

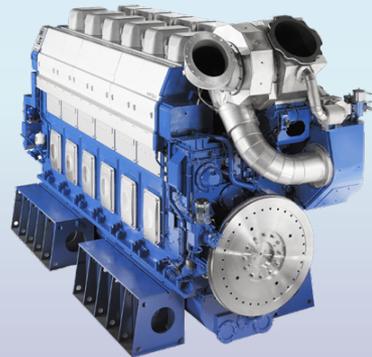


Università degli Studi di Napoli
"Parthenope"

Prof. Ivan Arsie
Motori a Combustione Interna

*Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria Gestionale*

Motori a Combustione Interna



Prof. Ivan Arsie

Email ivan.arsie@uniparthenope.it, Tel. 081.5476803, Stanza 628



Curve Caratteristiche e Prestazioni



La potenza dei MCI

- Formula della potenza
- Velocità media del pistone
- Lavoro indicato, PMI e PME
- Rendimento globale, indicato, organico
- Consumo specifico

Formula della potenza

$$P_u = \dot{m}_c H_i \eta_g$$

Potenza di un impianto motore termico

$$\alpha = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_c}$$

Rapporto aria-combustibile (rapporto di miscela)

$$\dot{m}_a = \dot{Q}_a \rho_a$$

Portata massica di aria pari al prodotto della portata volumetrica per la densità

$$\dot{Q}_a = \frac{Vn}{60\varepsilon}$$

Portata volumetrica pari al prodotto del volume "spazzato" (cilindrata totale) per il numero di fasi di aspirazione in un secondo.
Motori 4 tempi: $\varepsilon=2$ - Motori 2 tempi: $\varepsilon=1$

$$\rho_a = \rho_{amb} \lambda_v$$

Densità dell'aria nel cilindro (termine fase di aspirazione) espressa in funzione della densità ambiente e del "coefficiente di riempimento"



Formula della potenza

$$P_u = \dot{m}_c H_i \eta_g = \frac{\dot{m}_a}{\alpha} H_i \eta_g$$

$$P_u = \frac{Vn}{60\varepsilon} \rho_{amb} \lambda_v \frac{1}{\alpha} H_i \eta_g \quad [kW]$$

Variabili **geometriche**: sono definite in sede di progetto, e sono costanti per un dato motore.

Variabili **operative**: possono variare durante il funzionamento del motore.



Formula della potenza

Espressione della formula della potenza in funzione di altre grandezze note

$$P[kW] = \frac{V_t n}{60 \varepsilon} \rho_{amb} \lambda_v \frac{1}{\alpha} H_i \eta_g$$

$$P[kW] = \frac{V_t n}{\varepsilon} \rho_{amb} \lambda_v \frac{1}{\alpha} \frac{3600 \cdot 10^3}{SFC}$$

in funzione del consumo specifico SFC [g/kWh]

$$P[kW] = \frac{L_i z n}{60 \cdot 1000 \varepsilon} \eta_m = \frac{p_{mi} V_t n}{60 \cdot 1000 \varepsilon} \eta_m$$

in funzione del lavoro indicato L_i [J] o della p_{mi} [N/m²] = L_i / V_t

$$P[kW] = \frac{p_{me} V_t n}{60 \cdot 1000 \varepsilon}$$

in funzione della p_{me} [N/m²] = $L_u / V_t = p_{mi} \eta_m$

Coppia e Potenza

Combinando la formula della potenza con la relazione tra coppia, potenza e velocità angolare si può ottenere una relazione per la coppia motrice:

$$C = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{\frac{2\pi n}{60}} \quad [Nm]$$

$$P_u = \frac{Vn}{60\varepsilon} \rho_{amb} \lambda_v \frac{1}{\alpha} H_i \eta_g \quad [kW]$$

$$C = P_u \frac{60}{2\pi n} = \frac{V}{2\pi\varepsilon} \rho_{amb} \lambda_v \frac{1}{\alpha} H_i \eta_g \quad [kNm]$$

