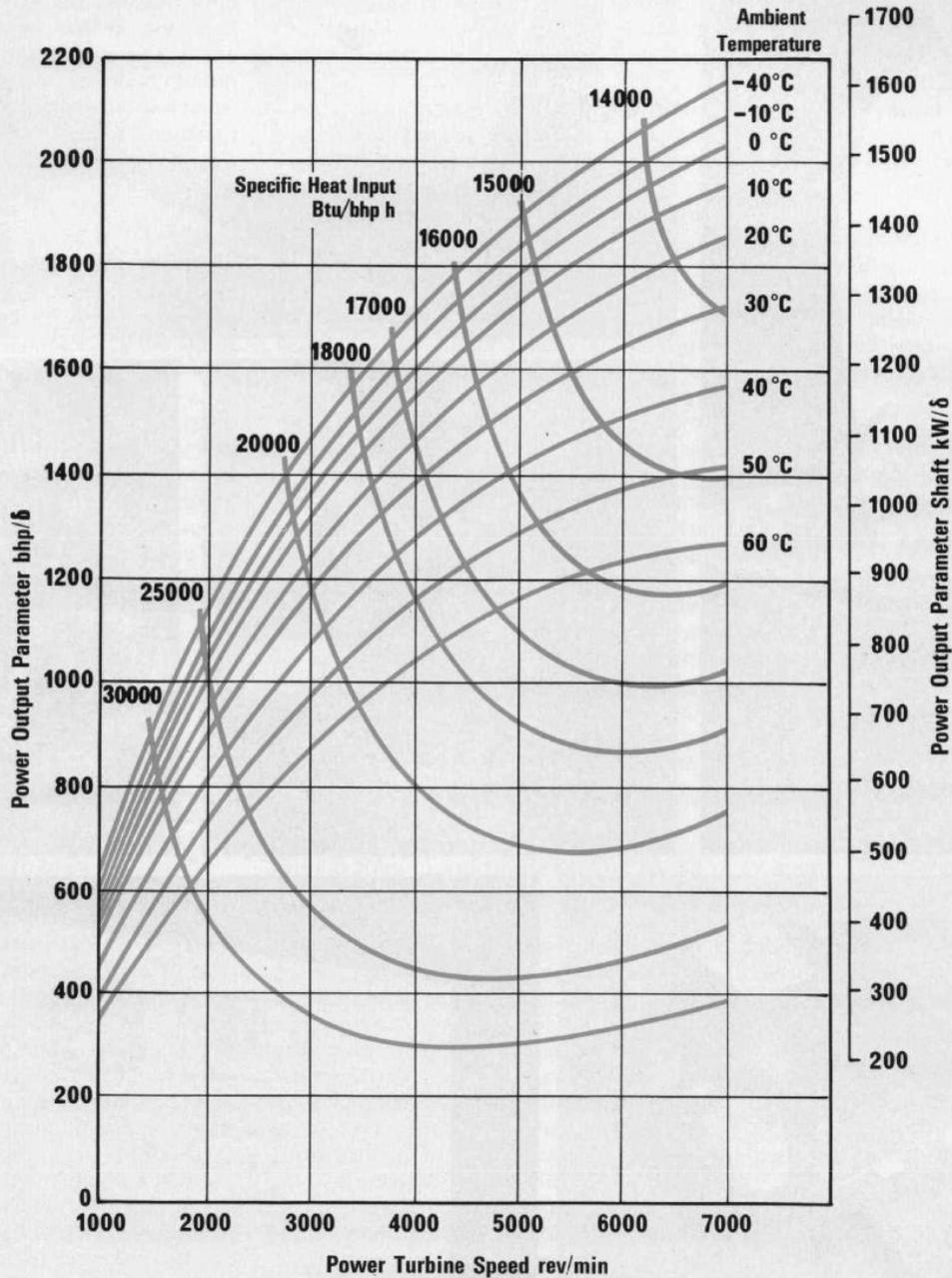


Ejemplo – Curva Característica de una Turbina de Gas

Se considera una turbina tipo Heavy Duty de dos ejes, la cual debe ser evaluada para motorizar una serie de cargas mecánicas con características par-velocidad diversas.

- i. Representar la turbina en un diagrama esquemático, identificando sus componentes principales y los puntos más significativos del ciclo.
- ii. Utilizando las curvas características de la máquina, determinar el consumo horario de gas-oil a 5000 rpm y carga máxima, bajo condiciones de ensayo ISO.
- iii. Representar gráficamente las siguientes curvas de funcionamiento, asumiendo condiciones de ensayo ISO:
 - a. Curva de aceleración en carga máxima (potencia versus velocidad de rotación de la turbina)
 - b. Curva de aceleración óptima, definida como aquella para la cual el consumo de combustible es mínimo a una potencia dada.
 - c. Curva de carga óptima (par óptimo versus velocidad de rotación)

Power and Specific Heat Input V. Speed



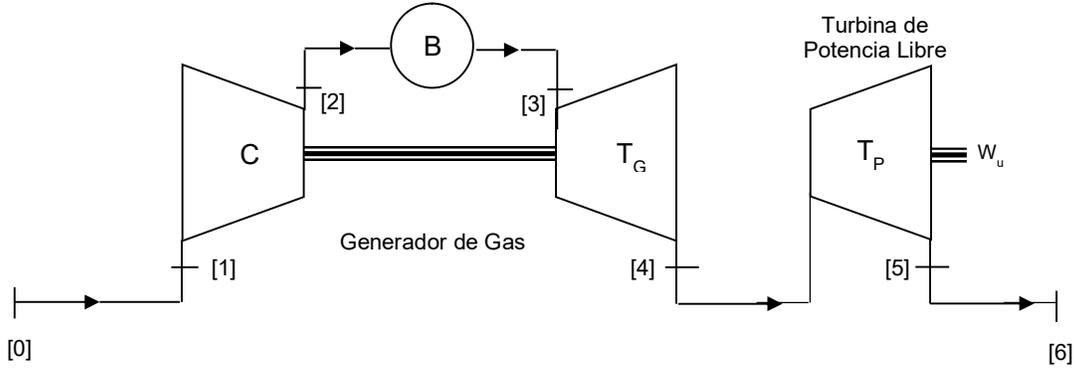
Specific Heat Input is drawn for an Ambient Temperature of 15°C but is approximately correct for other temperatures.

