

NOTA TÉCNICA

**Condiciones ISO
Turbinas de Combustión**

Ing. Alberto R. Fuentes Quijada



**CURSOS TÉCNICOS
PARA LA INDUSTRIA**

Las turbinas de combustión, también llamadas motores de combustión interna o turbinas de gas son máquinas que transforman la energía química de un combustible que puede ser gas natural o fuel oíl número 2 (diesel), entre otros, en energía eléctrica, trabajo mecánico o en empuje, es decir se transforman los Btu del combustible en energía. Sus principales elementos son: el compresor, la cámara de combustión y la turbina, aunque para su funcionamiento necesita de otros equipos llamados auxiliares o BOP (Balance of Plant). Estas turbinas operan en base al principio del Ciclo Brayton, en donde aire comprimido es mezclado con combustible y quemado bajo condiciones de presión constante. El gas caliente producido por la combustión se expande a través de la turbina haciéndola girar para realizar el trabajo. En la figura No. 1 podemos ver el diagrama del Ciclo Brayton, así como también los equipos principales

Ciclo Brayton

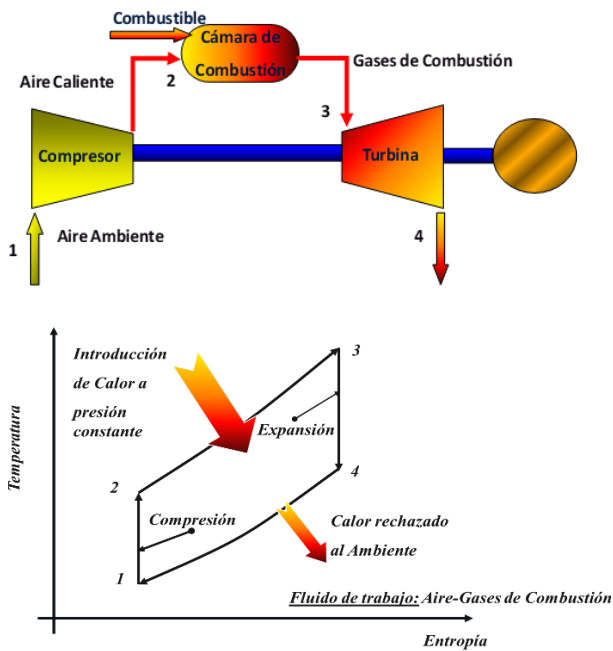


Fig. No. 1

Potencia ISO.

Antes de definir la potencia ISO de una turbina de combustión, hablaremos de 2 conceptos que son muy usados en las diferentes plantas de generación de potencia y que nos ayudaran a no confundir términos en los reportes de operación que a diario se hacen. La Norma IEEE 762-2006 en sus definiciones para ser usadas en los reportes de plantas de generación en lo referente a Confiabilidad, Disponibilidad y Productividad, define dos términos: Potencia Instalada de la Unidad (Installed Nameplate Capacity), como la capacidad bruta continua a plena carga de una unidad, la cual esta especificada en la placa del generador como potencia aparente MVA (megavoltiamperio) y basado en el Factor de Potencia (FP). La potencia activa se puede calcular multiplicando los MVA por el FP y Máxima Capacidad (MC). La capacidad máxima es la capacidad que una unidad puede mantener durante un período de tiempo específico, esta capacidad puede expresar como capacidad máxima bruta (GMC) o capacidad máxima neta (NMC). Para establecer esta capacidad, se requiere una demostración formal a través de pruebas las cuales pueden repetirse periódicamente.

Condiciones ISO.

Debido a que las turbinas de combustión utilizan aire atmosférico para su funcionamiento cuya naturaleza depende de las condiciones ambientales, los fabricantes de estas turbinas utilizan estándares en sus diseños que facilitan la comparación del desempeño de los diferentes modelos (particularmente, de la potencia entregada y del consumo de combustible). Las condiciones atmosféricas estándares definidas por la Internacional Standard Organization (ISO) en su Norma ISO 3977-2; son las siguientes: 15 °C, 60% de humedad relativa y una atmosfera de presión. Estos parámetros son comúnmente llamados condiciones ISO.

La Potencia ISO en turbinas de combustión se define como la máxima potencia continua que especifica el fabricante bajo condiciones estándares

de temperatura de bulbo seco, humedad relativa y presión atmosférica. La importancia de conocer la definición de Potencia ISO, es no reportar esta potencia como la potencia instalada de la unidad si las condiciones de sitio son diferentes a las condiciones ISO.

Si las condiciones ambientales del sitio donde se instalará la unidad son diferentes a las condiciones ISO, la potencia de la unidad también será diferente.