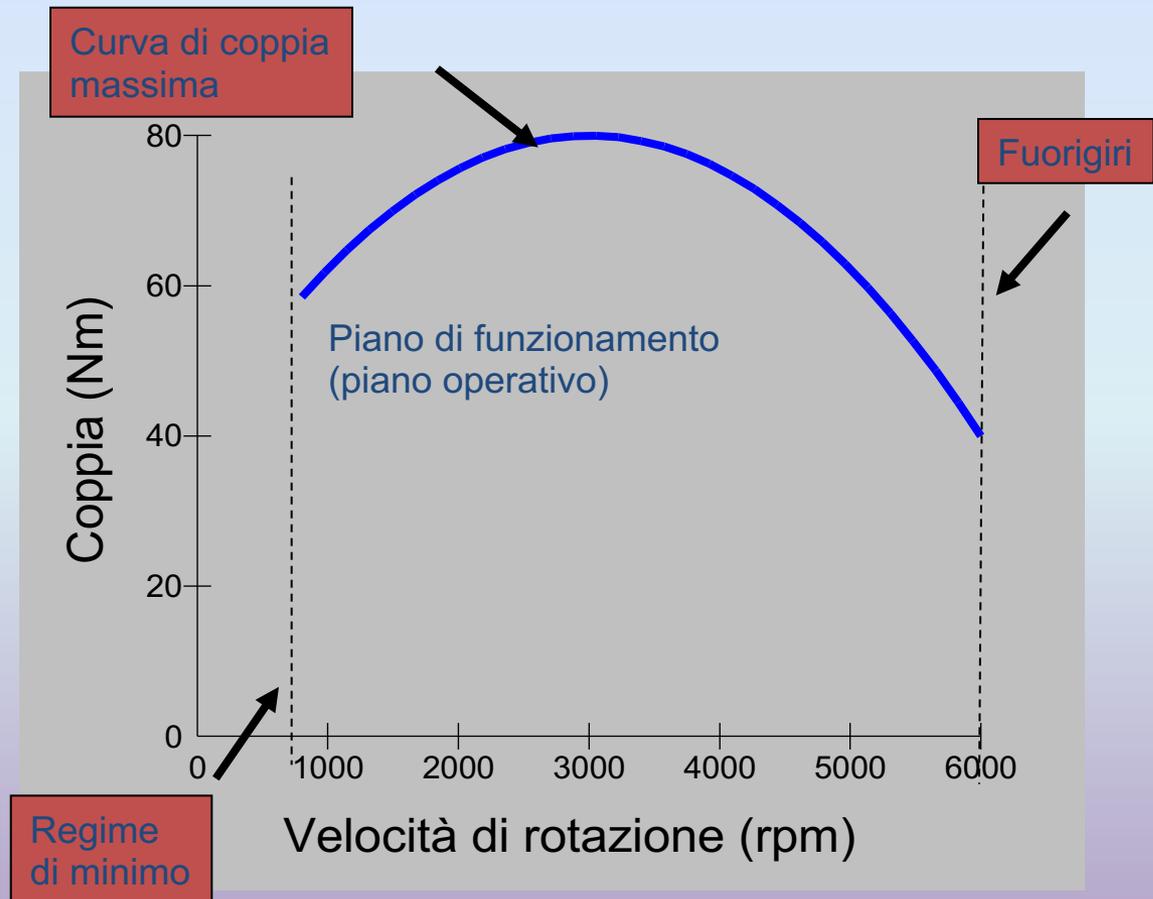
La coppia motrice non dipende esplicitamente dal numero di giri n , che può influire però sui valori di α , λ_v e η_g .

Curva caratteristica della coppia motrice

La regione di funzionamento è delimitata dal regime di minimo, dal regime di fuorigiri e dalla curva di coppia massima.

Al di sotto del regime di minimo, l'inerzia del motore e del volano non è sufficiente per accumulare l'energia necessaria a compiere le fasi passive. Anche la turbolenza in camera di combustione diventa insufficiente.

Al di sopra del regime di fuorigiri c'è una eccessiva crescita delle sollecitazioni meccaniche di origine inerziale. Si può inoltre avere rottura delle valvole.



Curve caratteristiche di coppia e potenza

$$P \propto Cn$$

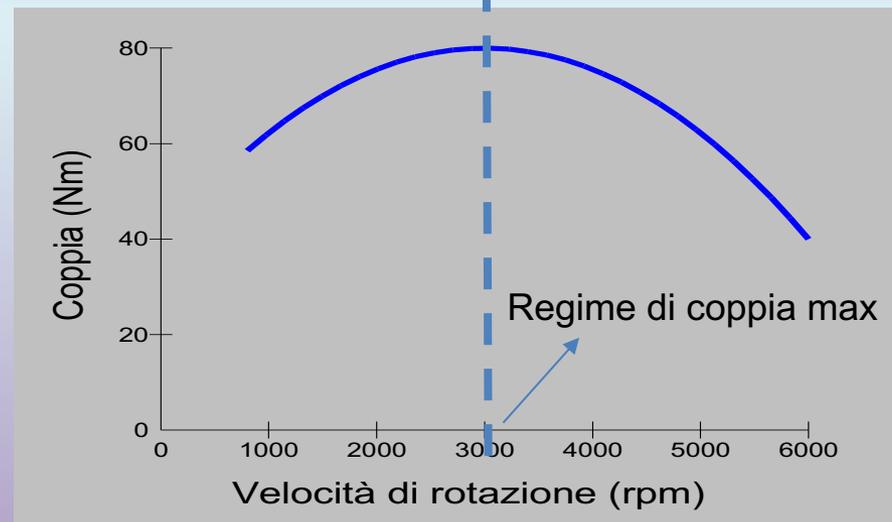
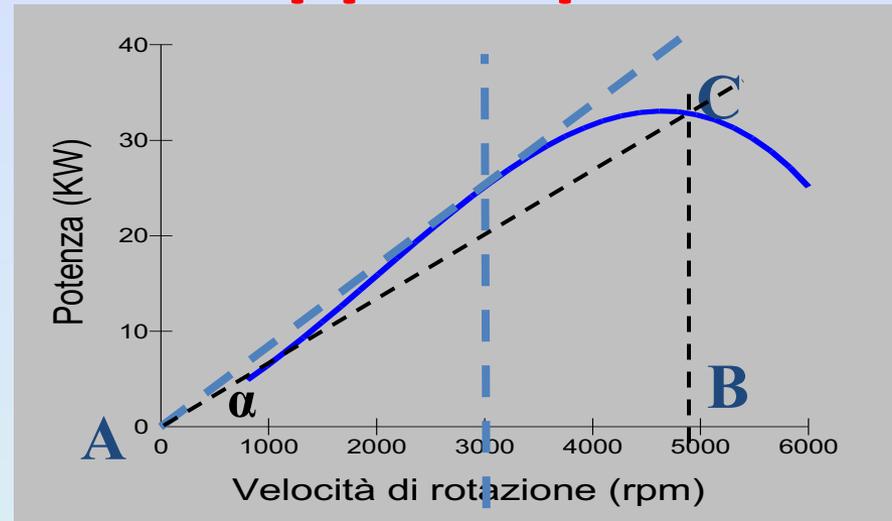
Dal triangolo ABC:

