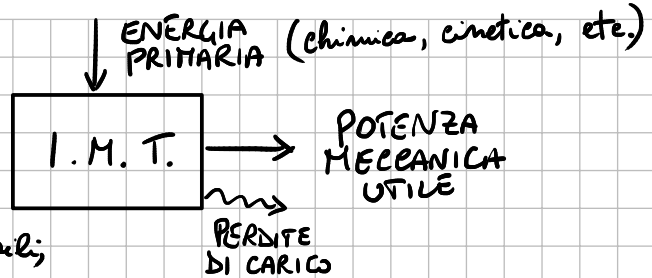


IMPIANTI MOTORI TERMICI

↓
: convertono energia primaria del fluido in lavoro meccanico utile

↓
: si servono di fluidi comprimibili; che manifestano variaz. di temperatura in seguito a scambi di lavoro



Gli I.M.T. ottengono potenza utile grazie all'espansione del fluido riscaldato. Il riscaldamento - l'adduzione di calore - avviene mediante scambiatori o nelle CAMERE DI COMBUSTIONE.

DEFINIZIONE: η , "RENDIMENTO GLOBALE" $\rightarrow \eta = \frac{\dot{L}_u}{\dot{Q}_i} = \frac{\dot{L}_u}{\dot{m} H_{inf}}$

Come si produce calore in caldaia? Con la COMBUSTIONE

DEFINIZIONE: H_{inf} , "POTERE CALORIFICO INFERIORE" $\rightarrow \dot{Q}_i = \dot{m} H_{inf}$

Il potere calorifero inferiore indica quanto calore si sviluppa dalla combustione completa di 1 kg di una determinata sostanza capace di combustione, detta combustibile.

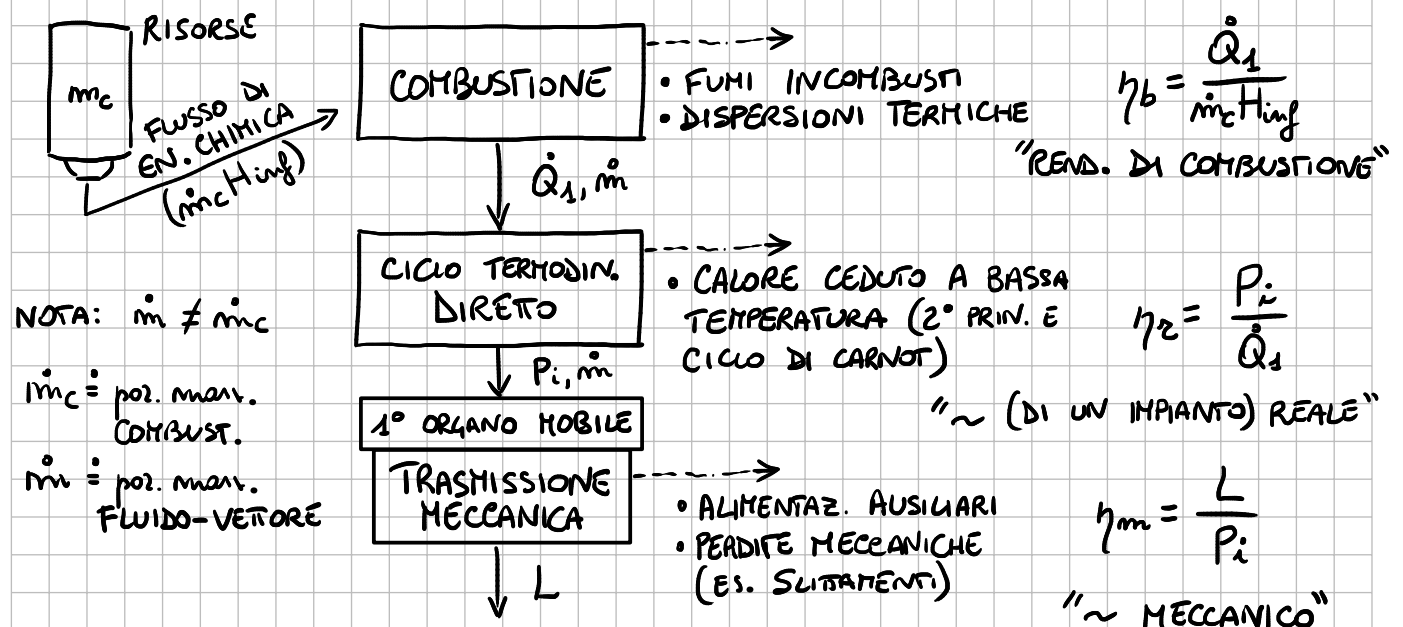
Definito "inferiore" perché presuppone che il vapore acqueo generato dalla reazione si disperda successivamente nell'ambiente, e dunque non tiene conto delle calorie di condensazione di questo.

DEFINIZIONE: C_s , "CONSUMO SPECIFICO"

$$C_s = \frac{m_c}{P_u} = \frac{\dot{m}_c}{\dot{P}_u} = \frac{1}{\eta \cdot H_{inf}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kJ}} \text{ oppure } \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \text{ se } P_u \text{ è en. elettrica} \right]$$

DIFENDE DAL COMBUSTIBILE

Definiti questi due indici di efficienza, studiamo la serie dei processi che si susseguono in un impianto motore termico: realizzeremo che il rendimento complessivo non è altro che il prodotto dei rendimenti dei singoli processi di questa catena, i quali hanno sempre un modo per dissipare parte dell'energia chimica teorica in ingresso (ricordiamo il Secondo Principio).



RENDIMENTO COMPRESSIVO:

$$\eta = \frac{L}{Q_c} = \frac{\dot{L}}{\dot{m} H_{inf}} = \frac{\dot{L}}{\dot{m} H_{inf}} \cdot \frac{\dot{Q}_1}{\dot{Q}_1} \cdot \frac{P_i}{P_i} = \eta_b \cdot \eta_e \cdot \eta_m$$

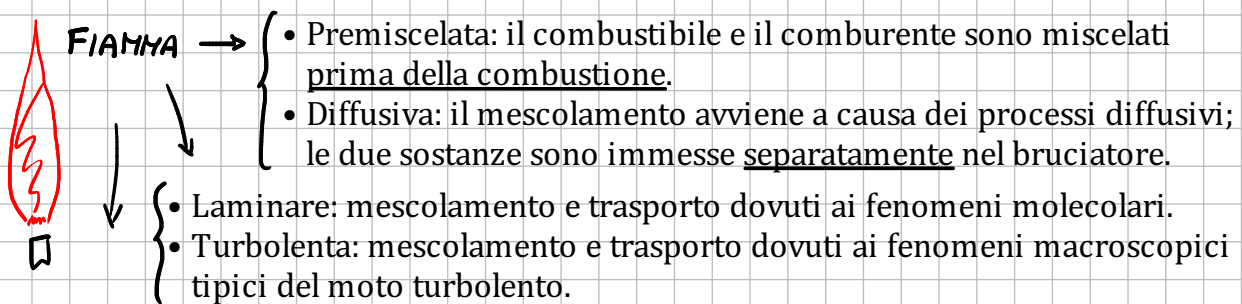
In un caso limite con fluido e macchine ideali, $\eta_e = \eta_c$

DEFINIZIONE: η_i , "RENDIMENTO INTERNO" $\rightarrow \eta_i = \frac{\eta_e}{\eta_c}$, $\eta_e \cdot \eta_i = \eta_c$

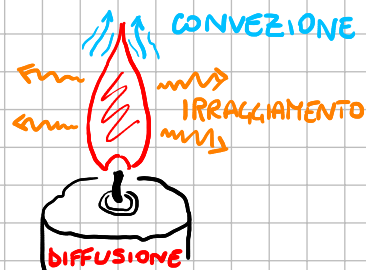
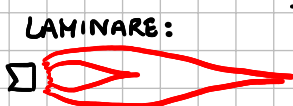
Dunque: $\eta = \eta_b \cdot \eta_e \cdot \eta_i \cdot \eta_m$ NOTA: per il Teorema di Carnot

$$\eta \leq \eta_c \leq \eta_e \leq \eta_i \leq \eta_{Carnot}$$

CENNI SULLA COMBUSTIONE



- Stazionaria: velocità di avanzamento del fronte di fiamma costante.
- Non stazionaria: self-explanatory.



COMPONENTI DI UNA FIAMMA:

O_2, N_2, CO_2, H_2O , vapori di combustione, ecc...
TUTTI IDONEI al modello di GAS IDEALE

Dalla legge dei gas ideali:

$$pV = nR_0T \rightarrow \frac{p_i}{p} = \frac{v_i}{v} = y_i \frac{M_m}{M_{m,i}} = x_i \quad \text{con: } y_i = \left(\frac{m_i}{\sum m_i} \right) \quad x_i = \left(\frac{n_i}{\sum n_i} \right)$$

$$R_0 \approx 8,313 \text{ J/molK}$$

dove:

y_i = frazione massica componente i-esimo

x_i = frazione molare componente i-esimo

R di una miscela qualsiasi:

$$mR = mR_0 \rightarrow R = \frac{R_0}{\sum_i (x_i \cdot M_{m,i})} = \sum_i (y_i \cdot M_{m,i})$$

Grandezze specifiche medie di una miscela qualsiasi:

$$u = \sum_i x_i u_i \quad h = \sum_i x_i h_i \quad s = \sum_i x_i s_i \quad c = \sum_i x_i c_i$$

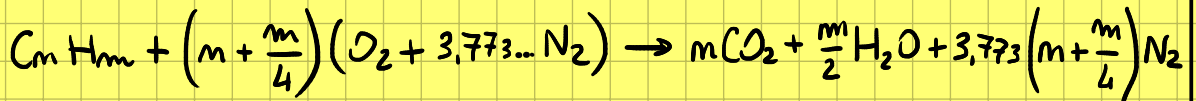
MISCELA ARIA-COMBUSTIBILE

ARIA \approx O_2 (22%) + N_2 (78%), $M_m = 32$ e 28 rispettivamente.

COMBUSTIBILE = MISCELA DI IDROCARBURI $C_m H_m$ (o $C_m H_m O_p$ nel caso degli alcool)

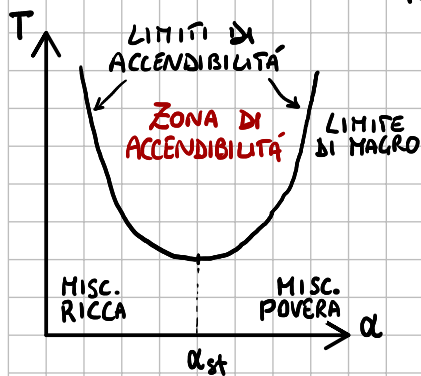
$$y = \frac{m}{m}$$

COMBUST. IDEALE:



DEFINIZIONE: α_{st} , "RAPPORTO DI MISCELA STECHIOMETRICO" $\rightarrow \frac{ARIA}{COMBUST.} \Big|_{st}$

$$\alpha_{st} = \frac{A}{F} \Big|_{st} = \frac{(1 + y/4)(32 + 3,773 \cdot 28)}{12,011 + 1,008 y} \approx \frac{34,56 (4 + y)}{12,011 + 1,008 y}$$



Per $T > 2200 K$ si tenga conto della dissociazione di CO_2 e H_2O

DEFINIZIONE: $\Phi = \frac{\alpha_{st}}{\alpha} \rightarrow \lambda = \Phi^{-1} = \frac{\alpha}{\alpha_{st}}$

$\lambda < 1$, MISCELA RICCA

L'aria non è sufficiente a mantenere la combustione. Non vale più la formula generica, perché al posto di CO_2 e H_2O si formano rispettivamente CO (tossico e infiammabile) e H_2 (altamente infiammabile), oltre a N_2 .

$\lambda = 1$, MISCELA STECHIOMETRICA
Miscela ottimale.

$\lambda > 1$, MISCELA POVERA

Si raggiungono temperature di fiamma più basse.

COMBUSTIONE ED EFFETTO SERRA

Quanta CO_2 è prodotta dalla combustione dipende da n/m .

I reg. combustibili danno contributi decrescenti all'Effetto Serra:

- CARBONE ($n/m = 0$)
- NAFTA PESANTE
- CHEROSENÉ
- BENZINA ($n/m \approx 0,5$)
- METANO ($n/m = 0,25$)
- IDROGENO ($n = 0$)