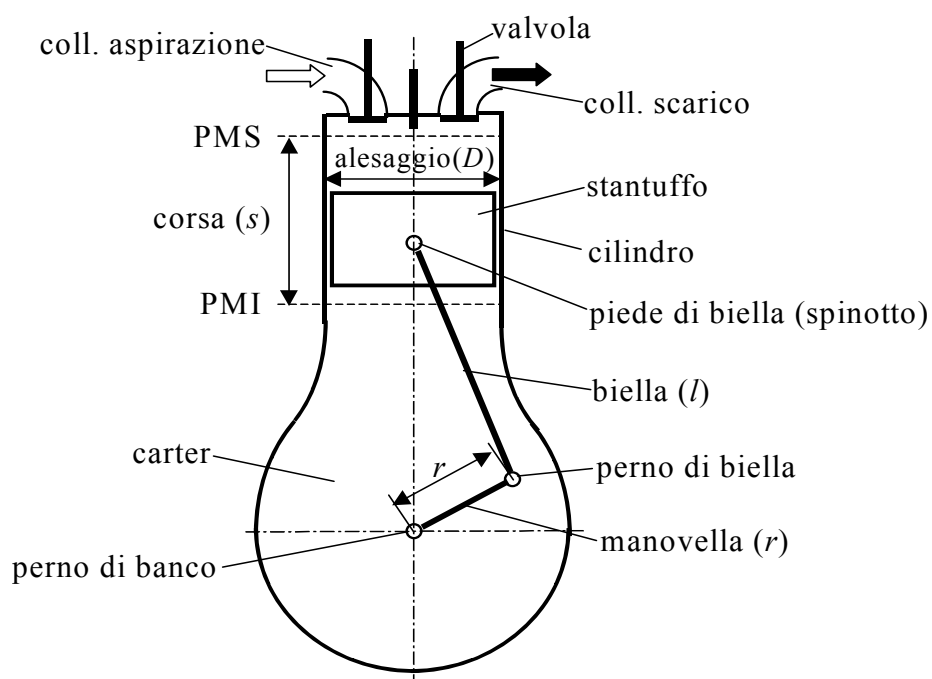
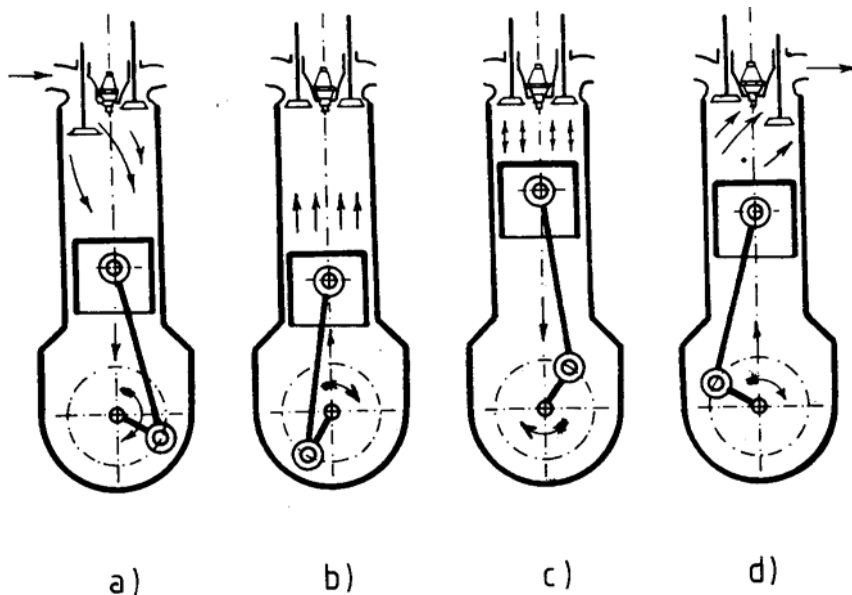


MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA VOLUMETRICI

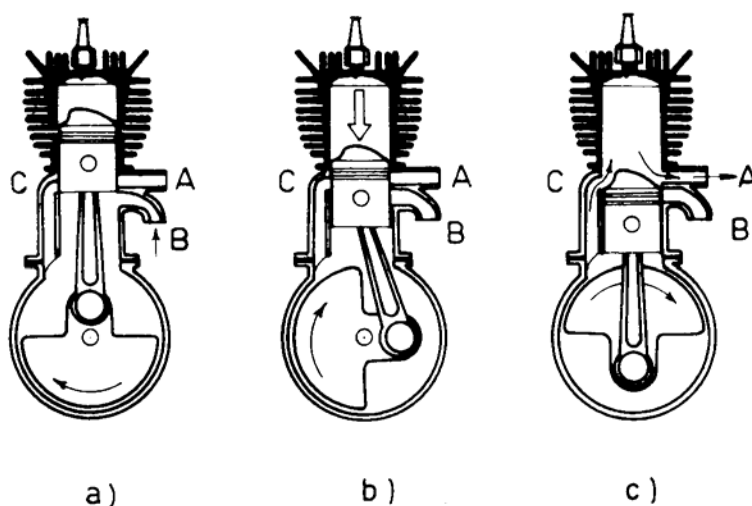
DENOMINAZIONI



MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA FUNZIONAMENTO



Fasi del funzionamento di un MCI quattro tempi ad accensione comandata:
a) aspirazione; b) compressione; c) combustione ed espansione; d) scarico.



Fasi del funzionamento di un MCI due tempi ad accensione comandata:
a) aspirazione nel carter e compressione nel cilindro; b) combustione ed espansione;
d) scarico e riempimento del cilindro (lavaggio).

DIAGRAMMI INDICATI CHIUSI DEGLI MCI VOLUMETRICI ALTERNATIVI

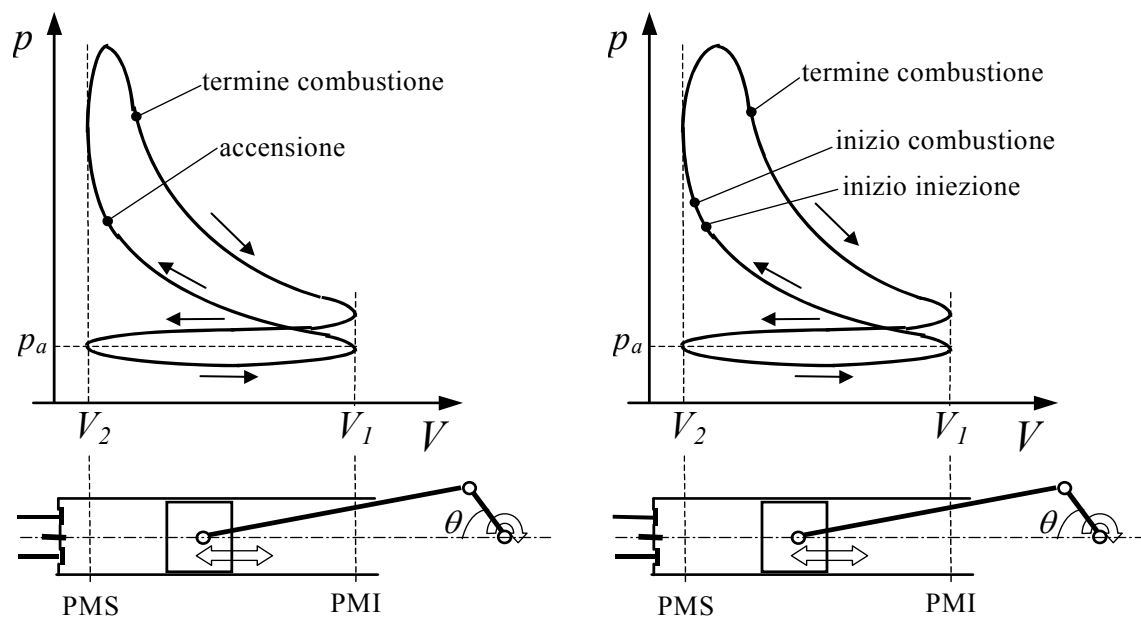


Diagramma indicato 'chiuso' di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi. Diagramma indicato 'chiuso' di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

