

**Università degli Studi di Napoli
Federico II
Dipartimento di Meccanica ed Energetica**



Motori a Combustione Interna

**Il calcolo della Potenza dei
Motori a Combustione Interna Alternativi**

Prof. Mariano Migliaccio

a.a. 2012/13

POTENZA

NEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

Motore a c.i. : impianto motore primo termico

Energia termica → Lavoro meccanico

LAVORO MECCANICO

$$L_u = m_c H_i \eta_g \quad [kJ]$$

m_c massa di combustibile bruciato [kg]

H_i potere calorifico inferiore [kJ / kg]

η_g rendimento globale

POTENZA

EFFETTIVA ALL'ALBERO DEL MOTORE

$$P = \dot{m}_c H_i \eta_g \quad [kW]$$

\dot{m}_c portata di combustibile [kg / s]

H_i potere calorifico inferiore [kJ / kg]

η_g rendimento globale

RAPPORTO ARIA/COMBUSTIBILE

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

$$\dot{m}_a \quad \text{portata di aria} \quad [\text{kg} / \text{s}]$$

$$\dot{m}_c \quad \text{portata di combustibile} \quad [\text{kg} / \text{s}]$$

PORTATA TEORICA D'ARIA

$$\dot{m}_{at} = V_{tot} \frac{n}{60\varepsilon} \delta_a \quad [\text{kg} / \text{s}]$$

$$n \quad \text{numero di giri} \quad [\text{giri} / \text{min}]$$

$$\varepsilon \begin{cases} \rightarrow 1 & \text{motore 2 tempi} \\ \rightarrow 2 & \text{motore 4 tempi} \end{cases}$$

PORTATA TEORICA D'ARIA

$$\dot{m}_{at} = \frac{\pi D^2}{4} s \cdot i \frac{n}{60 \varepsilon} \delta_a$$

[kg / s]

COEFFICIENTE DI RIEMPIMENTO

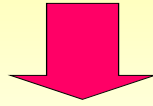
$$\lambda_v = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_{at}}$$

$\lambda_{v\max} \cong 0.80 \div 0.90$ motore aspirato

$\lambda_{v\max} > 1$ motore sovralimentato

PORTATA EFFETTIVA D'ARIA

$$\dot{m}_a = \dot{m}_{at} \lambda_v$$

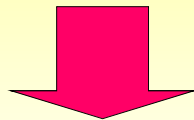


$$\dot{m}_a = V_{tot} \frac{n}{60\varepsilon} \delta_a \lambda_v$$

[kg/s]

PORTATA DI COMBUSTIBILE

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

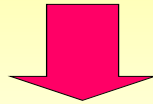


$$\dot{m}_c = V_{tot} \frac{n}{60\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha}$$

[kg/s]

POTENZA

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



$$P = V_{tot} \frac{n}{60\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} H_i \eta_g$$

$[kW]$ $[m^3]$ $[s^{-1}]$ $[kg/m^3]$ $[kJ/kg]$

CONSUMO SPECIFICO DI COMBUSTIBILE

$$c_s = \frac{\dot{m}_c 3600}{P} \quad [kg/kWh]$$

$$P = \dot{m}_c H_i \eta_g \quad \downarrow \quad P = \frac{\dot{m}_c 3600}{c_s}$$

$$\eta_g = \frac{3600}{c_s H_i}$$

$c_s [kg/kWh]$
 $H_i [kJ/kg]$

POTENZA

$$P = \frac{\dot{m}_c 3600}{c_s}$$

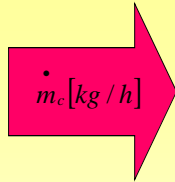
$$= V_{tot} \frac{n}{60\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{3600}{c_s} =$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s} \quad [kW]$$