$$P = \overline{BC} = \overline{AB} \tan(\alpha) = n \tan(\alpha)$$

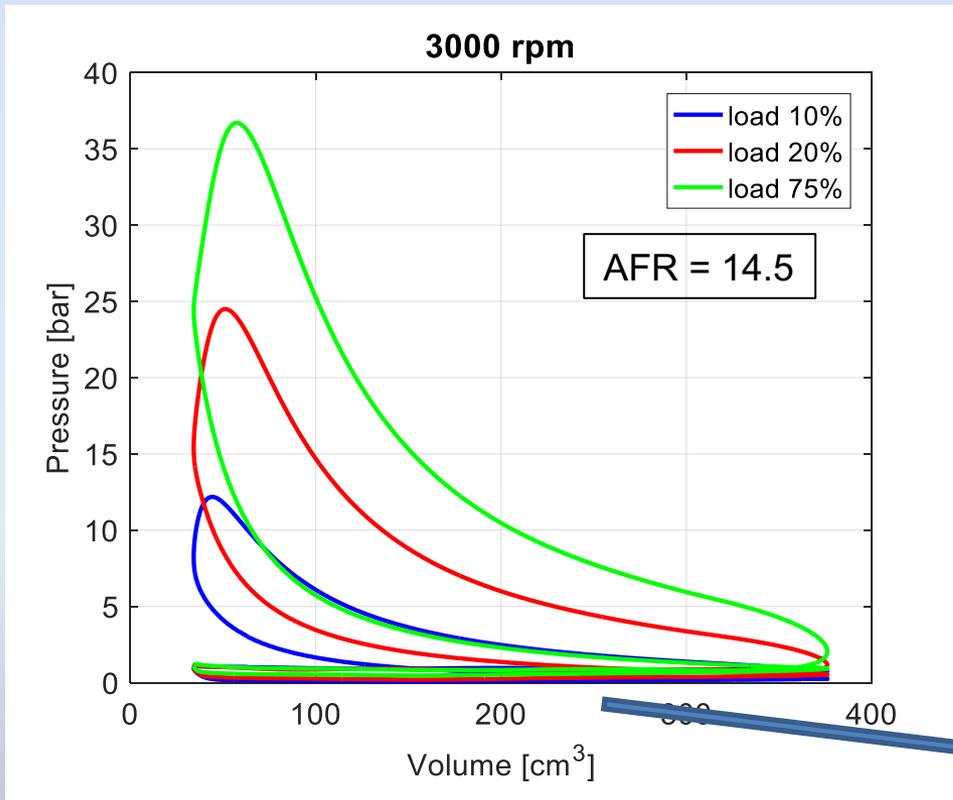
$$\Rightarrow C \propto \tan(\alpha)$$

Per ogni punto della curva di potenza, la coppia è proporzionale alla tangente dell'angolo α formato dall'asse delle ascisse con una retta passante per l'origine.

Il regime di coppia massima è caratterizzato dal massimo valore dell'angolo α , ed è individuato quindi dalla tangente alla curva di potenza passante per l'origine.



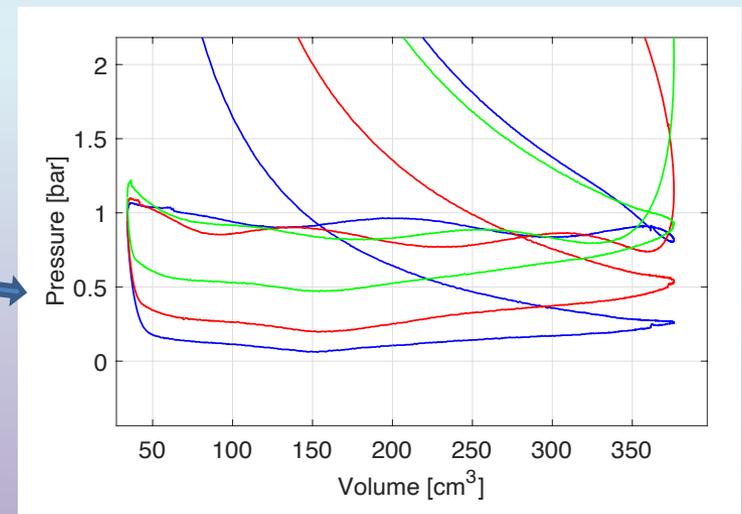
Regolazione Coppia / Potenza



Motore A.C.