DIAGRAMMI INDICATI APERTI DEGLI MCI VOLUMETRICI ALTERNATIVI

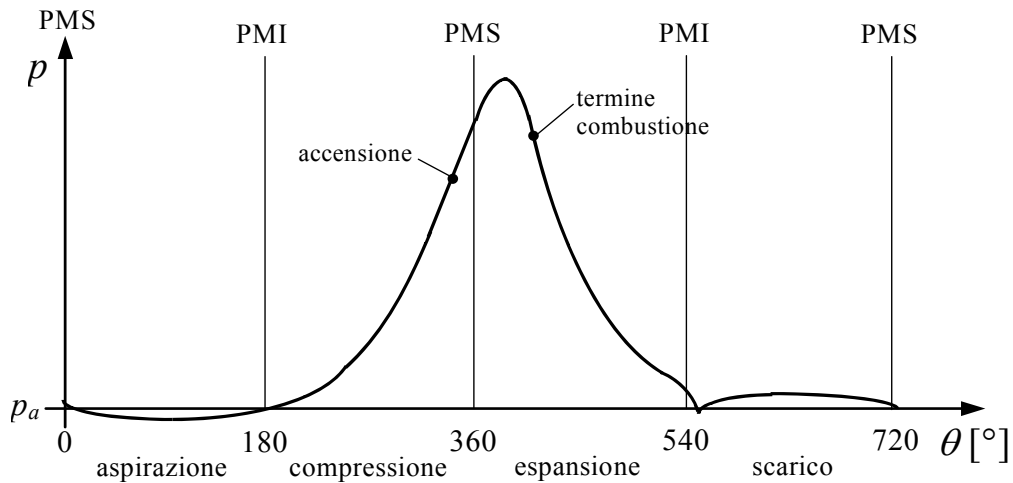


Diagramma indicato 'aperto' di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

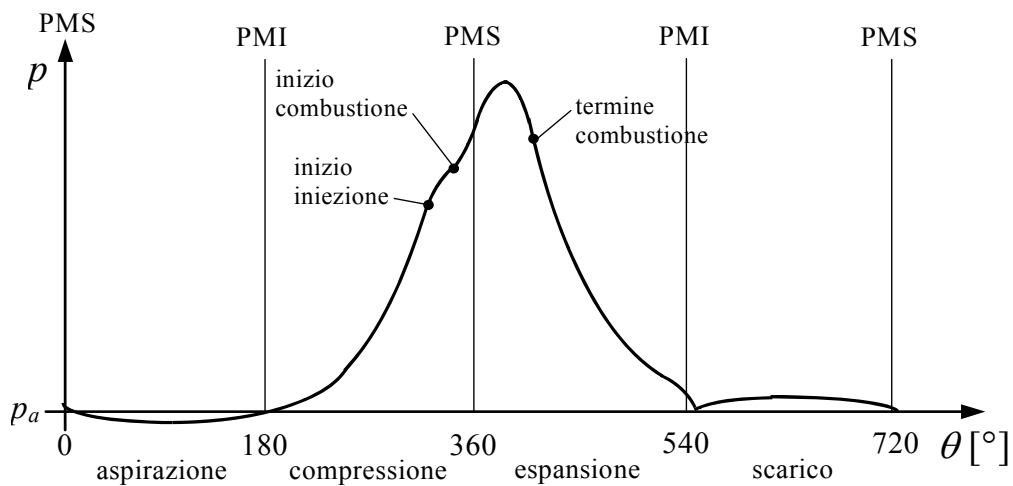
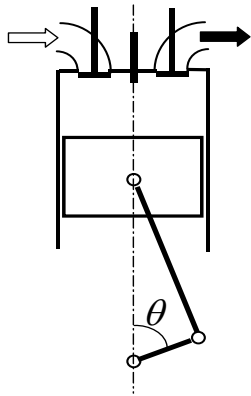