POTENZA - SISTEMA TECNICO

Se $H_i [kcal / kg]$

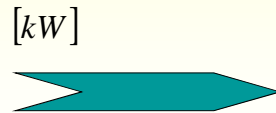
e $c_s [kg / kWh]$



$$P = \dot{m}_c H_i \eta_g \quad [kcal / h]$$

$$P = \frac{\dot{m}_c H_i}{860} \eta_g \quad [kW] \quad (1kW = 860kcal / h)$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{H_i}{860} \eta_g \quad [kW]$$



$$\eta_g = \frac{860}{c_s H_i}$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s} \quad [kW]$$

POTENZA - SISTEMA TECNICO

Se H_i [kcal / kg]

e c_s [kg / CVh]

\dot{m}_c [kg / h]

$$P = \dot{m}_c H_i \eta_g \quad [\text{kcal / h}]$$

$$P = \frac{\dot{m}_c H_i}{632} \eta_g \quad [\text{CV}] \quad (1\text{CV} = 632\text{kcal / h})$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{H_i}{632} \eta_g \quad [\text{CV}]$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s} \quad [\text{CV}]$$

$$\eta_g = \frac{632}{c_s H_i}$$

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s}$$

**MOTORI AD
ACCENSIONE PER
COMPRESSIONE**

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

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_m \lambda_v}{(\alpha + 1)} \frac{1}{c_s}$$

**MOTORI AD
ACCENSIONE
COMANDATA**

$$\dot{m}_{mix} = \dot{m}_a + \dot{m}_c$$

$$\alpha + 1 = \frac{\dot{m}_a + \dot{m}_c}{\dot{m}_c}$$

ERRORE

commesso adoperando la

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s}$$

invece che la

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_m \lambda_v}{(\alpha+1)} \frac{1}{c_s}$$

per i motori ad accensione comandata

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \lambda_v}{\alpha} \frac{1}{c_s}$$

CALCOLO
ERRORE %

$$P = V_{tot} \frac{n60}{\varepsilon} \frac{\delta_m \lambda_v}{(\alpha+1)} \frac{1}{c_s}$$

$$e = \frac{\frac{\delta_a}{\alpha} - \frac{\delta_m}{\alpha+1}}{\frac{\delta_m}{\alpha+1}} \cdot 100 = \left[\frac{\delta_a}{\alpha} \frac{\alpha+1}{\delta_m} - 1 \right] \cdot 100$$

$$v_m = \frac{v_a \dot{m}_a + v_c \dot{m}_c}{\dot{m}_a + \dot{m}_c} = \frac{v_a \cdot \alpha + v_c}{\alpha+1}$$

→

$$\delta_m = \frac{\alpha+1}{\frac{\alpha}{\delta_a} + \frac{1}{\delta_c}}$$

$$e = \left[\frac{\delta_a}{\alpha} \cdot \frac{\alpha+1}{\alpha+1} \cdot \left(\frac{\alpha}{\delta_a} + \frac{1}{\delta_c} \right) - 1 \right] \cdot 100 = \frac{\delta_a}{\alpha \cdot \delta_c} \cdot 100$$

CALCOLO DELL'ERRORE %

a pari T e p si ha:
$$\frac{\delta_a}{\delta_c} = \frac{(m)_a}{(m)_c}$$

$$e = \left[\frac{\delta_a}{\alpha} \cdot \frac{\alpha+1}{\alpha+1} \cdot \left(\frac{\alpha}{\delta_a} + \frac{1}{\delta_c} \right) - 1 \right] \cdot 100 = \frac{\delta_a}{\alpha \cdot \delta_c} \cdot 100$$

$$e = \frac{(m)_a}{\alpha \cdot (m)_c} \cdot 100$$

ESEMPI DI CALCOLO DELL'ERRORE

$$e = \frac{(m)_a}{\alpha \cdot (m)_c} \cdot 100$$

1° CASO : ALIMENTAZIONE CON EPTANO C_7H_{16} :

