

Nombre y apellido:

AÑO: 2024

A) CICLO DE CLAUSIUS RANKINE.

DATOS:

- Presión de vapor vivo $P_o = 80$ (ata);
- Temperatura de sobrecalentamiento $t_o = 510$ (°C);
- Presión en el condensador: 0,04 (ata);

- a) Determinar el rendimiento térmico del ciclo.
- b) Determinar la mejora del mismo cuando se eleva la presión a 150 (ata) y la temperatura máxima a 540 (°C).
- c) Determinar la mejora con un recalentamiento intermedio de 540 (°C).
- d) Determinar en todos los casos el título y la entalpía del vapor de escape. Suponer procesos reversibles. Representar cada caso en su correspondiente diagrama T – s. Presentar tabla con los resultados y esquema de instalación.

B) CICLO COMBINADO DE TURBINAS DE GAS Y DE VAPOR.

Con los datos de YPF Luz - Central Térmica Tucumán (CTT) de 447 MW de potencia obtenidos a partir de un ciclo combinado con: dos turbinas de gas (TG Siemens V94.2) cada una de 145,5 (MW) y una turbina de vapor (TV GE) de 156 (MW).

Realizar esquema de instalación y determinar:

- a) Rendimientos de cada ciclo por separado y rendimiento del ciclo combinado.
- b) Consumo específico de energía de cada ciclo expresados en (kJ/kWh) y del ciclo combinado (denominado también **consumo específico absoluto**: con este dato evitamos expresar el consumo en (g/kwh) y el tipo de combustible a emplear).

Datos adicionales: Nauxiliar = 13,4 (MW), combustible consumido por el ciclo: gas natural, 1,7 millones (Nm³/día). $H_{inf GN} = 35,25$ (MJ/Nm³) (Determinado las condiciones $p_{atm} = 1,013$ (bar) y $t_{atm} = 15$ (°C)).

Información general de YPF LUZ. Recuperada el día 16/02/24 de:

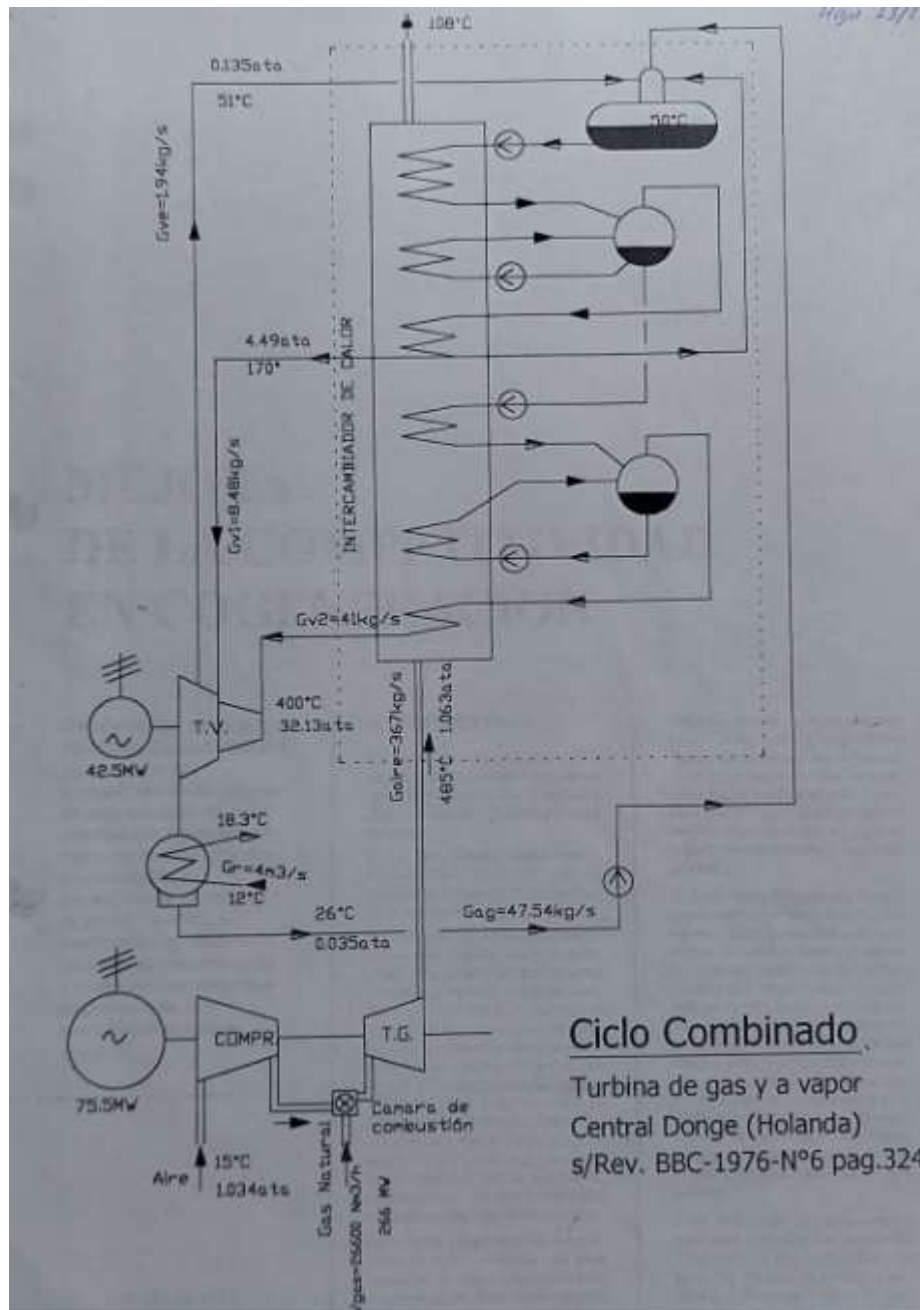
<https://www.ypluz.com/Activo/Tucuman>

Datos técnicos adicionales provistos por la compañía.

C) Buscar información comercial de fabricantes de TG y TV que podrían brindar las prestaciones definidas en B).

Guía de trabajo práctico para B). Ejemplo Central térmica Donge (Holanda – 1976).

1- Esquema de Instalación.



2- Determinación de Nef.

$$N_{ef} = N_{TV} + N_{TG} = (42,5 + 75,5) \text{ (MW)} = 118 \text{ (MW)}$$

Obs: Nef es la potencia de las turbinas como se definió en teoría, pero en la práctica normalmente se brinda información de la potencia en bornes del generador eléctrico, por lo que debemos afectar este valor con el correspondiente rendimiento; para nuestro

caso de ciclo combinado y sin pérdida de generalidad, podemos asumir un rendimiento global $\eta_{el} = 97\%$, quedando:

$$N_{ef} = 118 \text{ (MW)} / 0,97 = 121,65 \text{ (MW)}$$

3- Determinación de los calores aportados (calor que ingresa al ciclo correspondiente).

$$Q_e = \text{Calor total introducido en ambos ciclos} = Q_{eg} + N_{aux}$$

En este caso, como no existe aporte de combustible en el ciclo de vapor a través de la caldera denominada HRSG (por sus siglas en inglés, *Heat Recovery Steam Generator*), el valor de N_{aux} es igual a cero.

Obs: en el esquema de instalación, la caldera no está identificada como HRSG; en su lugar el autor de la publicación la especifica como "intercambiador de calor".

$$Q_e = Q_{eg} = \dot{V} \cdot H_{inf} = 26.600 \left(\frac{Nm^3}{h} \right) \cdot 35,25 \left(\frac{MJ}{Nm^3} \right) \cdot \frac{1}{3600} \left(\frac{h}{s} \right) = 260,46 \text{ (MW)}$$

4- Determinación del rendimiento de la TG:

$$\eta_{TG} = \frac{N_{TG}}{Q_{eg}} = \frac{(75,5/0,97)}{260,46} \cdot 100 = 29,9 \%$$

5- Determinación del calor entregado al ciclo de vapor (igual al calor desechado en el ciclo de gas).

$$Q_{sg} = (1 - \eta_{TG}) \cdot Q_{eg} = (1 - 0,299) \cdot 260,46 \text{ (MW)} = 182,62 \text{ (MW)}$$

6- Determinación del rendimiento de la TV.

$$\eta_{TV} = \frac{N_{TV}}{Q_{sg}} = \frac{(42,5/0,97)}{182,62} \cdot 100 = 24 \%$$

7- Determinación del rendimiento del ciclo combinado.

$$\eta_{TV} = \eta_{TV} + \eta_{TG} \cdot (1 - \eta_{TV}) \cdot \left(\frac{Q_{eg}}{Q_e} \right)$$

Reemplazando valores obtenemos: 46,7 %

8- Verificación de los consumos específicos.

Reemplazando para determinar el consumo específico en cada ciclo (gas, vapor y combinado), obtenemos:

$$D_{eG} = \frac{Q_{eg}}{N_{TG}} = 12.047,18 \left(\frac{kJ}{kWh} \right)$$

$$D_{eV} = \frac{Q_{sg}}{N_{TV}} = 15.006,44 \left(\frac{kJ}{kWh} \right)$$

$$D_{ecc} = \frac{Q_{eg}}{N_{TG} + N_{TV}} = 7.707,82 \left(\frac{kJ}{kWh} \right)$$

Ing. Juárez, Javier Alejandro – Profesor Adjunto
Ing. Marchese, Augusto Ricardo – Jefe de Trabajos Prácticos
Ing. Pastorino, Luis Esteban – Jefe de Trabajos Prácticos

