

# **PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA**

# PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI CHIUSI

$$Q + L = DE$$

## PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI APERTI IN REGIME STAZIONARIO

ALL'ENERGIA INTERNA SI DEVE SOMMARE ANCHE IL CARICO TOTALE POSSEDUTO DAL FLUIDO NELLA SEZIONE DI INGRESSO E IN QUELLA DI USCITA

$$c = z + p/\gamma + u^2/2g = z + p/gd + u^2/2g = z + pv/g + u^2/2g = (gz + pv + u^2/2) / g$$

$c$  = CARICO TOTALE DEL FLUIDO (NON SI USA LA LETTERA H PER EVITARE DI CONFONDERLO CON L'ENTALPIA)

$v$  = VOLUME SPECIFICO DEL FLUIDO

$u$  = VELOCITÀ DEL FLUIDO

$z$  = QUOTA GEODETICA DEL FLUIDO

# PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI APERTI IN REGIME STAZIONARIO

$$Q + L = (E_2 - E_1) + mg (c_2 - c_1)$$

$$mq + m\ell = m(e_2 - e_1) + m [(gz_2 + p_2 v_2 + u_2^2/2) - (gz_1 + p_1 v_1 + u_1^2/2)]$$

$$\begin{aligned} q + \ell &= (e_2 - e_1) + [(gz_2 + p_2 v_2 + u_2^2/2) - (gz_1 + p_1 v_1 + u_1^2/2)] = \\ &= [(e_2 + p_2 v_2) + (gz_2 + u_2^2/2)] - [(e_1 + p_1 v_1) + (gz_1 + u_1^2/2)] = (h_2 + gz_2 + u_2^2/2) - (h_1 + gz_1 + u_1^2/2) \end{aligned}$$

$q$  = energia termica per unità di massa fornita al sistema

$\ell$  = energia meccanica per unità di massa fornita al sistema da macchine esterne

1 = sezione di ingresso    2 = sezione di uscita

$$q + \ell = (h_2 + gz_2 + u_2^2/2) - (h_1 + gz_1 + u_1^2/2) = (h_2 - h_1) + (gz_2 - gz_1) + (u_2^2/2 - u_1^2/2)$$

- LA DIFFERENZA  $(z_2 - z_1)$  FRA INGRESSO E USCITA DELLA MACCHINA E' TRASCURABILE
- SOLITAMENTE ANCHE LA DIFFERENZA  $(u_2^2/2 - u_1^2/2)$  FRA INGRESSO E USCITA DELLA MACCHINA PUO' ESSERE TRASCURATA, PERCHE' LE VELOCITA' SONO PICCOLE OPPURE PICCOLA LA LORO DIFFERENZA

IL PRIMO PRINCIPIO (CHE VALE PER L'UNITÀ DI MASSA CHE PASSA ATTRAVERS IL SISTEMA) SI RIDUCE A:

$$q + \ell = h_2 - h_1$$

## **PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA PER SISTEMI APERTI IN REGIME STAZIONARIO**

$$\mathbf{q + \ell = h_2 - h_1}$$

LE MACCHINE CHE PRODUCONO O ASSORBONO LAVORO SOLITAMENTE SONO ADIABATICHE

$$\ell = h_2 - h_1$$

$$\mathbf{P = G \times (h_2 - h_1)}$$

GLI SCAMBIATORI DI CALORE NON PRODUCONO NE' ASSORBONO LAVORO

$$\mathbf{q = h_2 - h_1}$$

$$\mathbf{P = G \times (h_2 - h_1)}$$

## ESPANSORE IDEALE

L'ESPANSIONE IDEALE E' ADIABATICA E ISOENTROPICA E AVVIENE IN UNA MACCHINA IDEALE CHE OPERA SU UN FLUIDO IDEALE

NON ESISTONO ATTRITI E QUINDI DISPERSIONI DI ENERGIA ALL'INTERNO DELLA MASSA FLUIDA, E NEMMENO ATTRITI FRA LE PARTI DELLA MACCHINA

L'ESPANSIONE IDEALE PRODUCE IL MASSIMO LAVORO POSSIBILE, A PARITA' DI RAPPORTO DI ESPANSIONE ( $\beta = p_1 / p_2$ )