$V_t = 1.4$ litri, PFI

- All'aumentare dell'apertura della valvola a farfalla la PME aumenta
- Aumenta la potenza a parità di regime di rotazione

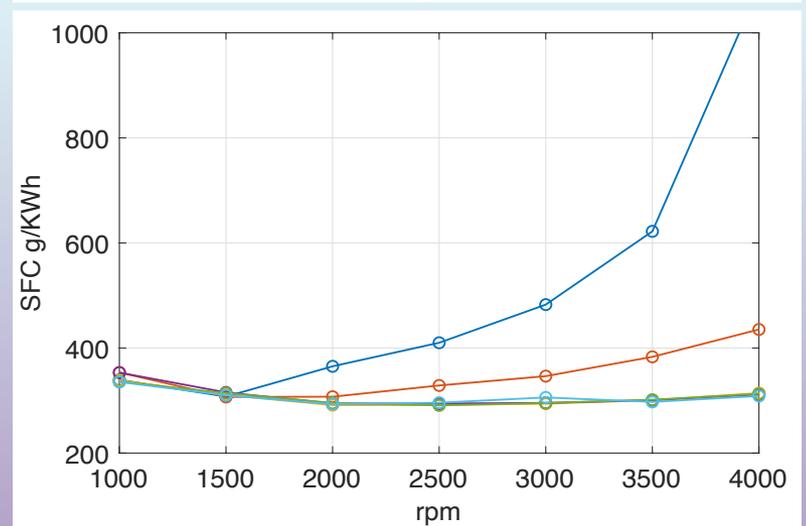
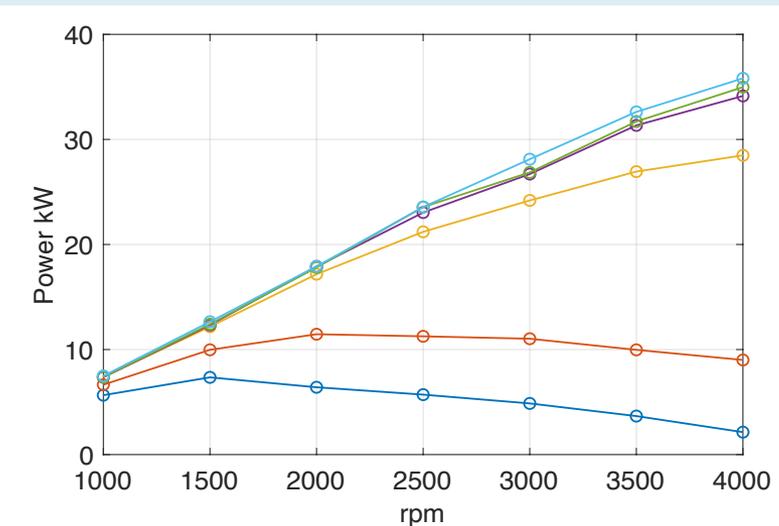
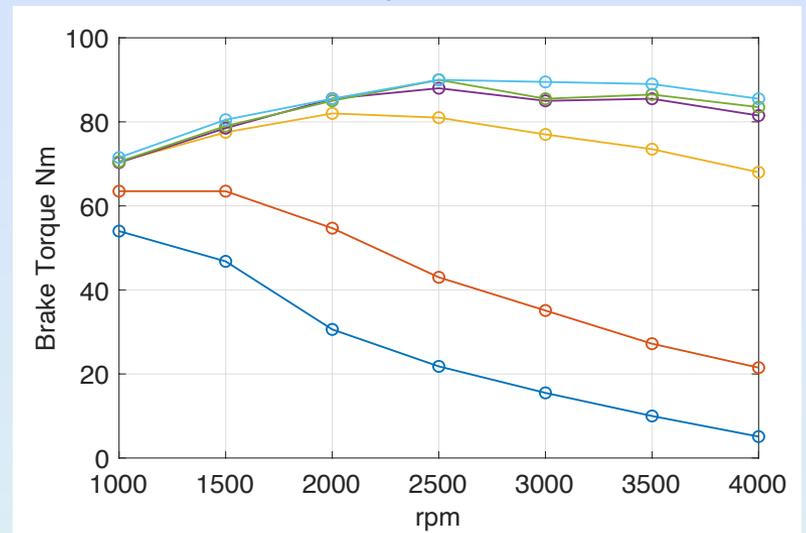
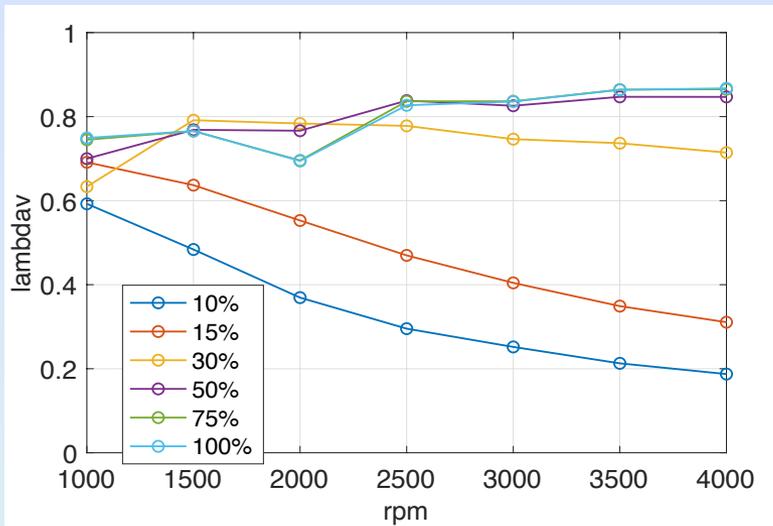


