Prof. ROBERTO LENSI — SISTEMI ENERGETICI (9 CFU) — 6.03.2018

Pagina personale: RICEVIMENTO • martedì 16.30-17.00 dip di energetica
• giovedì 11.30-12.00 " " "

MATERIALE DIDATTICO: cliccare sul corso: "SE9"

MASTER COPY Tel. 050 831 21 26 Cell. 388 983 7745

- Fa i due appelli straordinari: presentarsi davanti al dentec2 (entrata polo A, a sinistra)
- Materiale didattico: su portale: necessario e sufficiente, da portare all'esame (?) → STAMPARE
- Modalità d'esame: SOLO ORALE: serve la conferma dell'iscrizione (iscritti allo scritto)

Foglio protocollo a quadretti + 5 domande: si risponde per scritto

Non chiede nulla che non abbia detto a lezione, ci può essere un esercizio (stessi numeri): 50 minuti + 5 minuti iniziali

1 settimana dopo (data dell'orale) fa vedere correzione e propone voto, poi firma se accetto.

---

① CONVERSIONE DELL'ENERGIA e MACCHINE A FLUIDO (1)

UNITÀ DI MISURA

SI ma ci sono altri sistemi di unità di misura (SISTEMA TECNICO, SISTEMA ANGLOSASSONE, SISTEMA CGS)

NOMENCLATURA

"specifico" si cerca di non utilizzarla (a parte ~~CONSUMO SPECIFICO~~) perché è una parola troppo generica → riferito a qualcosa che non viene specificato e non è univoco.

Utilizzo "MASSICO" o "VOLUMICO" al suo posto o "MOLARE" (parlando dei motori: consumo di massa di combustibile o dall'energia consumata per unità di lavoro)

MASTER COPY Tel. 050 831 21 26 Cell. 388 983 7745

SIMBOLOGIA

Si utilizzano convenzioni: volume, entalpia, massa, entropia

- proprietà estensive con lettera maiuscola (V, M, H, S)

MASSICHE
- volume massico: $v = V/M$
- entropia massica: $h = H/M$

(si può anche scrivere con lettera min.)

MOLARI(N)
- volume molare: $\tilde{v} = V/n$
- entropia molare: $\tilde{h} = H/n$

W = lavoro = "work" — $w = W/m$, $\tilde{w} = W/n$

Due tipi di lavoro:
- lavoro all'albero W_x (• indice = l'asse di rotazione dell'albero)
- lavoro di trasformazione W

PORTATE (•)

Energia totale E
- energia meccanica $e = E/m$
- energia molare $\tilde{e} = E/n$

Exergia totale E
- exergia meccanica ε
- exergia molare $\tilde{\varepsilon}$

quando ho insieme, energia ed exergia totale, scrivo l'exergia in grassetto.

Numeri adimensionali si indicano tutti con N mettendo a pedice di che tipo di numero si parla:

N_{Re}, N_M

- Normal metro cubo lo scrivo m^3_n invece che Nm^3 (pedice)
- Eq. di stato dei gas perfetti:

P e T grandezze termodinamiche
Invece che R dovrei usare $\tilde{R}$ ma per eccezione continueremo ad utilizzare $\tilde{R}$ (riferita alle moli) e R (J/kg·K)

$$P\tilde{V} = n\tilde{R}T \quad e \quad PV = mRT$$

- Potere calorifico: se si usa la kcal ..... 10000 kcal/kg
  POTERE CALORIFICO INFERIORE
  è una quantità molare: uso h e non H.

L (03) **SISTEMI ENERGETICI** 8.03.2018

Sistemi per la conversione dell'energia (generatori - motori elettrici già visti ad elettrotecnica, non si ripetono).

Motori per l'autotrazione (+ conosciuti, più usati) possono essere impiegate come installazioni fisse, anche all'interno di industrie.

Centrali termo - idro elettriche (ci interessano dopo), i rendimenti si differenziano dalla pesantezza dovuta alla TD (per le termo) non presente invece nelle idro.

Semplificazione: considerare tutti i sistemi energetici in CONDIZIONI STAZIONARIE (non dipendenti dal tempo, continue).

Due transitori ↓ con un regime condizione di regime: accensione - arresto
non saremo ingrado di studiarle, non è un grosso problema → funzionamento stazionario per più del 95%.

[Fare attenzione alle cose che sembrano troppo semplici]

Sistemi che ci interessano: elettrotecnica ↓

- conversione energia chimica in energia meccanica (e poi elettrica)
- conversione energia idraulica in energia meccanica
- motori, ventilatori, sistemi a ciclo inverso (frigoriferi e pompe di calore)

MASTER COPY Tel. 050 881226 Cell. 333 9847715
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA COPIA PERSONALE

Classificazione dei sist. energetici in
MACCHINE e IMPIANTI

Nell'esame c'è quasi sempre una domanda sui CICLI

Il frigorifero e la pompa sono macchine.
Il motore delle nostre automobili è qualcosa di più complesso, perché possa funzionare devono funzionare ventilat. e pompe
→ è un insieme di macchine con un sistema costituito da cilindri e pistoni. → si parla, in virtù della compattezza - limitato ingombro, di macchina.