$$(m)_a \approx 29 ; (m)_c = 100 ; \quad \alpha = \alpha_{St} = 15,1$$

$$e = \frac{29}{15,1 \cdot 100} \cdot 100 \approx 1,9\%$$

2° CASO : ALIMENTAZIONE CON METANO CH_4 :

$$(m)_a \approx 29 ; (m)_c = 16 ; \quad \alpha = \alpha_{St} = 17,17$$

$$e = \frac{29}{17,17 \cdot 16} \cdot 100 \approx 10\%$$

3° caso : ALIMENTAZIONE CON METANOLO ($\text{CH}_3\text{-OH}$) :

$$(m)_a \approx 29 ; (m)_c = 32 ; \alpha = \alpha_{st} = 6,74 ;$$

$$e = \frac{29}{6,74 \cdot 32} \cdot 100 \approx 1,3\% ;$$

$$e = \frac{(m)_a}{\alpha \cdot (m)_c} \cdot 100$$

4° caso : ALIMENTAZIONE CON GPL COSTITUITO DAL 20% DI PROPANO C_3H_8 E DAL 80% DI BUTANO C_4H_{10}

$$(m)_a = 29 ; (m)_c = 44 \cdot 0,2 + 58 \cdot 0,8 = 55,2 ;$$

$$\alpha = \alpha_{st} = 15,485 ;$$

$$e = \frac{29}{15,485 \cdot 55,2} \cdot 100 = 3,39\% ;$$

ALTRE ESPRESSIONI DELLA POTENZA

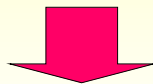
$$L_i \text{ [J]} ; p_{mi} \text{ [N/m}^2\text{]} ; V = \frac{\pi}{4} D^2 s \text{ [m}^3\text{]} ;$$

$$P_i = L_i \cdot i \cdot \frac{n}{60 \cdot 1000 \cdot \varepsilon} \text{ [kW]} ; \quad n \text{ [giri/min]} ;$$

$$P = P_i \cdot \eta_m = L_i \cdot i \cdot \frac{n}{6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon} \cdot \eta_m \text{ [kW]} ;$$

$$P = V \cdot p_{mi} \cdot i \cdot \frac{n}{6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon} \cdot \eta_m = V_z \cdot p_{mi} \cdot \frac{n}{6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon} \eta_m \text{ [kW]}$$

$$p_{me} = p_{mi} \cdot \eta_m$$



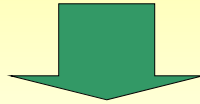
$$P = V_z \cdot p_{me} \cdot \frac{n}{6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon} \text{ [kW]} ;$$

$$P = \frac{M_t \cdot \omega}{1000} \text{ [kW]}$$

$$P = V_t \cdot p_{me} \cdot \frac{n}{6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon} \text{ [kW]};$$

$$M_t \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

$$\omega \text{ [rad/s]}$$



$$p_{me} = 6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon \cdot \frac{P}{V_t \cdot n} \text{ [N/m}^2\text{]} = 6 \cdot 10^4 \cdot \varepsilon \frac{M_t \cdot 2\pi n}{60 \cdot 1000 \cdot V_t \cdot n}$$

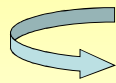
$$p_{me} = 2\pi \varepsilon \frac{M_t}{V_t} \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$P = \frac{V_t \cdot p_{me} \cdot n}{450 \cdot \varepsilon} \text{ [CV]}$$

$$P \text{ [CV]}$$

$$V_t \text{ [l]}$$

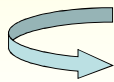
$$p_{me} \text{ [kp/cm}^2\text{]}$$



$$p_{me} = 450 \varepsilon \frac{P}{V_t \cdot n}$$

$$P = \frac{M_t \cdot \omega}{75} \text{ [CV]}$$

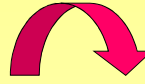
$$M_t \text{ [mKp]}$$



$$P = M_t \cdot \frac{2\pi n}{60 \cdot 75} = \frac{M_t \cdot n}{716,2} \text{ [CV]}$$

$$p_{me} = 0,63 \varepsilon \frac{M_t}{V_t} \text{ [kp/cm}^2\text{]};$$

La potenza ottenibile da un motore a c.i. dipende da condizioni ambientali (temperatura, pressione, umidità)