- All'aumentare dell'apertura della valvola a farfalla si riduce il lavoro di pompaggio

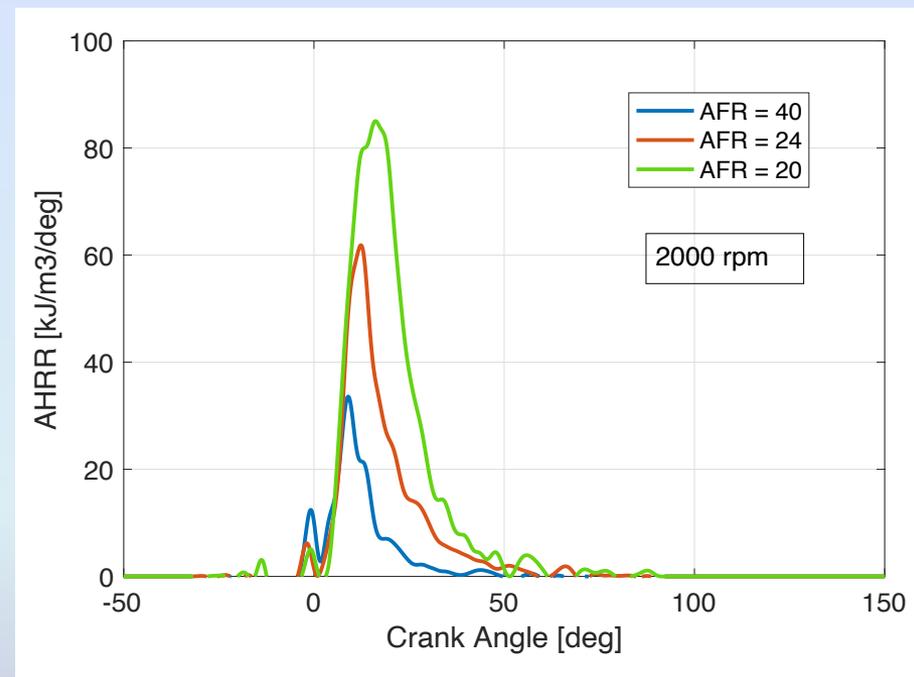
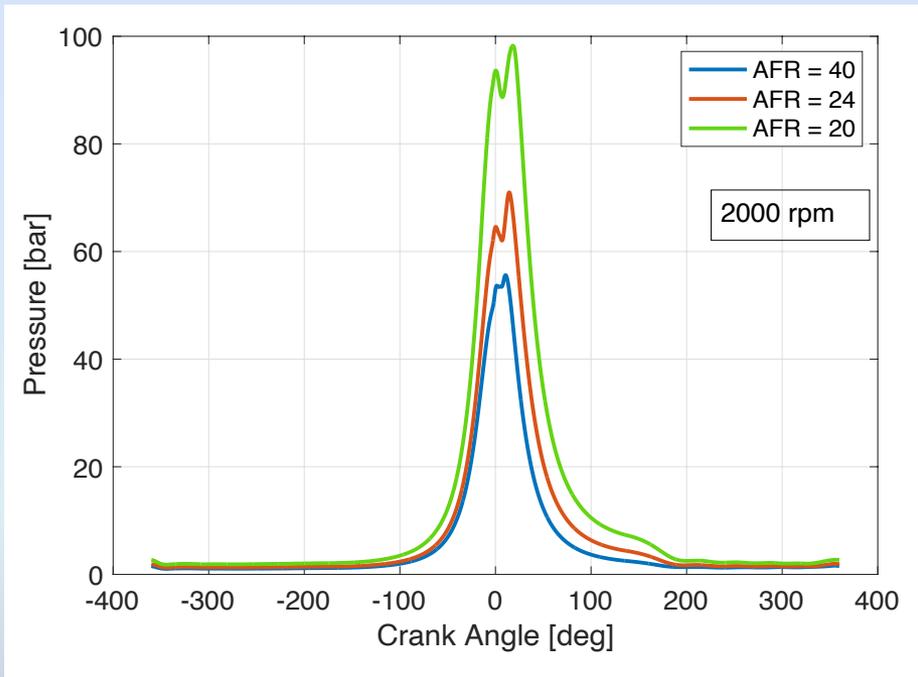


