

TURBOMÁQUINAS TÉRMICAS

CT-3412

Prof. Nathaly Moreno Salas
Ing. Victor Trejo

3. Mapas de Operación de las Turbomáquinas

Introducción a los mapas de operación (1/3)

- Los mapas de operación resumen las características de operación de una máquina y son una representación gráfica de las relaciones funcionales halladas (no explícitamente) a través del análisis dimensional. Veamos cómo se encuentran representados estos números en los diagramas de compresores y turbinas:

$$\underbrace{\frac{1}{1-\gamma} \left(\left(\frac{p_{02}}{p_{01}} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right)}_{\Pi_1}, \underbrace{\eta}_{\Pi_2}, \underbrace{\frac{\Delta T_0}{(\gamma-1)T_{01}}}_{\Pi_3} = f \left(\underbrace{\frac{\dot{m} \sqrt{RT_{01}}}{p_{01} D^2 \sqrt{\gamma}}}_{\Pi_3}, \underbrace{\text{Re}}_{\Pi_4}, \underbrace{\frac{ND}{\sqrt{\gamma RT_{01}}}}_{\Pi_4}, \gamma \right)$$

Otra forma de ver los números adimensionales

Parámetro

Coeficiente de flujo

Coeficiente de carga

Coeficiente de potencia

Número de Reynolds

Número de Mach o
Relación de velocidades

Formulación

$$\Pi_1 = \frac{Q}{ND^3} \Rightarrow \phi = \frac{Q}{UA} = \frac{C_m}{U}$$

$$\Pi_2 = \frac{gH}{N^2 D^2} \Rightarrow \psi = \frac{\Delta h_o}{U^2}$$

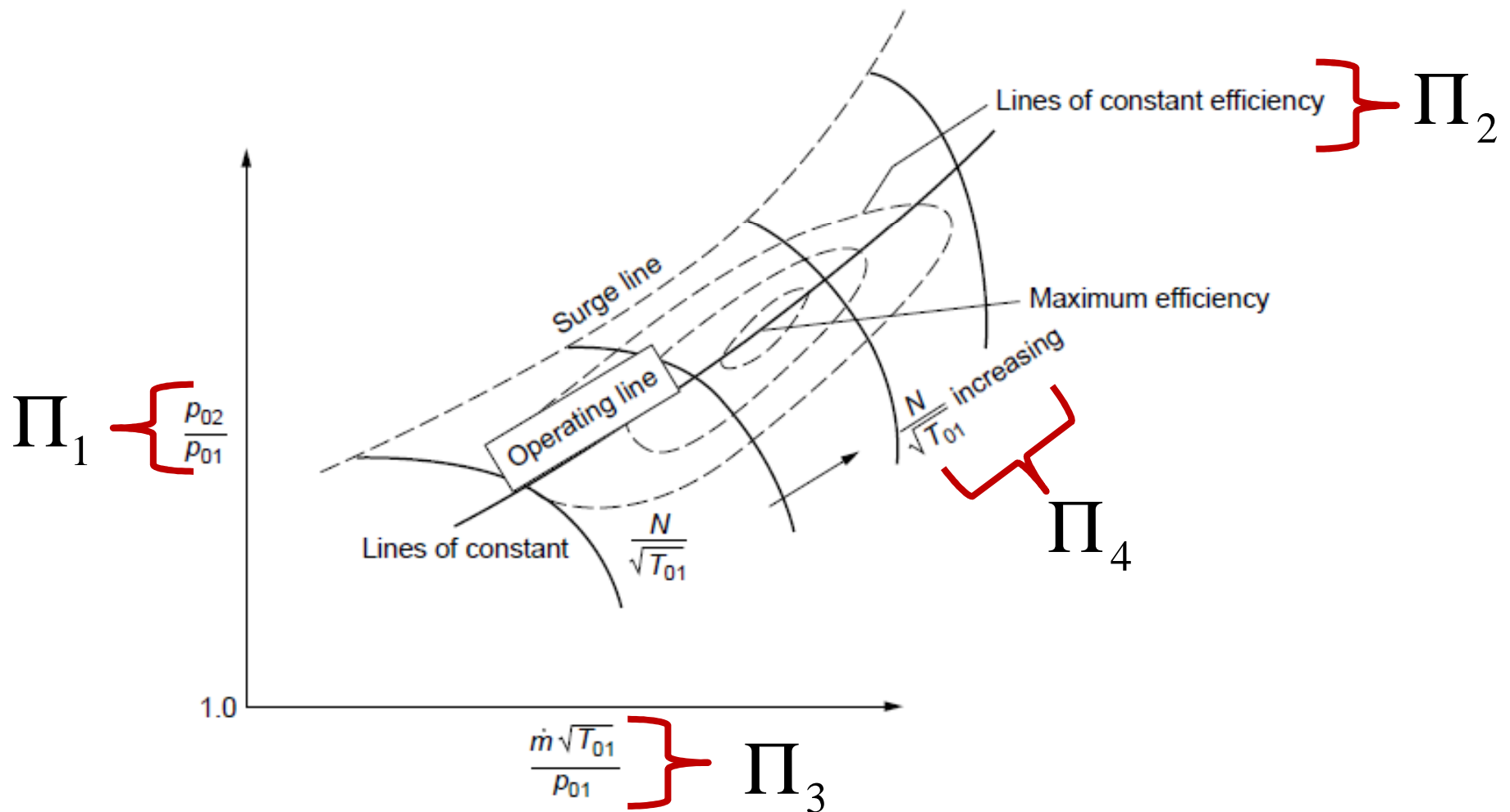
$$\Pi_3 = \frac{P}{\rho N^3 D^5} \rightarrow \frac{\Delta h_o}{h_{o1}}$$