Se invece andiamo in un'azienda che produce surgelati: cuore delle frigorifere → impianto frigorifero: non cambia il principio di funzionamento ma le dimensioni (con i frigoriferi casalinghi)

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE (SIST. ENERGETICI)

Per capire bene cosa si intende per "macchine".

Ci occupiamo soltanto di macchine a fluido, va precisato in che senso "macchine" e in che senso "a fluido":

MACCHINA → sist. converte una forma di energia in un'altra: visto come una catena: o il primo o l'ultimo anello della catena deve essere costituito da energia meccanica. È escluso il caso in cui sia il primo che l'ultimo anello siano costituiti da energia meccanica → non parlo di macchina.

A FLUIDO → è necessaria la presenza di un mezzo fluido per quanto si idealizzi il funzionamento della macchina. Anche se si considerano nulli gli attriti.

Classificazione applicabile a tutte le macchine che studieremo:

1. La natura del fluido:
   - comprimibile: gas - vapore → macchina termica
   - non comprimibile: acqua → macchina idraulica
     olio → macchina olio-idraulica

2. Sequenza delle trasformazioni dell'energia:
   - en. mecc. è l'ultimo anello della catena: forma di en. prodotta dalla macchina → MACCHINA MOTRICE
   - en. mecc. è il primo anello della catena: forma di en. consumata dalla macchina → MACCHINA OPERATRICE

3. Cinematica degli organi meccanici che scambiano energia col fluido
   - Moto di va e vieni tra punto morto inferiore e punto morto superiore → MACCHINE ALTERNATIVE (. . . motore delle macchine)
   - MACCHINE ROTANTI: moto continuato (ventilatore)

MASTER COPY
Tel. 050 831216
Cell. 388 9837745

Con le prime due classificazioni si riproduce l'indice delle prossime lezioni:

MACCHINE (A FLUIDO)

- TERMICHE (principi TD) → MOTRICI — motrici termiche (MODULO 4)
  → OPERATRICI — compressori (MODULO 5)
- IDRAULICHE → MOTRICI — motrici idrauliche
  → OPERATRICI — pompe (MODULO 6)

4. Delle sole [macchine rotanti] (VOLUMETRICHE o DINAMICHE)

- VOLUMETRICA: [non competono alle alternative perché non possono essere altro che volumetriche]

Da qui in avanti ho classificazioni pertinenti solo ad alcuni gruppi

Caratteristica di funzionare con volumi di fluido chiusi successivi, funziona per quanto lentamente avviene la rotazione (se avviene lentissima la rotazione — funziona meglio).

- DINAMICA = TURBOMACCHINA:

attraversata da un flusso continuo di fluido, ha bisogno di ruotare a una determinata velocità (non lenta) perché funzioni.

<u>macchine alternative</u> non hanno un flusso continuo di fluido

ma opera con volumi chiusi successivi di fluidi, la velocità del pistone se lentissima funzionerebbe anche meglio ma avrebbe potenza + bassa.

<u>macchine rotanti dinamiche — ventilatore</u> interessata da un

flusso continuo di fluido, velocità: se la rotante si muovesse lentissimamente il funzionamento verrebbe meno, serve un minimo di velocità di rotazione affinché funzioni.

Macchine + importanti del corso: [MOTRICI TERMICHE] valgono le seguenti classificazioni:

5.
- a combustione esterna
- a combustione interna

Interna o esterna <u>al fluido</u> (non alla macchina).

6. Distinzione del fluido comprimibile (gas o vapore)

A combustione esterna possono essere realizzate con qualunque fluido:
— a gas — a vapore

A combustione interna, dovendo essere sede di comb., il fluido motore non potrà essere vapore ma <u>sempre gas</u>: tale da contenere l'ossigeno (comburente del combustibile) — sarà sempre ARIA.

Macchine a comb. interna (a gas), dinamiche → TURBOGAS

7. Interessa le **motrici termiche a comb. interna di tipo volumetrico**

sono il 99% dei motori ad autotrazione (per muoversi), alternative

- ad accensione comandata (ciclo di riferimento: a 8)
  motore a scoppio, l'innesco della combustione avviene a seguito di un comando elettrico che fa scoccare una scintilla tra gli elettrodi delle candele.

- ad accensione spontanea - per compressione (ciclo a diesel)
  processo TD che si sta realizzando ha portata P sufficientemente elevate a provocare un sufficiente aumento della T da far partire il processo. La TD realizza le condizioni per l'innesco.

8. Interessa le **turbomacchine**, tre categorie diverse

sono tutte necessariamente macchine rotanti

girante e albero ruotano solidalmente, fluido nella girante

- Velocità della particella parallela all'asse ... di rotazione dell'albero → ASSIALI (A)

- velocità particella sostanzialmente giace su un piano perpendicolare all'asse

  - VELOCITÀ RADIALE (B) macchina radiale e centrifuga (la particella si allontana dall'asse di rotazione)
    macchina radiale e centripeta (part. si avvicina all'asse di rotazione)

- Velocità con componente centrifuga/centripeta e assiale (una assiale e una radiale)
  MISTE o CONICHE (C)