MACCHINE (Marco Antomelli)

PROGRAMMA (9CFU)

I) Macchine preposte alla conversione dell'energia: [turbine, pompe, ventilatori, compressori]

II) [Caldaie, Camere di combustione]

TESTI: Elementi di macchine (edr. ETS), Antomelli, Martorano

RICEVIM.: mail

FONTI
- non rinnovabili
  - petrolio
  - carbone
  - gas naturale
  - uranio
- rinnovabili:
  - energia solare e sue trasformazioni (vento, acqua, biomasse)
  - geotermica
  - rifiuti attività umane

ENERGIA SOLARE
- energia termica (impiantistica? solar dish, pannelli solari)
  - vetro
  - ricevitore
  - calore intrappolato
- fotovoltaico

ENERGIA EOLICA
- generatori ad asse orizz.
- gener. ad asse verticale

ENERGIA IDROELETTRICA
- impianti a bacino
- impianti ad acqua fluente
- sistemi di pompaggio (funziona ad accumulo)

Sist. di pompaggio è un accumulatore: quando c'è duplicità di acqua la pompa nell'impianto (ma durante il giorno non produce energia)

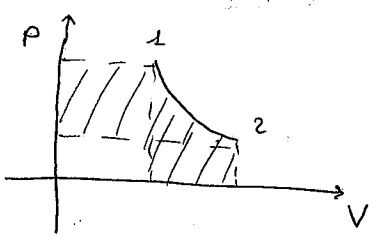
BIOMASSE → residui da industria

- energy crops
- biocombustibili (biodiesel da cucina)

GEOTERMICA → impianti ad acqua dominante
→ a vapore dominante

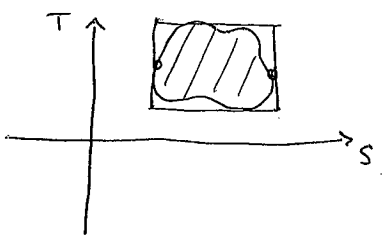
RIFIUTI ATTIVITA' UMANE → rifiuti solidi urbani e industriali (discariche controll. termovalorizzatore)
→ Rifiuti liquidi civili e industriali (digestione anaerobica)

Per i cicli utilizziamo il piano TS perché permette di visualizzare il calore scambiato.
Il piano PV non viene più utilizzato perché il lavoro è $\int p dV$ se abbiamo sistema chiuso. Se abbiamo sistema aperto, $\mathcal{L} = -\int v dp$

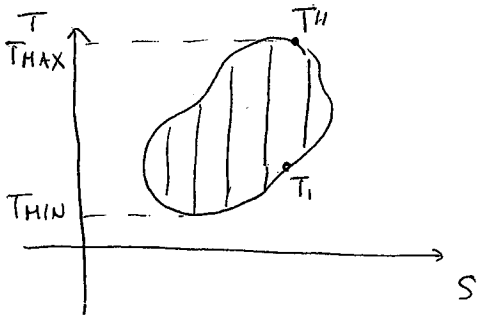


Infatti questo piano va bene per tracciare trasformazioni reversibili

Nel piano TS: $Q = \int T dS$



Il calore è l'area all'interno della linea chiusa, e ci fa vedere il ciclo di Carnot che è quello con le T max e min.



$$\eta_i = 1 - \frac{T_i''}{T_i''} = 1 - \xi \frac{T_{HIN}}{T_{MAX}}$$

$\xi > 1$ (effetto Clausius, molteplicità delle sorgenti introduce una ξ)

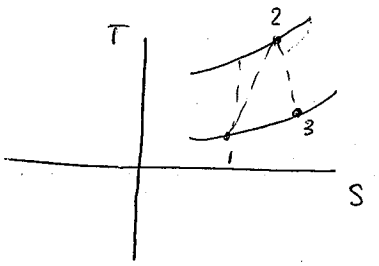
↳ Rendimento

$Q_{IN} = T_m'' \Delta S''$

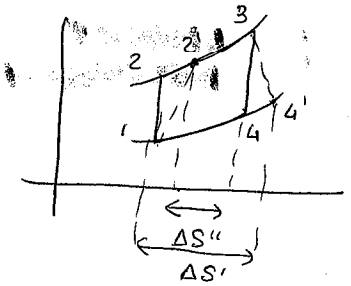
$Q_{OUT} = T_m' \Delta S'$

$\sigma = \frac{\Delta S'}{\Delta S''} = 1$ (nel caso ideale)

$\sigma > 1$ (caso reale)



$\sigma = \infty$



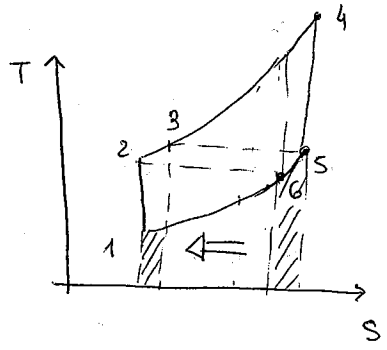
$\frac{\Delta S'}{\Delta S''} > 1$

EFFETTO CLAUSIUS

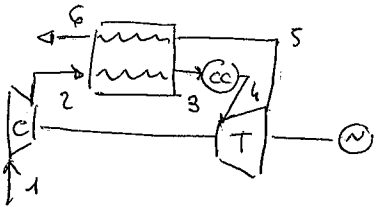
ξ e σ sono affini che mi causano decremento del rendimento