Diagramma indicato 'aperto' di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

DIAGRAMMI POLARI DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI MCI VOLUMETRICI ALTERNATIVI



Vista in sezione del cilindro di un MCI ad accensione comandata.

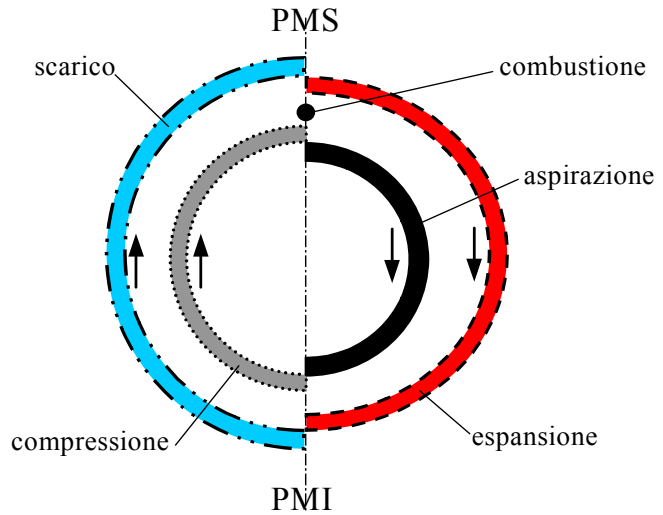


Diagramma polare della distribuzione MCI ideale di MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

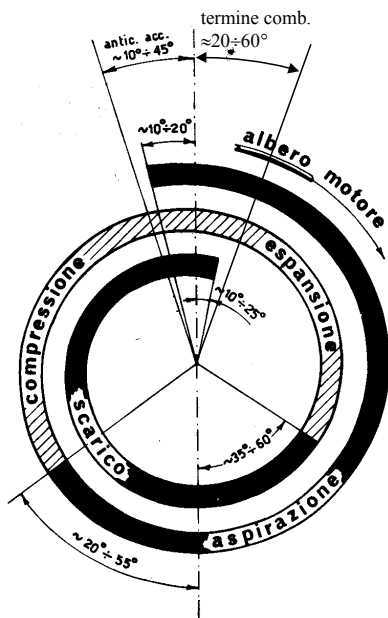


Diagramma polare della distribuzione di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