$$\Pi_4 = \frac{\rho ND^2}{\mu} \rightarrow \text{Re} = \frac{\rho ND}{\mu}$$

$$\Pi_5 = \frac{ND}{a} \rightarrow \text{Ma} = \frac{U}{a_\infty}$$

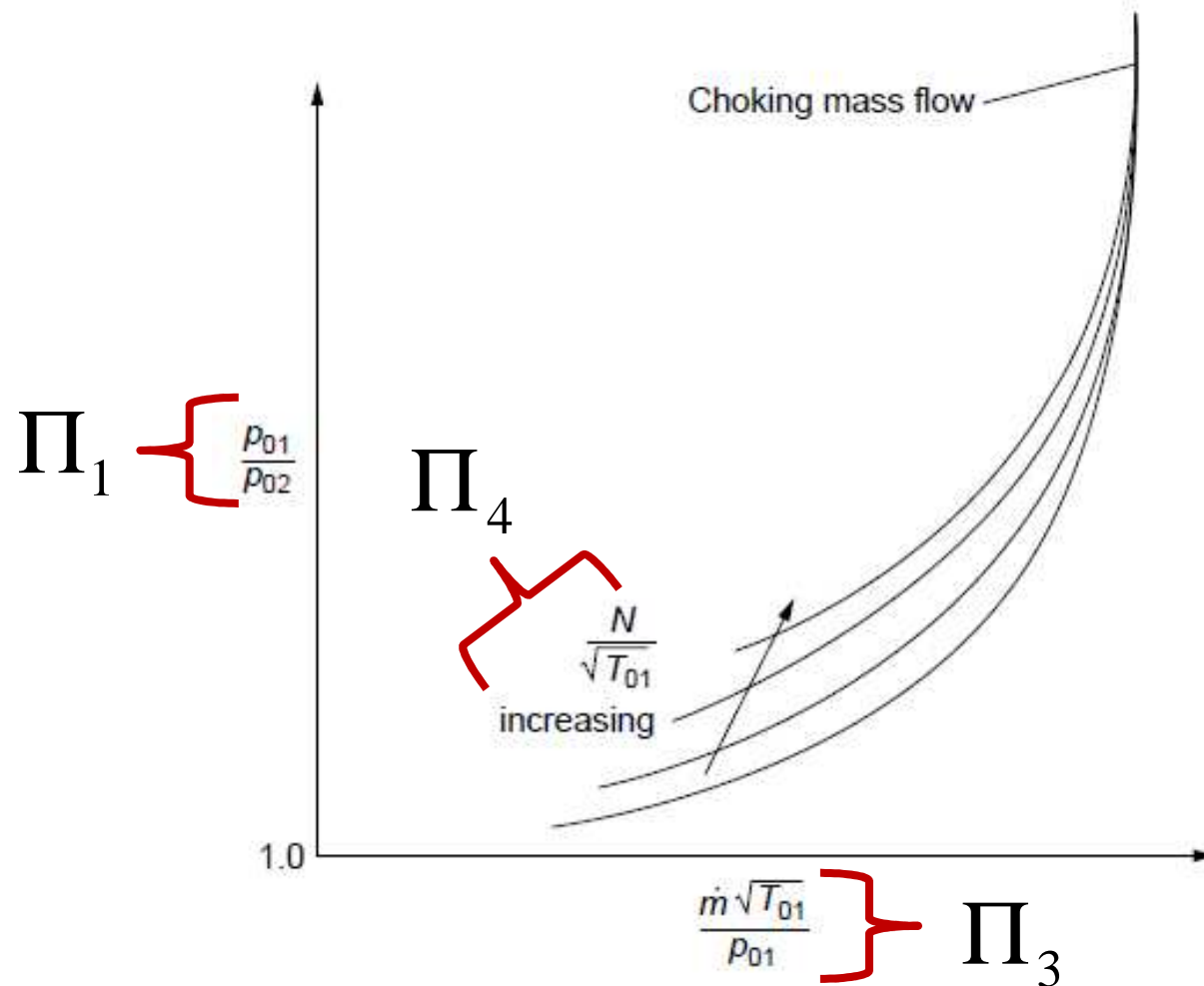
Introducción a los mapas de operación (2/3)