FORMULE DI CORREZIONE DELLA POTENZA ESPRESSIONI ANALITICHE

per calcolare le prestazioni ottenibili in determinate condizioni di riferimento (a partire da un motore in condizioni attuali)

Pressione influisce su δ_a con proporzionalità diretta

Temperatura influisce su δ_a con proporzionalità inversa

λ_v con proporzionalità diretta con esponente 1/2

FORMULE DI CORREZIONE CIMAC

Dati sperimentali: λ_v circa proporzionale a $\sqrt{T_a}$

$$P = V_t \cdot \frac{n \cdot 60}{\varepsilon} \frac{\delta_a \cdot \lambda_v}{\alpha \cdot c_s}$$

$$M_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \equiv \frac{\delta_a \cdot \lambda_v}{\delta_{a0} \cdot \lambda_{v0}} \equiv \frac{p_a}{T_a} \cdot \frac{T_{a0}}{p_{a0}} \cdot \sqrt{\frac{T_a}{T_{a0}}} = \frac{p_a}{p_{a0}} \cdot \sqrt{\frac{T_{a0}}{T_a}} \quad (1)$$

Posto $\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{P_{e0}}{P_{i0}}$ PUÒ ANCORA PORSI :

$$P_{e0} = P_{i0} - P_p ; \quad P_p = P_{i0} - P_{e0} = \frac{P_{e0}}{\eta_m} - P_{e0} = P_{e0} \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

$$P_e = P_i - P_p = P_i - P_{e0} \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) = M_i P_{i0} - P_{e0} \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) =$$

$$= M_i \frac{P_{e0}}{\eta_m} - P_{e0} \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) = P_{e0} \left[\frac{M_i}{\eta_m} - \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) \right] ;$$

DA CUI SI DERIVE :

$$\mu_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{\mu_i}{\eta_m} - \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) ;$$

DA CUI (1) SI HA ALLORA :

$$\mu_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{P_a}{P_{a0}} \sqrt{\frac{T_{a0}}{T_a}} \frac{1}{\eta_m} - \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

PONENDO $\varphi = \frac{P_a}{P_s}$; $P_a = \varphi P_s$; $\frac{P_a}{P_{a0}} = \frac{B - \varphi P_s}{B_0 - \varphi_0 P_{s0}}$ SI HA :

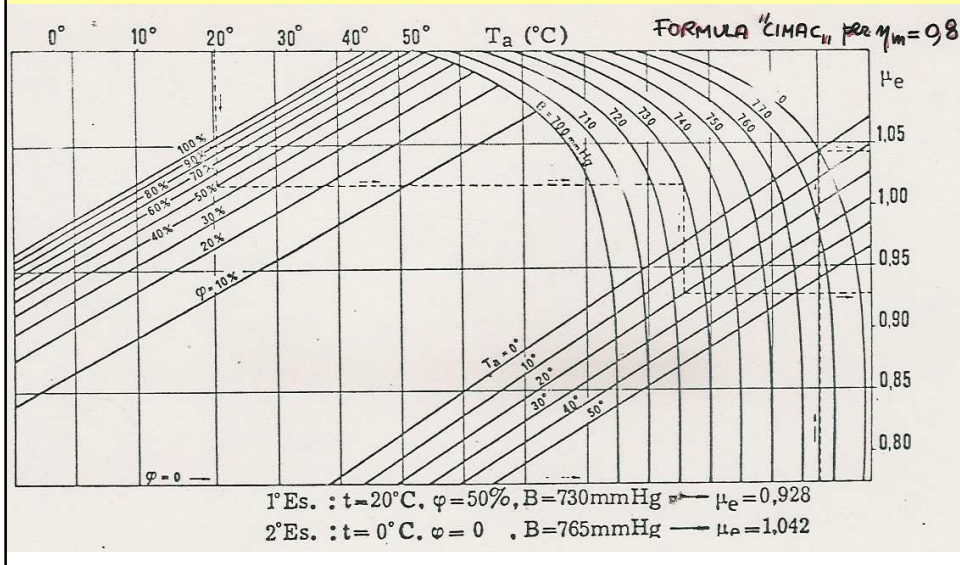
$$\mu_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B - \varphi P_s}{B_0 - \varphi_0 P_{s0}} \sqrt{\frac{T_{a0}}{T_a}} \cdot \frac{1}{\eta_m} - \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right)$$