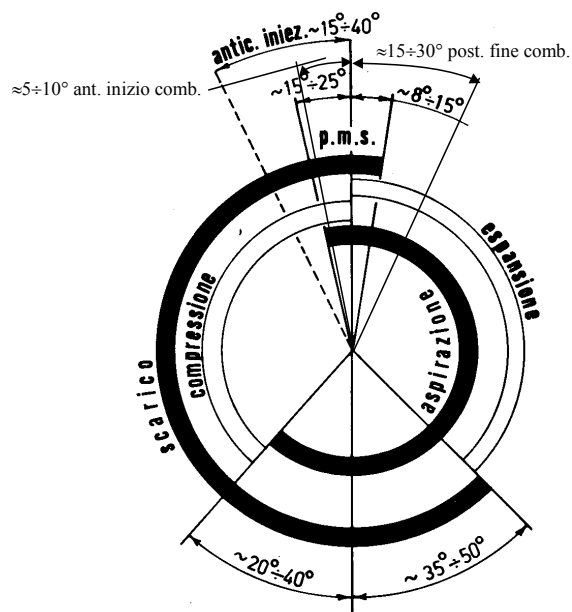
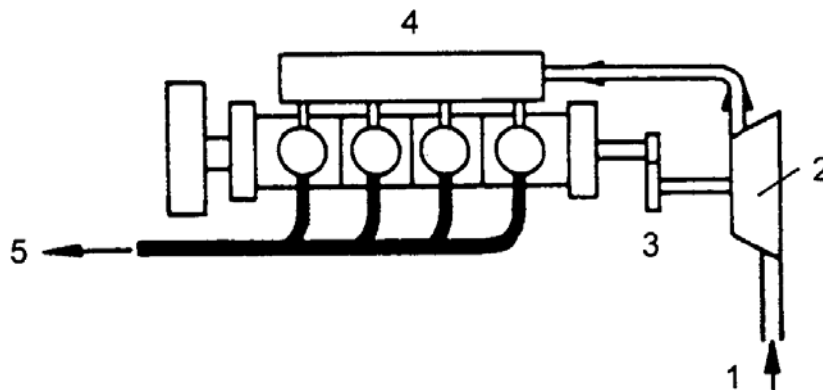


Diagramma polare della distribuzione di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

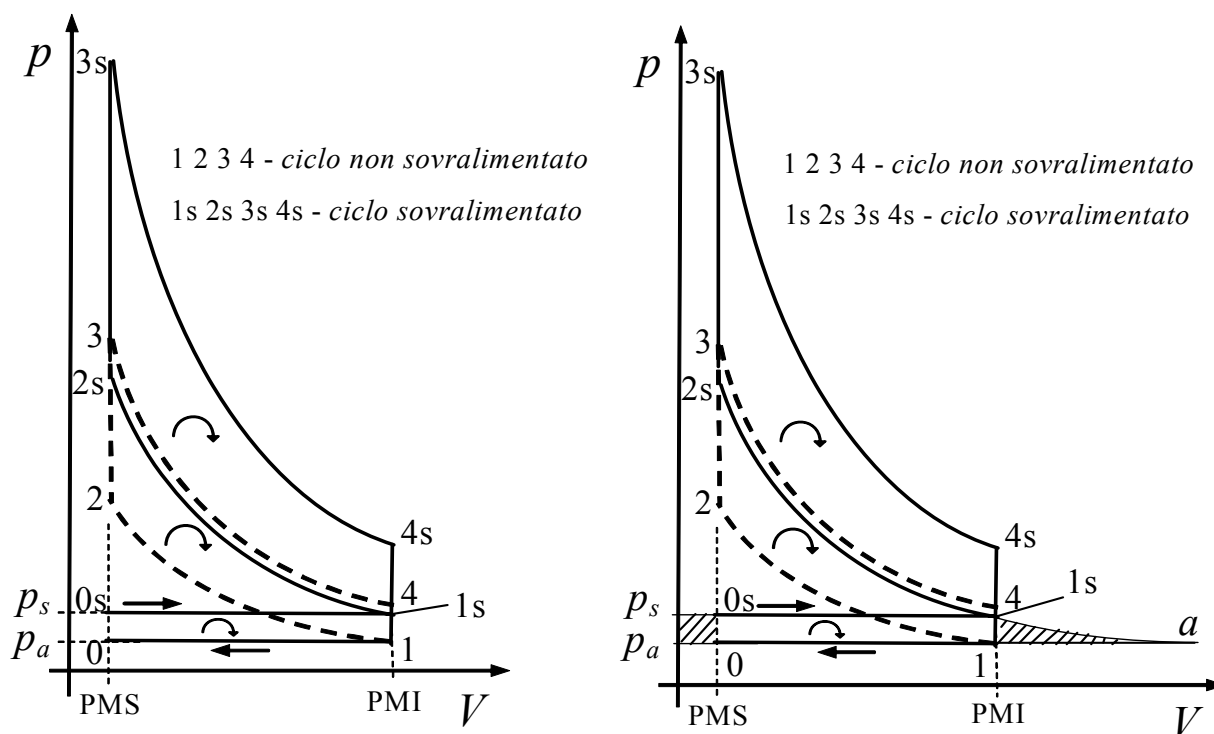
SOVRALIMENTAZIONE DEGLI MCI

1) SOVRALIMENTAZIONE CON COMPRESSORE MOSSO DALL'ALBERO MOTORE

(essa è stata la prima modalità impiegata per la sovralimentazione degli MCI)



