KJ/h]}}$$

d) CAPACIDAD REAL;

$$CR = G_v (h_2 - h_1) \text{ [KJ/h]}$$

$$CR = ((926.31)(2712.37 - 133.95)) = \mathbf{2388416.23 \text{ [KJ/h]}}$$

e) Factor de sobrecarga;

$$F_{asc.} = CR/CN = 2388416.23 \text{ [KJ/h]} / 1816663.5 \text{ [KJ/h]}$$

$$F_{asc.} = \mathbf{1.31}$$

f) Factor de evaporización

$$FV = (h_2 - h_1)/h_{fg} = (2712.37 - 133.95)/(2274.67) = \mathbf{1.133}$$

Tabla de resultados;

Tabla de resultados

Eficiencias	87.56% y 87.78%
Gasto de vapor	926.31 [Kg/h]
Gasto de combustible	64.8 [Kg _{combustible} /h]
Capacidad nominal	1816663.5 [KJ/h]
Capacidad real	2388416.23 [KJ/h]
Factor de sobrecarga	1.31
Factor de evaporación	1.133

ANÁLISIS DE RESULTADOS;

En general los resultados fueron buenos en si las eficiencias están dentro del rango que marca la literatura para este tipo de generadores de vapor la pérdida máxima de energía que a mi parecer se da es en la tubería de la misma. Otro punto importante es el factor de sobre carga el cual es un 31% mayor.

Conclusiones;

Se lograron cumplir con los dos objetivos de la práctica. El primero consistía en conocer los elementos que constituyen los generadores de vapor instalados en el LMT el cual conocimos físicamente y por medio de la teoría expuesta en la clase. con lo cual conocimos como esta constituidos un generador de vapor. Que es una caldera en que rangos de presión trabaja nuestro generador que tipo de vapor nos entrega este generador y en qué tipo de generador se encuentra dentro de la industria.

El segundo objetivo fue hacer mediciones de su capacidad, la eficiencia de la caldera, el gasto de vapor y de combustible. Lo cual calculamos uno a uno de estos parámetros indicados. En general la práctica se desarrollo muy bien además de poder darnos cuenta que las variaciones de eficiencia de los calorímetros no varía mucho si se toman las lecturas correctamente para ambos equipos, además de dejar que estos se estabilicen para su correcta lectura.

Bibliografía y web-grafía;

<http://html.rincondelvago.com/calderas-o-generadores-de-vapor.html>

Esta página fue modificada por última vez el 21 feb 2011, a las 16:19. El texto está disponible bajo la Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0; podrían ser aplicables cláusulas adicionales. Lee los términos de uso para más información.

http://es.wikipedia.org/wiki/Calor%C3%ADmetro#Tipos_de_calor.C3.ADmetros

Página universitaria de Michoacán

<http://www.fim.umich.mx/licenciatura/maestros/raul/capitulo1/cap1.htm>

LABORATORIO DE MAQUINAS TERMICAS

PRACTICA 2

**“GENERADORES DE VAPOR Y
CALORIMETROS”**

PEÑA JIMÉNEZ IRVING JOB

GRUPO; 25

ING. JORGE AGUILAR JÚAREZ

03/03/2011