VALIDA PER I MOTORI AD ACC. COMAND. CON $B_0 = 760 \text{ mmHg}$
 $T_{a0} = 288 \text{ K}$; $\varphi_0 = 0\%$ -

PER I MOTORI DIESEL ASPIRATI SI HA :

$$\mu_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B - \varphi P_s}{B_0 - \varphi_0 P_{s0}} \left(\frac{T_{a0}}{T_a} \right)^{0,75} \cdot \frac{1}{\eta_m} - \left(\frac{1}{\eta_m} - 1 \right) ;$$

FORMULE DI CORREZIONE CIMAC



FORMULE DI CORREZIONE ISO o DIN

$$T_{20} = 298 \text{ K} ; \quad B_0 = 1000 \text{ mbar} ; \quad t_2 = (10 \div 35^\circ\text{C}) ;$$

$$M_e = (0,96 \div 1,04) ;$$

$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \left(\frac{B}{1000} \right) \cdot \left(\frac{298}{T_2} \right)^{0,5} \quad \underline{\text{MCI AD ACC. COMANDATA}}$$

$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \left(\frac{B}{1000} \right)^{0,65} \cdot \left(\frac{298}{T_2} \right)^{0,5} \quad \underline{\text{MCI DIESEL ASPIRATI}}$$

FORMULE DI CORREZIONE CEE

$$T_{20} = 298 \text{ K} ; \quad p_{20} = 990 \text{ mbar} ; \quad M_e = (0,94 \div 1,04) ;$$

$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B - \varphi P_s}{990} \left(\frac{298}{T_2} \right)^{0,5} \quad \underline{\text{MCI AD ACC. COMAND.}}$$

$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B - \varphi P_s}{990} \cdot \left(\frac{298}{T_2} \right)^{0,7} \quad \underline{\text{MCI DIESEL ASPIRATI}}$$

FORMULE DI CORREZIONE CUNA

Commissione Tecnica Unificazione Autoveicolo

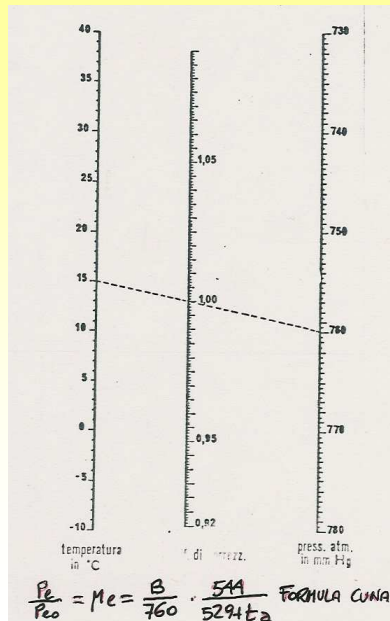
1) $T_{a0} = 293 \text{ K}; B_0 = 760 \text{ mm Hg};$

$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B}{760} \left(\frac{293}{T_a} \right)^{0,5} \quad \underline{\text{MCI AD ACC. COMANDATA}}$$

1) $t_{a0} = 15^\circ\text{C}; B_0 = 760 \text{ mm Hg};$

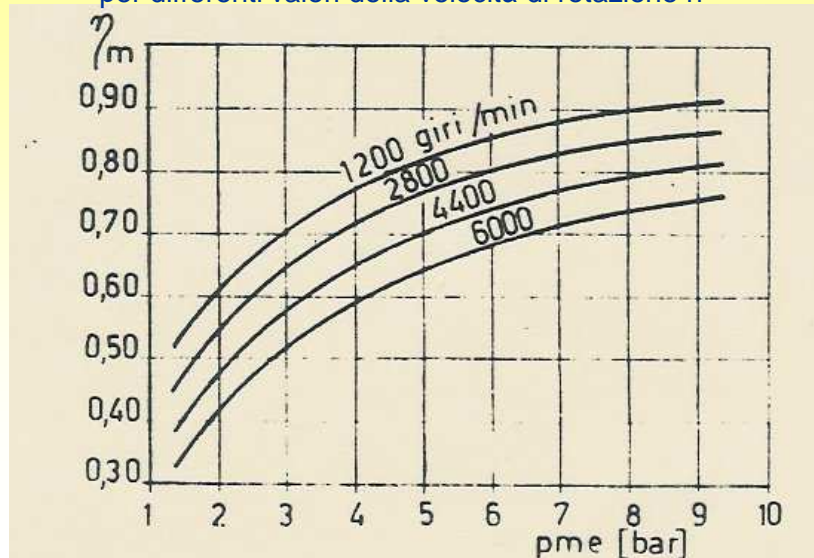
$$M_e = \frac{P_e}{P_{e0}} = \frac{B}{760} \cdot \frac{529 + 15}{529 + t_a} \quad \underline{\text{MCI AD ACC. COMANDATA}}$$

FORMULE DI CORREZIONE CUNA



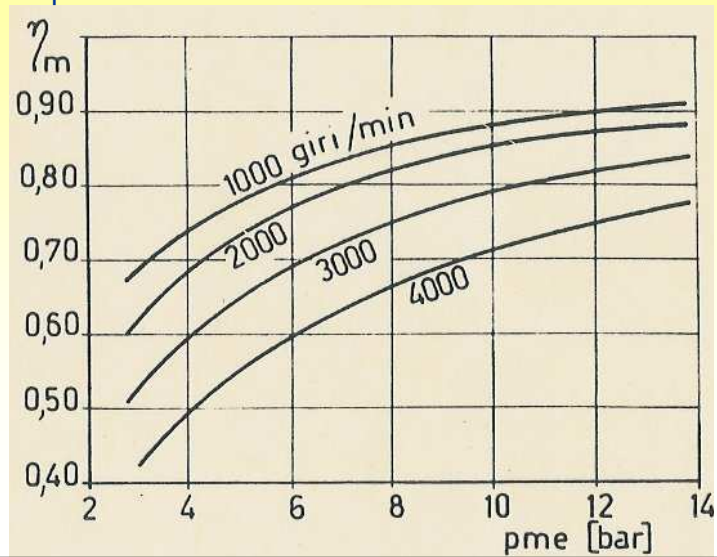
Andamento del **rendimento meccanico** di
motori ad accensione comandata

al variare della pme
per differenti valori della velocità di rotazione n



Andamento del **rendimento meccanico** di
motori ad accensione per compressione

al variare della pme
per differenti valori della velocità di rotazione n



**Valori in percentuale del rendimento meccanico di
motori ad accensione comandata**
per differenti valori della velocità di rotazione n e della pme