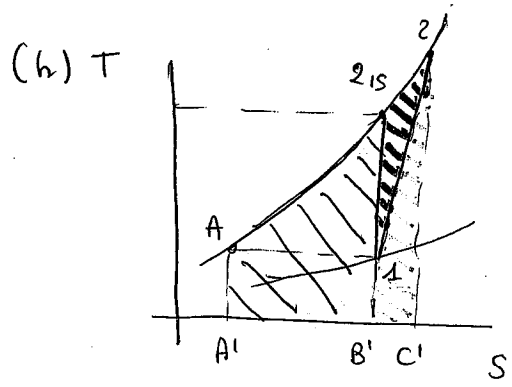
$$\eta = 1 - \xi \sigma \frac{T_{min}}{T_{max}}$$

CICLO JOULE-BRAYTON RIGENERATO



Se aumento ξ (sorgenti) per fare rigenerazione, diminuisco il η





Compressione adiabatica e reversibile

$l = h_2 - h_1 = c_p (T_2 - T_1)$

$A-2_{IS}$ è una introduzione di calore isobara:

$q = h_{2IS} - h_A = h_{2IS} - h_1$

Sul piano TS posso vedere sia il calore sia il lavoro di compressione

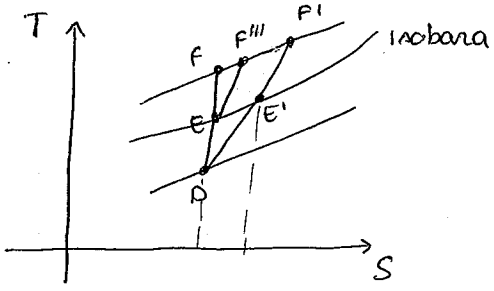
Le trasformazioni reali nel piano non possiamo disegnarle, ma posso disegnare trasform. equivalenti che hanno in comune con quelle reali i punti di inizio e fine. Di solito queste trasf equiv. sono politropiche ($pV^k = cost$) che mi rappr. gli stati termodin. delle trasf reali.

$l' = h_2 - h_1 = q' = A_{A'A2IS2C'} = A_{A'A2IS1B'} + A_{B1'12C'} + A_{12IS2}$

$A_{A'A2IS1B'}$: lavoro ideale

$A_{B1'12C'}$: lavoro attrito

A_{12IS2}: lavoro di controrecupero



$T_{E'} > T_E$

$v_{E'} > v_E$ (volume specifico)

Scrivo la compressione isoentrop.

$$l = h_2 - h_1 = c_p (T_2 - T_1) = \frac{kR}{k-1} T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) = \frac{kRT_1}{k-1}\left[\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right]$$

E'F' assorbe più lavoro di EF''' anche se hanno la stessa prod di entropia e lo stesso rapporto di compressione (perché E' è a una T più alta)

Questo si chiama lavoro di controrecupero: il maggior lavoro ?

In espansione le cose si invertono (il lavoro di contror. viene aggiunto)

Per questo motivo i compressori hanno η sempre < delle turbine.

$$\eta_{IS} = \frac{\ell_{ID}}{\ell_{RE}} = \frac{h_{2IS} - h_1}{h_2 - h_1} = \frac{c_p (T_{2IS} - T_1)}{c_p (T_2 - T_1)} = \frac{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1}{\frac{T_2}{T_1} - 1}$$

Rendimento isoentropico

Da trasform. reali a ideali cambia che c'è
- lavoro di attrito
- contropressione

$\lambda = p_2 / p_1$ = rapp. di compressione

Se il rapporto di compr. è piccolo, il lavoro di contropr. è piccolo

Il rendimento politropico è $\eta_{POL} = \frac{\ell_{POL}}{\ell_{ADIAB,REV}}$

$$\ell_{POL} = \frac{m}{m-1} RT_1 \left(\lambda^{\frac{m-1}{m}} - 1\right) \rightarrow \text{si ottiene mettendo } m \text{ al posto di } k$$

$$\ell_{AD,REV} = h - h_1 = \frac{kR}{k-1} T_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) = \frac{kRT_1}{k-1} \left(\lambda^{\frac{k-1}{k}} - 1\right)$$

$$\eta_{POL} = \frac{\frac{m}{m-1} RT_1 \left(\lambda^{\frac{m-1}{m}} - 1\right)}{\frac{k}{k-1} RT_1 \left(\lambda^{\frac{m-1}{m}} - 1\right)} = \frac{m}{m-1} \cdot \frac{k-1}{k} \quad \text{dove } k = \frac{c_p}{c_v}$$

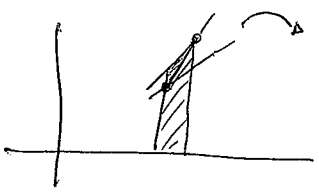
η_{POL} mette in evidenza gli attriti (il solo contrib. degli attriti)

Da' una misura della perfezione della macchina

$$\eta_{IS} = \frac{\lambda^{\frac{k-1}{k}} - 1}{\frac{T_2}{T_1} - 1} = \frac{\lambda^{\frac{k-1}{k}} - 1}{\lambda^{\frac{m-1}{m}} - 1}$$

$$\lim_{\lambda \to 1} \eta_{IS} = \left(\frac{0}{0}\right) \overset{\text{Hopital}}{=} \frac{k-1}{k} \cdot \frac{m}{m-1} = \eta_{POL} \Rightarrow$$

il rendim politropico è il lim per $\lambda \to 1$ del η_{ISO}



al tendere a 1 del rapp di compr. il lavoro di contropr. tende a 0