Curve Caratteristiche

Motore A.C.
 $V_t = 1.4$ litri, PFI

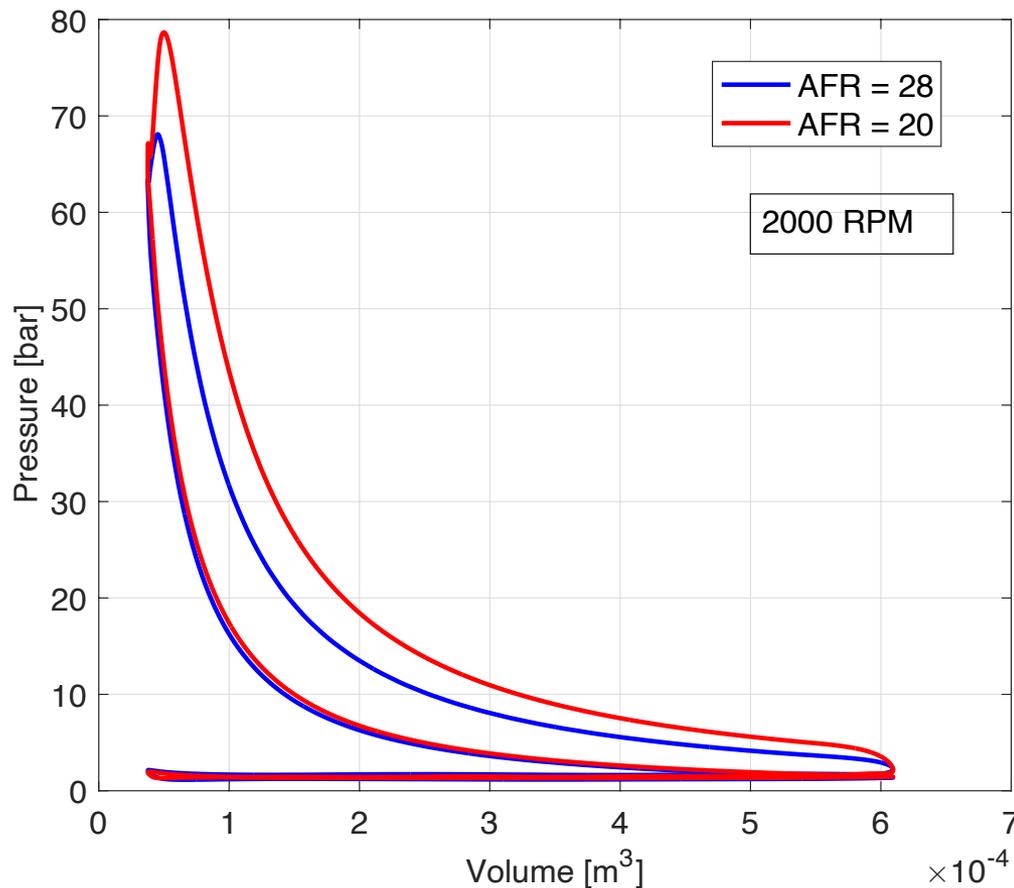


Regolazione Coppia/Potenza



Motore Diesel $V_t = 2.3$ litri
Common-Rail, VGT

Regolazione Coppia/Potenza

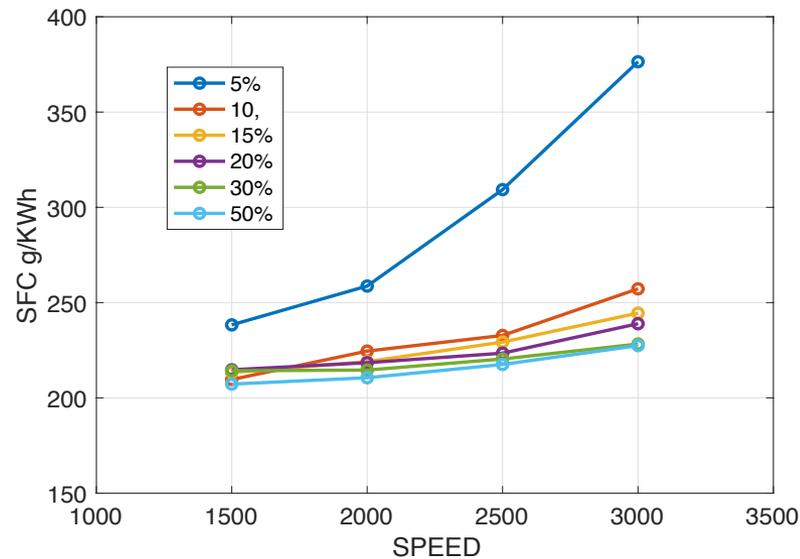
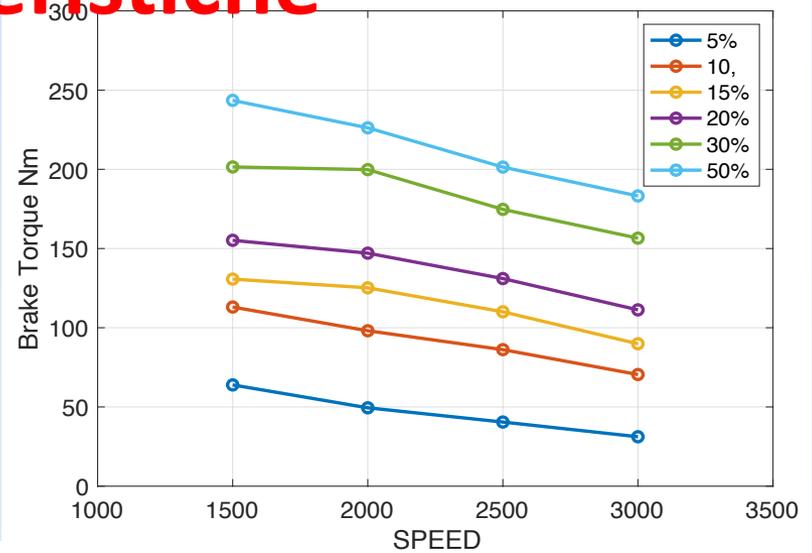
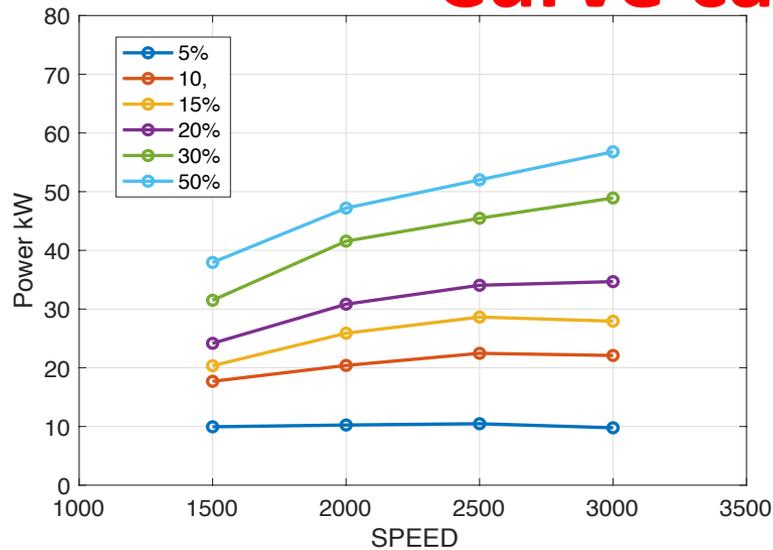