DIRECT DRIVE—NO OUTPUT GEARBOX

Notas:

- 1 Se considerará $\delta = 1$ (factor de corrección por altura)
- 2 Se considerará acoplamiento directo con la carga (sin caja reductora)
- 3 $1 \text{ hp} = 0.746 \text{ kW}$ $1 \text{ Btu} = 1.055 \text{ kJ}$ $1 \text{ hp.h} = 0.746 \text{ kW.h}$

Resolución



ii. Para condiciones de ensayo ISO ($T_{amb} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) y carga máxima, de los gráficos se obtiene:

$W_{sh} _{m\acute{a}x@5000rpm} = 1255\text{ kW}$ $HR _{m\acute{a}x@5000rpm} = 15300\text{ Btu / hp.h} = 21637\text{ kJ / kW.h}$
--

El poder calorífico inferior del Gas-Oil ASTM N° 2 (valor nominal asumido) es:

$Q_{PI} = 42697\text{ kJ/kgf}$

Por lo tanto, el consumo horario nominal de combustible a 5000 rpm y carga máxima, bajo condiciones de ensayo ISO es:

$m_{go} _{m\acute{a}x@5000rpm} = W_{sh} _{m\acute{a}x@5000rpm} \times HR _{m\acute{a}x@5000rpm} / Q_{PI} = 636\text{ kg}_{go}/h$
--

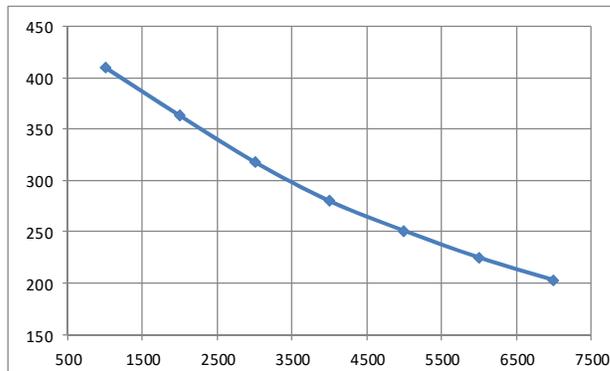
iii-a. Recorriendo la curva correspondiente a $T_{amb} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (condiciones de ensayo ISO), se leen en cada punto los valores de velocidad ("Power Turbine Speed") y potencia máxima ("Power Output Parameter Shaft"), a saber: ω [rpm] y $W_{sh-m\acute{a}x}$ [kW]

Aclaración: La curva para $T_{amb} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ se interpola entre las correspondientes a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ambas representadas en el gráfico.

El torque o par de salida (M) de la máquina se relaciona con estos parámetros mediante la expresión: $M = W_{sh} / \omega$

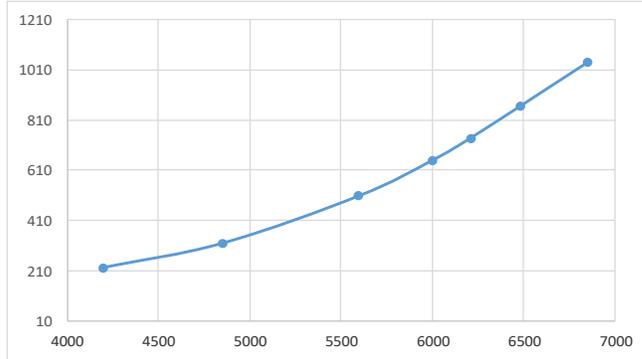
Se elabora así la tabla y el gráfico siguientes, correspondientes a los puntos de trabajo a carga plena de la turbina; los valores calculados en la tercera columna son proporcionales (a menos de una constante dimensional) al par de salida (M) de la máquina.

ω [rpm]	$W_{sh-m\acute{a}x}$ [kW]	$C^{te} \times M_{m\acute{a}x}$ [kW/rpm]
1000	410	410
2000	725	363
3000	955	318
4000	1120	280
5000	1255	251
6000	1350	225
7000	1420	203



iii-b. La curva de aceleración óptima de la turbina se obtiene de las curvas características, uniendo los mínimos de cada curva de consumo específico ("heat-rate") constante:

ω [rpm]	HR_{\min} [Btu/bhp.h]	$W_{sh-\acute{o}pt}$ [kW]
4200	30000	220
4850	25000	317
5600	20000	507
6000	18000	649
6210	17000	738
6480	16000	865
6850	15000	1040



iii-c. La curva de carga óptima se obtiene directamente de la curva de aceleración óptima utilizando, en cada punto de la misma, la relación $M = W_{sh}/\omega$:

ω [rpm]	$W_{sh-\acute{o}pt}$ [kW]	$C^{te}_x M_{\acute{o}pt}$ [kW/rpm]
4200	220	524
4850	317	653
5600	507	905
6000	649	1081
6210	738	1189
6480	865	1335
6850	1040	1519