giri min	p m e [kPa]																				
	138	179	221	262	303	345	386	414	455	496	538	579	620	662	689	731	772	813	855	896	938
800	53,6	60,4	65,7	69,9	73,3	76,1	78,4	79,8	81,6	83,2	84,6	85,8	86,9	87,8	88,4	89,3	90,0	90,7	91,3	91,9	92,4
1200	51,9	58,8	64,1	68,4	71,8	74,7	77,1	78,5	80,4	82,0	83,4	84,7	85,8	86,8	87,4	88,3	89,1	89,8	90,4	91,0	91,6
1600	50,2	57,1	62,5	66,8	70,3	73,2	75,7	77,1	79,0	80,7	82,2	83,5	84,6	85,7	86,3	87,2	88,0	88,8	89,4	90,1	90,6
2000	48,5	55,4	60,8	65,1	68,7	71,6	74,2	75,6	77,6	79,3	80,9	82,2	83,4	84,5	85,2	86,1	86,9	87,7	88,4	89,0	89,6
2400	46,8	53,7	59,1	63,4	67,0	70,0	72,6	74,1	76,1	77,9	79,5	80,9	82,1	83,2	83,9	84,8	85,7	86,5	87,2	87,9	88,5
2800	45,1	51,9	57,3	61,7	65,3	68,4	71,0	72,6	74,6	76,4	78,0	79,4	80,7	81,9	82,6	83,6	84,5	85,3	86,0	86,7	87,4
3200	43,5	50,2	55,6	60,0	63,6	66,7	69,4	70,9	73,0	74,9	76,5	78,0	79,3	80,5	81,2	82,2	83,1	84,0	84,8	85,5	86,2
3600	41,8	48,5	53,8	58,2	61,9	65,0	67,7	69,3	71,4	73,3	75,0	76,5	77,8	79,0	79,8	80,8	81,8	82,6	83,4	84,2	84,9
4000	40,2	46,8	52,1	56,5	60,2	63,3	66,0	67,6	69,8	71,7	73,4	74,9	76,3	77,5	78,3	79,4	80,3	81,2	82,1	82,8	83,5
4400	38,6	45,1	50,3	54,7	58,4	61,6	64,3	65,9	68,1	70,1	71,8	73,3	74,7	76,0	76,8	77,9	78,9	79,8	80,6	81,4	82,2
4800	37,1	43,4	48,7	53,0	56,7	59,9	62,6	64,2	66,4	68,4	70,2	71,7	73,2	74,5	75,3	76,4	77,4	78,3	79,2	80,0	80,8
5200	35,6	41,8	47,0	51,3	55,0	58,1	60,9	62,5	64,8	66,8	68,5	70,1	71,6	72,9	73,7	74,8	75,9	76,8	77,7	78,5	79,3
5600	34,2	40,3	45,4	49,6	53,3	56,4	59,2	60,9	63,1	65,1	66,9	68,5	70,0	71,3	72,1	73,3	74,3	75,3	76,2	77,1	77,8
6000	32,8	38,8	43,8	48,0	51,6	54,8	57,5	59,2	61,4	63,4	65,2	66,9	68,4	69,7	70,5	71,7	72,8	73,8	74,7	75,6	76,4

Tab. XV.1 — Valori in percentuale del rendimento meccanico η_m di motori ad accensione comandata per differenti valori della velocità di rotazione n [giri/min] e della pme [kPa].

**Valori in percentuale del rendimento meccanico di
motori ad accensione per compressione**
per differenti valori della velocità di rotazione n e della pme