Motore Diesel $V_t = 2.3$ litri
Common-Rail, VGT

- Al ridursi di AFR aumenta la PME
- Aumenta la potenza a parità di regime di rotazione



Curve caratteristiche



Motore Diesel $V_t = 2.3$ litri
Common-Rail, VGT

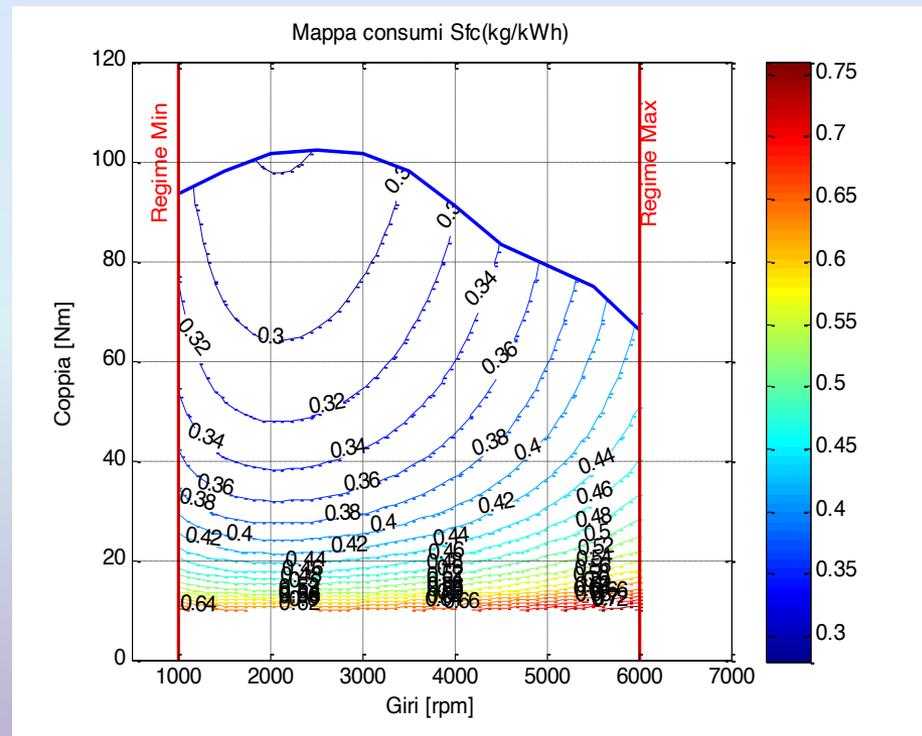
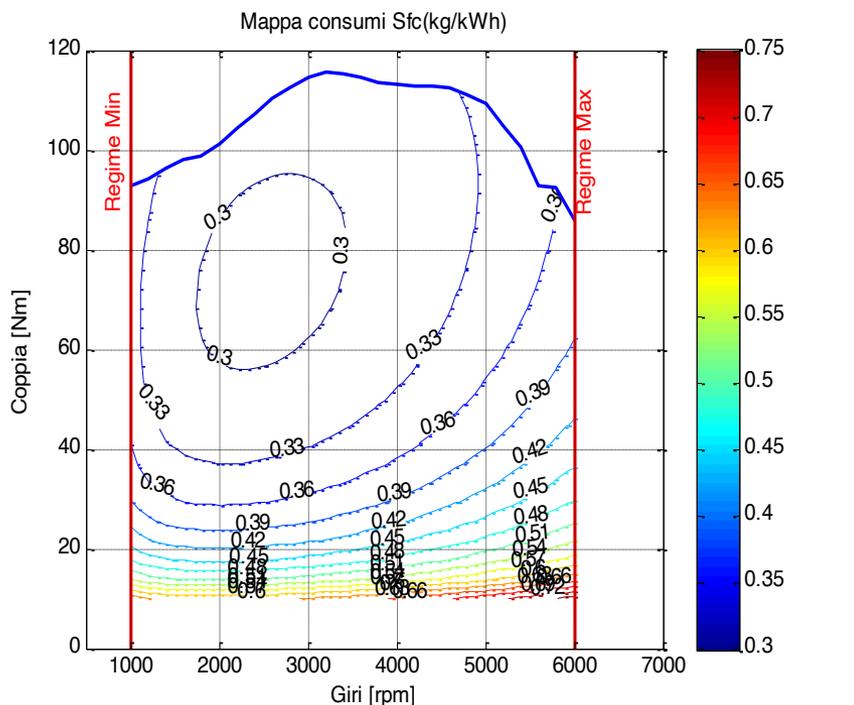