- Mapa de operación de un compresor:



Introducción a los mapas de operación (3/3)

- Mapa de operación de una turbina:



Selección de Turbomáquinas

- Para la selección de turbomáquinas se utilizan 2 números adimensionales adicionales

$$N_s = \frac{N \cdot Q^{0,5}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

Velocidad específica: se refiere a los requerimientos de funcionamiento

$$D_s = \frac{D \cdot (gH)^{3/4}}{Q^{1/2}}$$

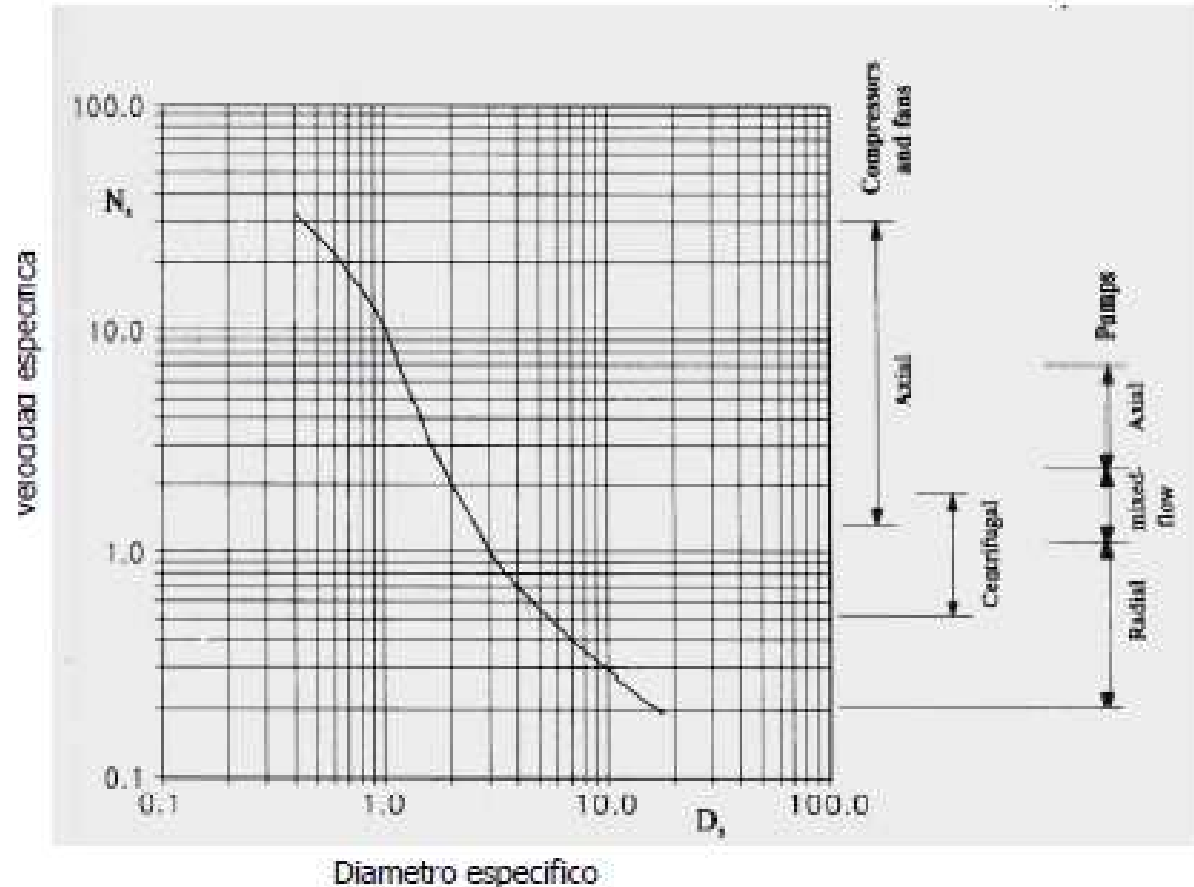
Diámetro específico, se refiere al dimensionamiento

Las unidades pueden ser: Q [m³/s], D [m], H [m], N [rad/s]

Diagrama de Cordier

$$N_s = \frac{\phi^{1/2}}{\psi^{3/4}}$$

$$D_s = \frac{\psi^{1/4}}{\phi^{1/2}}$$



Expresa, simplemente, una correspondencia que se ha hallado que existe para máquinas de buen rendimiento elaboradas por fabricantes reconocidos.

Condiciones de Referencia

- En la mayoría de los casos, los ensayos de TMT están basados en condiciones referidas, donde las condiciones de presión y temperatura a la entrada se expresan como relaciones con valores referenciales, por lo que se define:

$$\delta = \frac{P_{o1}}{P_{oref}} \quad \theta = \frac{T_{o1}}{T_{oref}}$$

- Basado en esto se reescribir los números adimensionales como: