ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI (12 CFU):

ING. STEFANO FRIGO → S.frigo@ingunipi.it

RICEVIMENTO: MARTEDI' MATTINA DALLE 9.00 ALLE 11.00 DESTEC

MATERIALE DIDATTICO: → DISPENSE (in forma di slides) messe su elearn;
→ libro "Macchine" di Renato della Volpe (Liguori Editore);

1' PARTE: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO:

MACCHINA A FLUIDO = un apparato, composto da elementi fissi e mobili il cui scopo e' di convertire energia primaria in en. meccanica direttamente utilizzabile, o viceversa, per mezzo di un fluido operativo;

NON TUTTE LE FORME DI ENERGIA SONO CONVERTIBILI DIRETTAMENTE IN LAVORO MECCANICO!

DISTINGUIAMO en. DI I SPECIE e II SPECIE a seconda della loro attitudine a trasformarsi in en. meccanica.

FORME DI ENERGIA DI PRIMA SPECIE: (CIASCUNA DI ESSE E' INTEGRALMENTE TRASFORMABILE IN UNA QUALUNQUE DELLE ALTRE QUATTRO!)
- en. DI POSIZIONE (potenziale);
- en. di PRESSIONE;
- en. cinetica;
- en. elettrica;
- en. meccanica;

FORME DI en. DI SECONDA SPECIE: ad es. en. TERMICA ↓

NON HA CARATTERE DI MUTUA SOSTITUIBILITA' NEI CONFRONTI DELLE ALTRE FORME DI ENERGIA, e' en. DISORDINATA

→ **L'aliquota dell'en. termica trasformabile in en. meccanica dipende dal valore della temperatura alla quale essa e' disponibile e dal valore della temperatura alla quale viene ceduta all'ambiente in cui si opera.**

PRENDIAMO 2 cicli DI CARNOT che operano a temperature diverse, ma con il MEDESIMO ΔT. IL PRIMO TRA 1500K e 1000K IL SECONDO TRA 1000K e 500K.

RENDIMENTO DEL CICLO DI CARNOT:

$$\eta = \frac{Lu}{Q_f} = 1 - \frac{Q_c}{Q_f} = 1 - \frac{T_i}{T_s}$$

Lu = Lavoro utile; T_i = temp. inferiore;
Q_f = calore fornito; T_s = temp. superiore;
Q_c = calore ceduto;

$$\eta_I = \frac{1500 - 1000}{1500} = 0,3\overline{3}$$

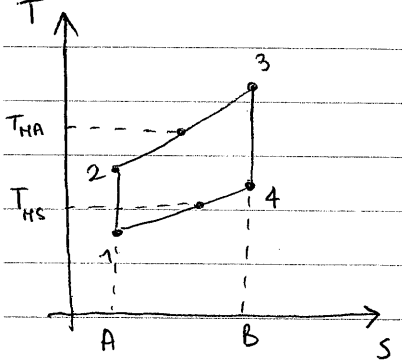
$$\eta_{II} = \frac{1000 - 500}{1000} = 0,50$$

La quantità di energia disponibile potendo cedere calore alla temperatura di 500 K ha una migliore attitudine a trasformarsi in lavoro meccanico di quella ceduta alla temperatura di 1000 K!

CICLO TERMODINAMICO: una serie chiusa di trasformazioni (si ritorna allo stato iniziale; l'ambiente esterno avrà subito cambiamenti di lavoro e di quantità di calore;

↝ Allo scopo di massimizzare la trasformazione del calore in lavoro meccanico, il trasferimento del calore Q_f deve avvenire alla temperatura quanto più alta possibile e possibilmente costante, mentre la sottrazione dell'aliquota Q_c non trasformata in lavoro meccanico deve avvenire a temperatura quanto più bassa possibile e possibilmente costante!

In fatti quanto più alta è la temp. di Q_f tanto maggiore sarà la sua qualità! Inoltre trasferire Q_f tutto a temp. costante, vuol dire che tutto Q_f è caratterizzato dalla stessa qualità e dunque dalla stessa attitudine a fornire lavoro meccanico; Sottrarre al fluido motore Q_c a temp. quanto più bassa possibile significa sottrarre un calore che ha subito una forte degradazione, sottrarlo poi a temp. costante significa che tale degradazione elevata ha interessato nella stessa misura tutto Q_c a tutto vantaggio del rendimento del ciclo poiché quanto più elevata è la degradazione che ha interessato Q_c tanto maggiore sarà l'aliquota di Q_f che si sarà trasformata in lavoro meccanico;



Prendiamo un ciclo Joule. Esso può essere assimilato ad un ciclo di Carnot evolvente tra 2 temp. medie che si chiameranno temp. media di adduzione del calore T_{mA} temp. media di sottrazione del calore T_{mS};

Per calcolarli prendo la formula del rendimento di Carnot

$$\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_c} = 1 - \frac{A14B}{A23B}$$

L'area A23B può essere equiparata ad un rettangolo che ha per base il segmento $(S_B - S_A)$ e per altezza il segmento fornito dal rapporto $\frac{Q_f}{S_B - S_A}$ che rappresenta T_{HA}.

$$T_{MA} = \frac{Q_f}{(S_B - S_A)}$$

Ripetendo il discorso per l'area A14B otteniamo:

$$T_{ms} = \frac{Q_c}{(S_B - S_A)}$$

e quindi il rendimento:

$$\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_f} = 1 - \frac{A14B}{A23B} = 1 - \frac{T_{ms}(S_B - S_A)}{T_{mA}(S_B - S_A)} = 1 - \frac{T_{ms}}{T_{ma}}$$

CLASSIFICAZIONE DELLE MACCHINE A FLUIDO: MACCHINA:

- MOTRICE: IL FLUIDO CHE LA ATTRAVERSA CEDE LA SUA EN. ALLE PARTI MOBILI DELLA MACCHINA, CHE LA RENDONO DISPONIBILE SOTTO FORMA DI EN. MECCANICA;
- OPERATRICE = ASSORBE EN. MECCANICA DALL'ESTERNO E LA CEDE, ATTRAVERSO LE SUE PARTI MOBILI, AL FLUIDO CHE INCREMENTA COSÌ LA SUA ENERGIA;

- IDRAULICA = LAVORA CON UN FLUIDO INCOMPRIMIBILE;
- TERMICA = LAVORA CON UN FLUIDO COMPRIMIBILE (GAS O VAPORE);

- VOLUMETRICA = OPERA SU VOLUMI SUCCESSIVI DI FLUIDO CHE VIENE PERIODICAMENTE RINNOVATO; LA PORTATA VARIA LINEARMENTE CON LA VELOCITÀ DI ROTAZIONE;
- DINAMICA = IL FLUIDO FLUISCE CONTINUAMENTE ALL'INTERNO DELLA MACCHINA, L'EN. E' SCAMBIATA CON CONTINUITÀ; LA PORTATA NON VARIA LINEARMENTE CON LA VEL DI ROTAZ.

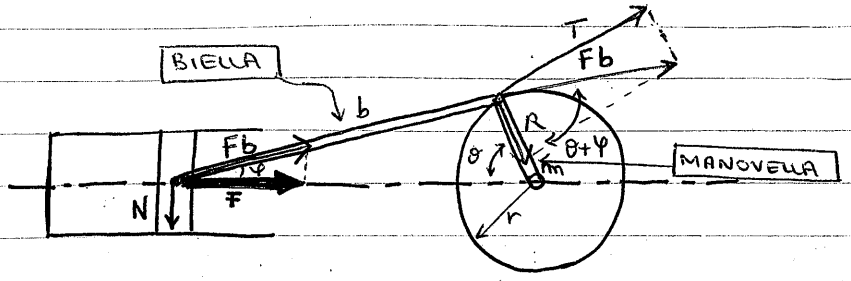
- ALTERNATIVA = CON UN MOTO ALTERNATIVO DELLE PARTI MOBILI;
- ROTATIVA = SI HA UNA ROTAZIONE DEGLI ORGANI MOBILI;

- ASSIALI = IL percorso del fluido di lavoro e' mediamente allineato con l'asse della macchina;
- RADIALI = IL percorso del fluido avviene per lo piu' perpendicolarmente all'asse della macchina;

master COPY COPISTERIA

componente = Tot · sen φ · cos

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DI UNA MACCHINA VOLUMETRICA ALTERNATIVA:



IL MOTO ALTERNATO DELLO STANTUFFO, GENERATO DALL'AZIONE STATICA (PRESSIONE) DEL FLUIDO IN UNA MACCHINA MOTRICE, SI TRASFORMA IN MOTO ROTATORIO MEDIANTE IL MECCANISMO Biella (b) Manovella (m).

LA FORZA F DERIVANTE DALLA PRESSIONE DEL FLUIDO SI SCOMPONE NELLE FORZE F_b, DIRETTA LUNGO LA BIELLA, ED N NORMALE ALL'ASSE DEL CILINDRO:

$$\begin{cases} F = F_b \cos\varphi \\ N = F_b \operatorname{sen}\varphi \end{cases} \qquad F_b = \frac{F}{\cos\varphi} \qquad N = F\,\frac{\operatorname{sen}\varphi}{\cos\varphi}$$

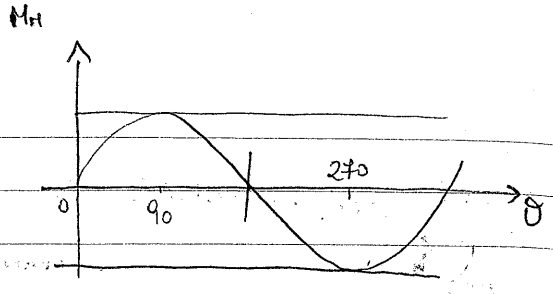
$$\boxed{F_b = \frac{F}{\cos\varphi}} \qquad \boxed{N = F \operatorname{tg}\varphi}$$

- LA FORZA N non FORNISCE LAVORO UTILE (è ⊥ alla DIREZIONE DELLO STANTUFFO), MA FA NASCERE UNA RESISTENZA DI ATTRITO nello SPINOTTO E SULLE PARETI LATERALI DELLO STANTUFFO.
- La forza F_b PUÒ ESSERE INVECE SCOMPOSTA IN UNA FORZA TANGENZIALE T ED IN UNA RADIALE R. LA FORZA T È QUELLA UTILE PER LA ROTAZIONE DELL'ALBERO, CHE AVVIENE QUINDI PER EFFETTO DI UN MOMENTO MOTORE M_M DATO DA:

$$M_M = T \cdot r = F_b \cdot \operatorname{sen}(\theta+\varphi) \cdot r \qquad \boxed{F\,\frac{\operatorname{sen}(\theta+\varphi)}{\cos\varphi}\cdot r = M_M}$$

↝ PER DATI VALORI DI F e r È EVIDENTE CHE **IL MOMENTO MOTORE VARIA IN RELAZIONE ALLA MOMENTANEA CONFIGURAZIONE DEL MANOVELLISMO**, CHE CAMBIA CON GLI ANGOLI θ e φ.

- CARATTERISTICA PECULIARE DEL SISTEMA BIELLA-MANOVELLA È PERCIÒ LA PERIODICA VARIABILITÀ DEL MOMENTO MOTORE, CON VALORI NULLI AGLI ESTREMI DELLA CORSA DEGLI STANTUFFI.



- Nell'ipotesi di forza costante, in intensità e verso, e di biella di lunghezza infinita ($\varphi = \alpha$) la relazione diventa:

$$M_M = F \cdot r \operatorname{sen}\vartheta$$

che rappresenta la legge del moto armonico.

Nelle macchine motrici ed operatrici l'andamento del momento risulta molto più complesso, F non è costante e dipende dai valori della pressione del fluido e delle forze di inerzia del pistone e biella. Abbiamo quindi un'accentuata caratteristica di irregolarità nel momento motore, il che comporta non lievi problemi di bilanciamento e di regolarizzazione del moto.

- La forza R non dà lavoro utile (poiché passa per il centro di rotazione e il suo momento è quindi nullo), tuttavia anch'essa è causa di una resistenza di attrito che si oppone alla rotazione dell'albero.
- Possiamo notare che anche la velocità dello stantuffo è nulla ai punti morti mentre è possibile dimostrare che essa varia lungo la corsa secondo la relazione:

$$v = \omega \cdot r \left(\operatorname{sen}\vartheta + \frac{1}{2\mu} \operatorname{sen} 2\vartheta \right)$$

ϑ = angolo di manovella percorso;
$\mu = \frac{l}{r}$ → l → lunghezza biella;
r → lunghezza manovella;

DAL LIBRO

che nell'ipotesi semplificativa di lunghezza della biella infinita diventa:

$$v = \omega \cdot r \operatorname{sen}\vartheta$$

Ripetizioni Cagliari 050/8312120 3801953745