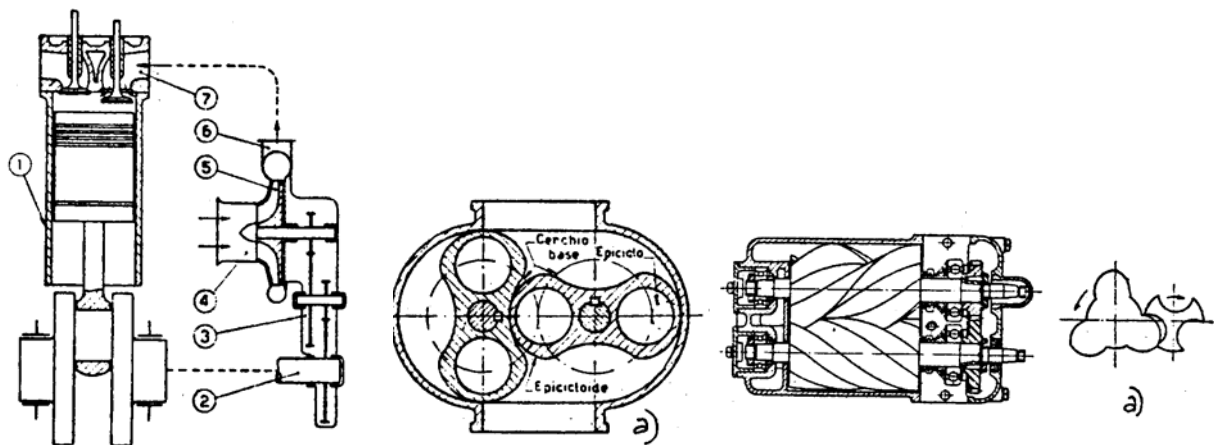
Sovralimentazione di un MCI mediante un compressore mosso dall'albero motore.
 1. Ingresso aria; 2. Compressore centrifugo; 3. Ingranaggio per l'azionamento del compressore; 4. Collettore di aspirazione; 5. Uscita gas di scarico.



Rappresentazione sul piano pV di un ciclo Beau de Rochas limite non sovralimentato e di uno sovralimentato (mediante compressore mosso dall'albero motore), per MCI a quattro tempi. Nel grafico a destra, stesso ciclo ma con rappresentazione del lavoro del compressore (trasformazione a 1s).

Si definisce **rapporto di sovralimentazione** (β) del motore:

$$\beta = \frac{p_s}{p_a}$$



Schema di sovralimentazione con compressore (centrifugo) comandato dal motore.

1, Motore alternativo a 4 tempi. - 2, Presa di movimento per il comando del compressore. - 3, Moltiplicatore ad ingranaggi. - 4, Ingresso aria nel compressore. - 5, Compressore centrifugo. - 6, Uscita aria dal compressore. - 7, Condotto di aspirazione.