## ESPANSIONE REALE

PUO' ESSERE REALE IL FLUIDO E/O LA MACCHINA

ANCHE L'ESPANSIONE REALE PUO' ESSERE CONSIDERATA ADIABATICA

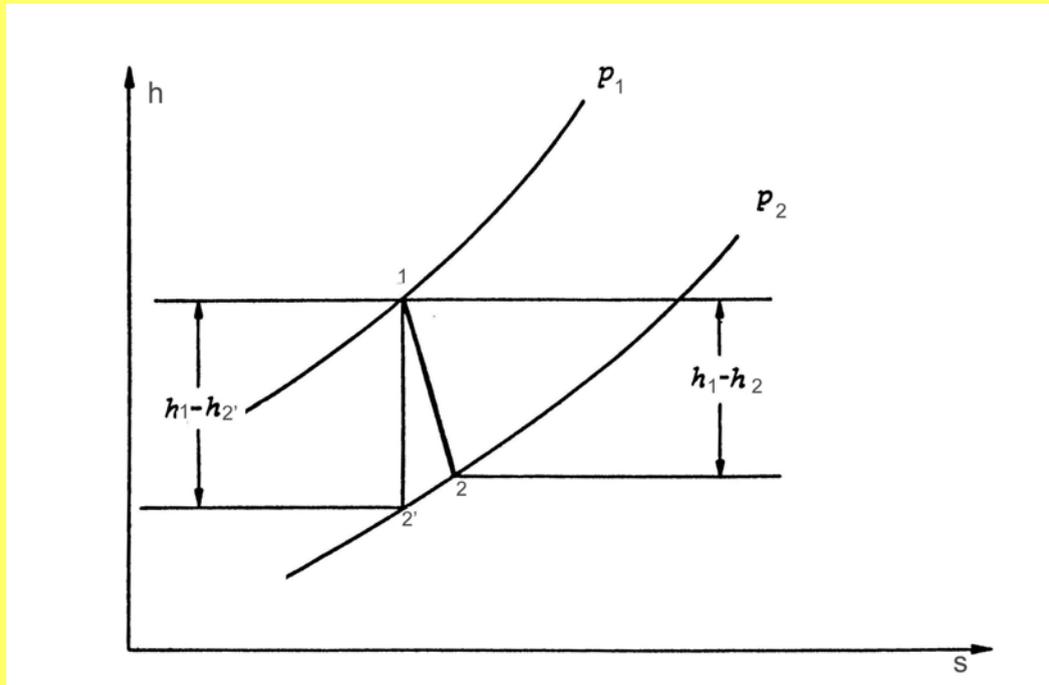
LA PRESENZA DI ATTRITI E QUINDI DISPERSIONI DI ENERGIA ALL'INTERNO DELLA MASSA FLUIDA PROVOCA DUE FENOMENI:

- L'ESPANSIONE REALE NON E' ISOENTROPICA
- L'ESPANSIONE REALE PRODUCE UNA MINOR QUANTITA' DI LAVORO, A PARITA' DI RAPPORTO DI ESPANSIONE, RISPETTO ALL'ESPANSIONE IDEALE

SE ANCHE LA MACCHINA E' REALE, IL LAVORO PRODOTTO DALL'ESPANSIONE REALE E' ULTERIORMENTE DIMINUITO DALLE DISPERSIONI PRESENTI NELLA MACCHINA STESSA

# RENDIMENTO ADIABATICO DI ESPANSIONE

RAPPORTO FRA IL LAVORO OTTENUTO DA UN'ESPANSIONE REALE E QUELLO OTTENIBILE DALL'ESPANSIONE IDEALE, A PARITA' DI RAPPORTO DI ESPANSIONE



$$\eta_{ae} = l_r / l_{id} = (h_1 - h_2) / (h_1 - h_{2'}) = (T_1 - T_2) / (T_1 - T_{2'})$$

# POTENZA DI UN ESPANSORE

POTENZA IDEALE

$$P_i = G (h_1 - h_2')$$

POTENZA REALMENTE FORNITA DAL FLUIDO

$$P_r = G (h_1 - h_2) = P_i \times \eta_{ae}$$

$\eta_{ae}$  = RENDIMENTO ADIABATICO DI ESPANSIONE (75% - 90%)

CONSIDERA LA PERDITA DI ENERGIA PER GLI ATTRITI DEL FLUIDO

POTENZA MECCANICA ALL'ALBERO DELL'ESPANSORE

$$P_m = P_r \eta_m$$

$\eta_m$  = RENDIMENTO MECCANICO (90% - 98%)

CONSIDERA LE PERDITE PER ATTRITO

POTENZA ELETTRICA PRODOTTA DAL GENERATORE

$$P_e = P_m \eta_e$$

$\eta_e$  = RENDIMENTO ELETTRICO ( 90% - 97%)

ESPRIME IL RAPPORTO FRA L'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL GENERATORE E L'ENERGIA MECCANICA ALL'ALBERO DELL'ESPANSORE