giri min.	p m e [kPa]																	
	276	345	414	483	538	607	676	745	813	869	938	1006	1075	1131	1200	1268	1324	1379
800	67,4	72,1	75,6	78,4	80,2	82,0	83,5	84,8	85,9	86,7	87,6	88,3	89,0	89,5	90,0	90,5	90,9	91,2
1000	66,9	71,7	75,2	78,0	79,8	81,7	83,2	84,5	85,7	86,4	87,3	88,1	88,8	89,2	89,8	90,3	90,7	91,0
1200	66,1	70,9	74,6	77,4	79,2	81,1	82,7	84,1	85,2	86,0	86,9	87,7	88,4	88,9	89,5	90,0	90,4	90,7
1400	65,1	70,0	73,7	76,5	78,4	80,4	82,0	83,4	84,6	85,4	86,4	87,2	87,9	88,4	89,0	89,6	89,9	90,3
1600	63,8	68,8	72,5	75,5	77,5	79,5	81,2	82,6	83,9	84,7	85,7	86,5	87,3	87,8	88,5	89,0	89,4	89,8
1800	62,3	67,4	71,2	74,3	76,3	78,4	80,2	81,7	83,0	83,9	84,9	85,8	86,6	87,1	87,8	88,4	88,8	89,2
2000	60,6	65,8	69,8	72,9	75,0	77,2	79,0	80,6	81,9	82,9	84,0	84,9	85,7	86,3	87,0	87,6	88,1	88,5
2200	58,8	64,1	68,1	71,4	73,6	75,8	77,8	79,4	80,8	81,8	82,9	83,9	84,8	85,4	86,1	86,8	87,3	87,7
2400	56,9	62,2	66,4	69,8	72,0	74,4	76,4	78,1	79,5	80,6	81,8	82,8	83,7	84,4	85,1	85,8	86,3	86,8
2600	54,8	60,3	64,6	68,0	70,3	72,8	74,8	76,6	78,2	79,3	80,5	81,6	82,6	83,3	84,1	84,8	85,4	85,9
2800	52,8	58,3	62,6	66,2	68,6	71,1	73,3	75,1	76,7	77,9	79,2	80,3	81,3	82,1	82,9	83,7	84,3	84,8
3000	50,7	56,2	60,7	64,3	66,7	69,4	71,6	73,5	75,2	76,4	77,8	79,0	80,0	80,8	81,7	82,6	83,2	83,7
3200	48,6	54,2	58,7	62,3	64,9	67,6	69,9	71,9	73,6	74,9	76,3	77,5	78,7	79,5	80,5	81,3	82,0	82,6
3400	46,6	52,1	56,6	60,4	62,9	65,7	68,1	70,2	72,0	73,3	74,8	76,1	77,3	78,1	79,1	80,0	80,7	81,3
3600	44,5	50,1	54,6	58,4	61,0	63,8	66,3	68,4	70,3	71,7	73,2	74,6	75,8	76,7	77,7	78,7	79,4	80,1
3800	42,5	48,1	52,6	56,4	59,1	62,0	64,5	66,7	68,6	70,0	71,6	73,0	74,3	75,2	76,3	77,3	78,0	78,7
4000	40,6	46,1	50,7	54,5	57,2	60,1	62,6	64,9	66,9	68,3	69,9	71,4	72,7	73,7	74,9	75,9	76,7	77,4

$$P = M_t \cdot \omega \quad [W] \quad \text{con } M_t [N \cdot m] \text{ e } \omega [\text{rad/s}]$$

$$\begin{aligned} \text{A) } P &= \frac{M_t \cdot \omega}{1000} [kW] = \frac{M_t \cdot 2\pi \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{F \cdot b \cdot 2\pi \cdot n}{60 \cdot 1000} = \\ &\approx \frac{F \cdot b \cdot n}{9550} = \frac{F \cdot 0,955 \cdot n}{9550} = \frac{F \cdot n}{10000} \end{aligned}$$

AVENDO SCELTO $b = 0,955 \text{ m}$ E MISURANDO
 F IN $[N]$ ed n IN $[giri/min]$.

$$\text{B) } P = \frac{M_t \cdot \omega}{75} [CV]; \quad M_t [kg \cdot m]; \quad \omega [\text{rad/s}];$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{M_t \cdot 2\pi \cdot n}{60 \cdot 75} = M_t \cdot \frac{n}{716,2} = F \cdot b \cdot \frac{n}{716,2} = \\ &= F \cdot 0,7162 \cdot \frac{n}{716,2} = \frac{F \cdot n}{1000} \end{aligned}$$

CON F IN $[kg]$ e $b = 0,7162 \text{ m}$;