(a)

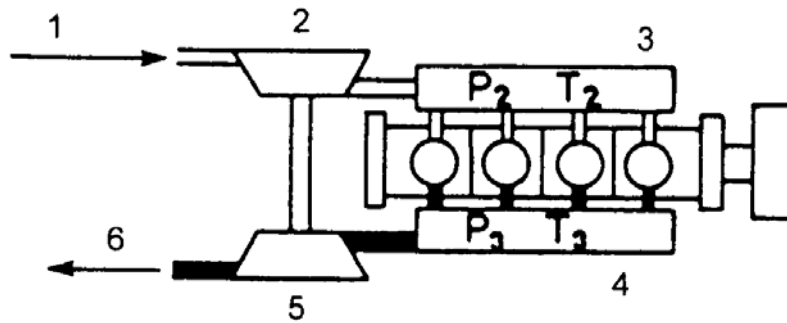
(b)

(c)

Principali tipologie di compressori impiegati per la sovralimentazione degli MCI:

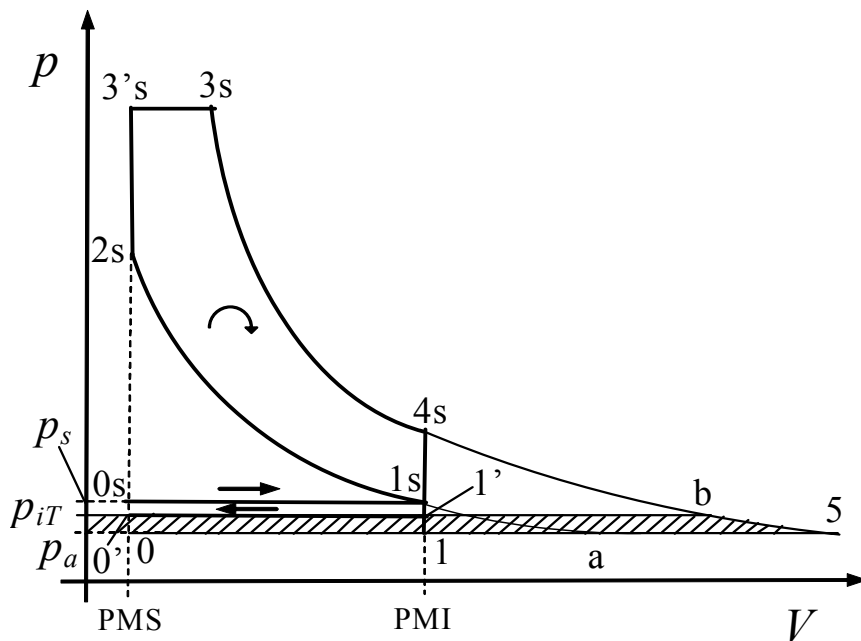
(a) – *Compressore dinamico radiale*; (b) – *Compressore volumetrico rotativo (Roots)*; (c) – *Compressore volumetrico rotativo a vite*.

2) SOVRALIMENTAZIONE CON TURBOCOMPRESSORE MOSSO DAI GAS DI SCARICO (SISTEMA BÜCHI)

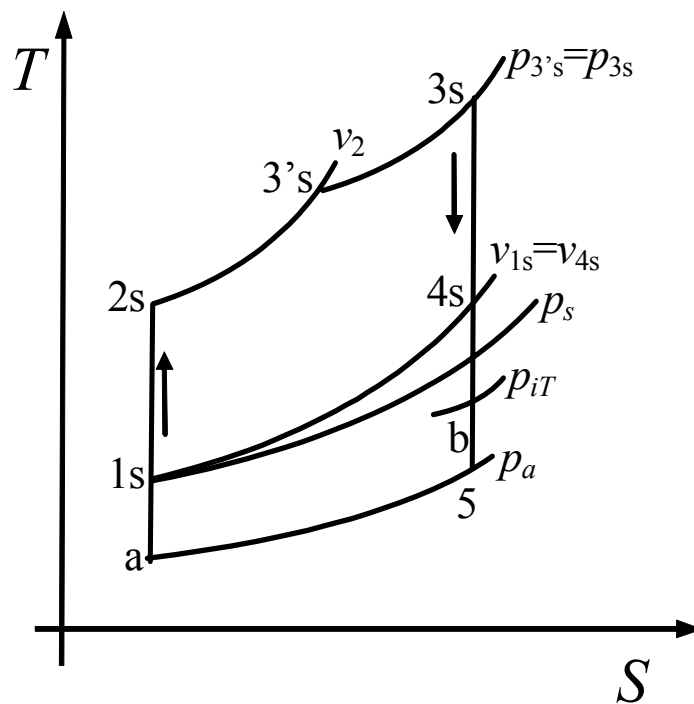


Sovralimentazione di un MCI con turbocompressore (sistema Büchi).

