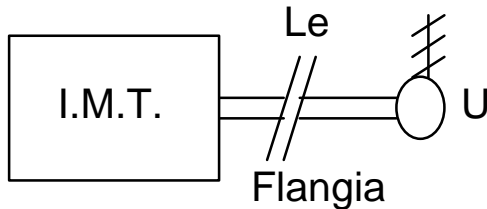


## MISURA DEL RENDIMENTO GLOBALE DI UNA MACCHINA TERMICA

Il discorso che faremo riguarda qualsiasi impianto da quello a vapore a un impianto a gas, a un impianto combinato ecc. Consideriamo, in prima approssimazione, un impianto motore



termico come una scatola chiusa dalla quale fuoriesce un albero che sarà accoppiato sulla flangia con un utilizzatore. Il rendimento globale è dato dalla formula immediata:

$$h_g = \frac{\text{Lavoro specifico alla flangia}}{\text{Energia termica a disposizione}} = \frac{L_e}{H_i m_c}$$

$L_e$  = lavoro effettivo sulla flangia,  $H_i$  = potere calorifero inferiore,  $m_c$  = massa combustibile, naturalmente  $L_e = C \cdot \omega$ . Un osservatore messo sulla flangia di accoppiamento vede in definitiva quello che arriva fino alla fornitura di lavoro meccanico. Volendo esprimere il rendimento globale in termini di potenza basta moltiplicare e dividere il secondo membro della

$$h_g = \frac{P_e}{M_c H_i} \quad P_e: \text{Potenza} \quad M_c: \text{Portata}$$

Se noi seguiamo il flusso di energia dall'entrata fino alla fine possiamo scrivere

$$h_b = \frac{Q_i}{m_c H_i}$$

con  $Q_i$  = calore messo a disposizione alle sorgenti superiori. Per una turbina a gas il rendimento di combustione è molto vicino all'unità. Il rendimento reale invece è

$$h_r = \frac{L_r}{Q_i}$$

$L_r$  e  $P_r$  rappresentano l'energia complessiva per unità di tempo che viene trasmessa dal fluido alle superfici mobili. Tra  $P_r$  e  $P_e$  non esiste una identità in quanto dal lavoro messo a disposizione dal fluido occorre considerare le perdite che abbiamo nei cinematismi. Il rendimento meccanico invece è

$$h_m = \frac{L_e}{L_r} = \frac{P_e}{P_r}$$

ove  $L_e$  è il lavoro alla flangia mentre  $L_r$  è quello sulle superfici mobili. In generale il suo valore varia da circa uno per turbomacchine con cuscinetti di spinta opportuni ad un valore molto minore di uno per m.c.i. In definitiva possiamo scrivere

$$\eta_g = \eta_b \eta_m \eta_r = \eta_b \eta_m \eta_i \eta_l$$

ciascun termine esprime la storia della conversione energetica del fluido. Il rendimento trovato, valido in prima approssimazione, è chiamato rendimento globale brutto, vale se non vengono richieste precisioni molto alte. In sede di collaudo il fornitore dell'impianto è vincolato a mezzo punto percentuale. L'impianto motore termico non è come una scatola chiusa ma ha

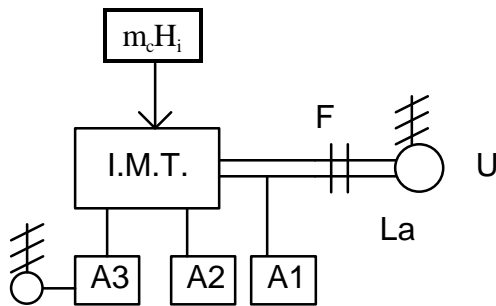
bisogno per il suo funzionamento degli accessori, macchine secondarie che richiedono energia. Questa potenza richiesta dagli accessori o ausiliari in sede di collaudo per quanto piccola deve essere messa in conto. Dobbiamo quindi passare dal rendimento semplice che abbiamo visto a quello pratico o rendimento globale corretto che tiene conto della connessione energetica dell'impianto con l'esterno. Gli ausiliari possono dividersi in 3 categorie a seconda della loro collocazione nell'impianto:

## RENDIMENTO GLOBALE CORRETTO

A<sub>1</sub> : Accessori collegati allo stesso albero, consumatori di energia meccanica.

A<sub>2</sub> : Accessori consumatori di energia termica (di solito motori diesel).

A<sub>3</sub> : Accessori o ausiliari consumatori di energia elettrica dalla rete esterna.



$$\zeta_{gc} = \frac{L_a}{m_c H_i + \sum_j \frac{E_j}{\eta^*} + \sum_k \lambda_k m_k H_{ik}}$$

$L_a = L_u - L_{A1}$                       lavoro specifico alla flangia A1

$\sum_j \frac{E_j}{\eta^*}$                       energia prelevata dalla rete A3

$\sum_k \lambda_k m_k H_{ik}$                       combustibile A2

$E_j$                       energia ai morsetti dei motori elettrici

$\eta^*$                       rendimento medio statistico della rete elettrica  $\cong 0.3$

$m_k$                       massa combustibile ausiliari

$\lambda_k$                       coefficiente di utilizzazione  $0 < \lambda < 1$

Naturalmente si può anche esprimere tutto in funzione della potenza (M è una portata)

$$h_{gc} = \frac{P_u - P_{A1}}{M_c H_i + \sum_j P_{el_j} + \sum_k \lambda_k M_k H_{ik}}$$

Dalla precedente formula possiamo avere dei valori del rendimento molto attendibili per valutare il rendimento globale con le specifiche contrattuali.