En la ecuación No.1 se presenta una fórmula, que nos permitirá de acuerdo con las condiciones ISO y las condiciones del sitio en donde será instalada la unidad, conocer la potencia que generará la máquina.

$$kW_{sitio} = kW_{iso} * \frac{P_{sitio} * T_{iso}}{P_{iso} * T_{sitio}}$$

Ecuación No. 1

Siendo: **kWsitio** potencia en sitio en kilovatio, **kWiso** potencia ISO en kilovatio, **Psitio** presión en sitio en milibares, **Piso** presión ISO en milibares, **Tiso** temperatura ISO, debe ser expresada en grados absolutos (kelvin o Ranquine), **Tsitio** temperatura en sitio debe ser expresada en grados absolutos (kelvin o Ranquine).

Para convertir la temperatura a grados absoluto, es decir en grados Kelvin o grados Ranquine, se usarán las siguientes conversiones:

Grados Kelvin (°K) = °C + 273

Grados Ranquine (°R) = °F + 460

Grados Fahrenheit (°F) = °C*1,8 + 32

Durante la conceptualización de un proyecto para la instalación de una turbina de combustión, se deberán tomar en cuenta, los valores de temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del lugar, con estos valores se podrá estimar la humedad relativa a través de una carta psicrométrica, igualmente, los valores de presión atmosférica. Se recomienda tener un registro de por los menos 5 años de estos valores.

En la tabla No. 1, se muestran los resultados de 4 simulaciones aplicando la ecuación 1.

1.- Presión y temperatura sitio, igual a presión y temperatura ISO, potencia sitio igual potencia ISO.

2.- Temperatura sitio diferente a temperatura ISO, potencia sitio diferente a potencia ISO

3.- Presión sitio diferente a presión ISO, potencia sitio diferente a potencia ISO.

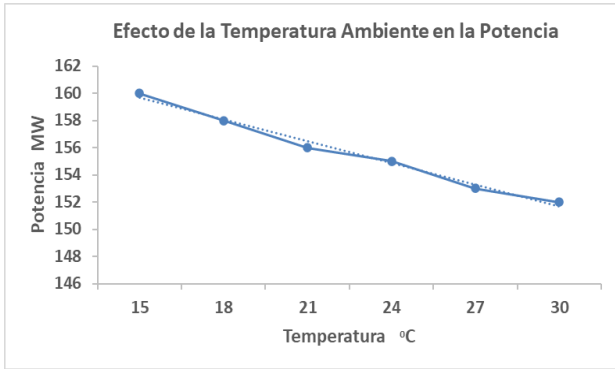
4.- Presión y temperatura sitio, diferente a presión y temperatura ISO, potencia sitio diferente a potencia ISO.

En las cuatro simulaciones se considera la humedad relativa igual a la humedad ISO.

kW iso	Temp. iso °C	Pres. iso mbar	kWsitio	Temp. sitio °C	Pres. sitio mbar	Dif. kW
180.000	15	1.013	180.000	15	1.013	0
kW iso	Temp. iso °C	Pres. iso mbar	kWsitio	Temp. sitio °C	Pres. sitio mbar	Dif. kW
180.000	15	1.013	173.960	25	1.013	6.040
kW iso	Temp. iso °C	Pres. iso mbar	kWsitio	Temp. sitio °C	Pres. sitio mbar	Dif. kW
180.000	15	1.013	168.806	15	950	11.194
kW iso	Temp. iso °C	Pres. iso mbar	kWsitio	Temp. sitio °C	Pres. sitio mbar	Dif. kW
180.000	15	1.013	163.141	25	950	16.859

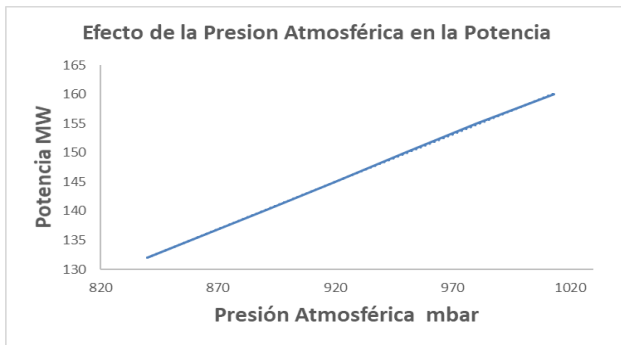
Tabla No.1

En la gráfica No.1 se muestra como se ve afectada la potencia de una turbina de combustión, con la variación de la temperatura ambiente, considerando la presión ISO.



Grafica No.1

En la gráfica No.2 se muestra como se ve afectada la potencia de una turbina de combustión, con la variación de la presión ambiente, considerando la temperatura ISO.



Grafica No.2

Referencias.

- 1.- Norma IEEE 762-2006
- 2.- Norma ISO 3977-2
- 3.- Estudio del efecto de las condiciones atmosféricas sobre las prestaciones de una turbina a gas. Alejandro Duque Coronel, septiembre 2016.