Mappe di Consumo Specifico

Motori a ciclo Otto

$V_t = 1.4$ litri

$V_t = 1.2$ litri

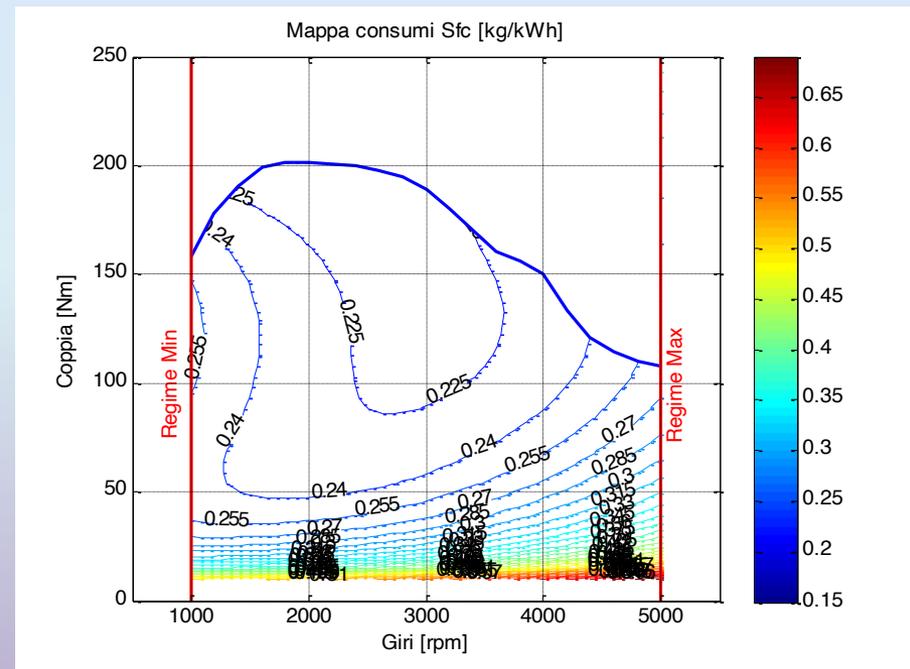
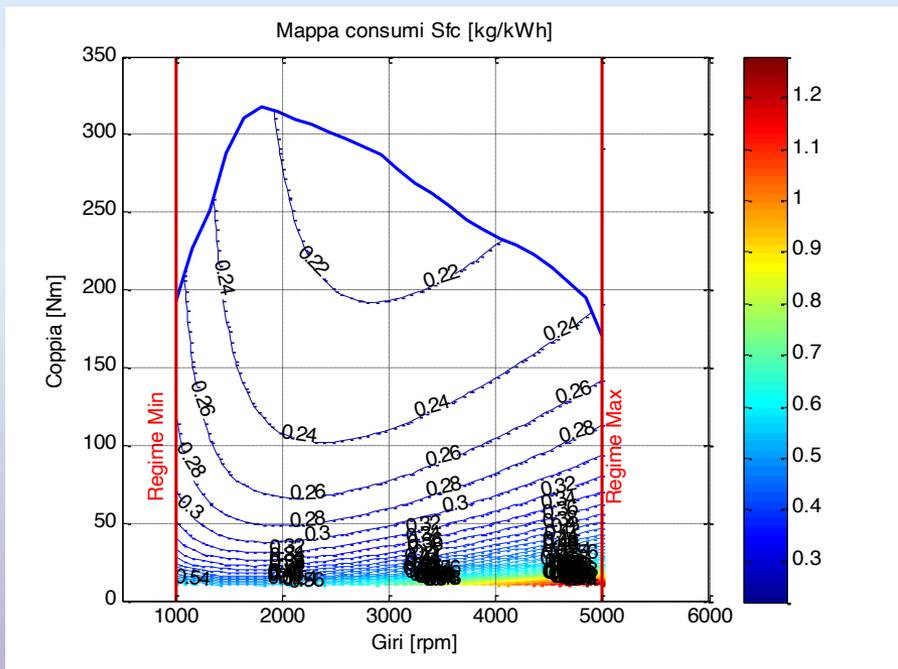


Mappe di Consumo Specifico

Motori a ciclo Diesel

$V_t = 1.9$ litri

$V_t = 1.3$ litri





Bibliografia

- G. Ferrari, «Motori a combustione interna». Società Editrice Esculapio.
- C. Pianese, G. Rizzo, «Dispense del corso di «Modellistica dei sistemi energetici e propulsivi». Università di Salerno.