1. Ingresso aria; 2. Compressore centrifugo; 3. Collettore di aspirazione; 4. Collettore di scarico; 5. Turbina a gas di scarico 6. Uscita gas di scarico.

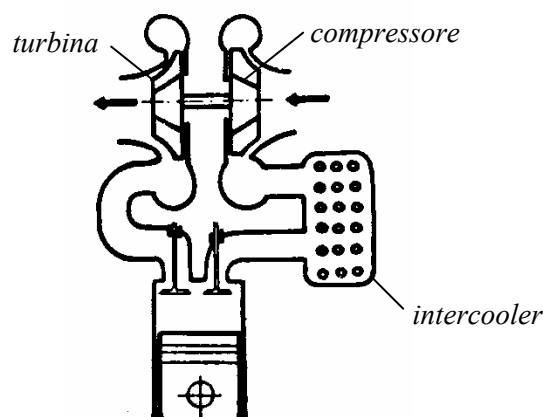


Rappresentazione sul piano pV di un ciclo Sabathè limite sovralimentato con sistema Büchi, con rappresentazione del lavoro dell'espansore (area tratteggiata sottesa alla trasformazione b 5).



Ciclo Sabathè limite di un MCI sovralimentato con sistema Büchi sul piano TS .

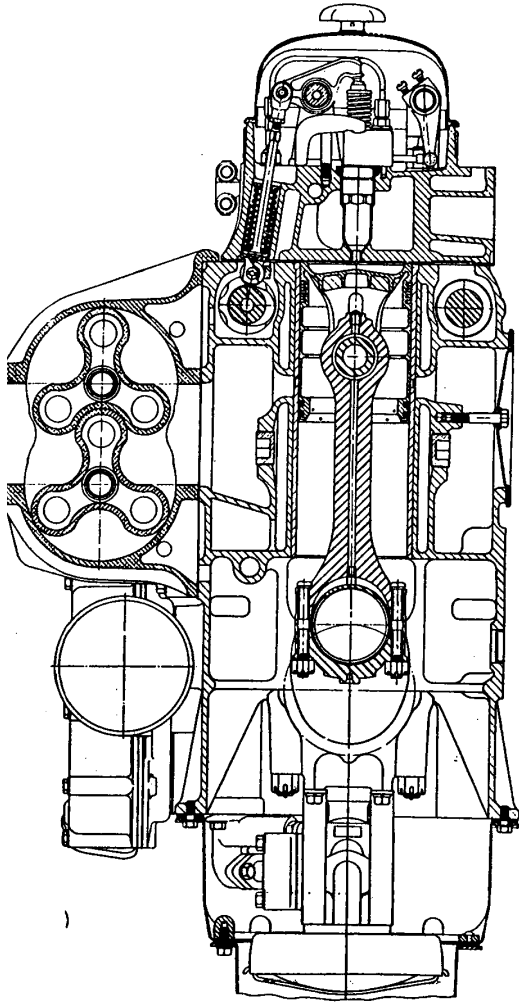
Come noto nella fase di compressione, prima di essere introdotta nei cilindri, l'aria subisce un riscaldamento, ciò produce un aumento delle temperature in tutte le fasi del ciclo e una riduzione del coefficiente di riempimento del cilindro (λv), a causa della riduzione della densità del fluido conseguente alla maggiore temperatura. Al fine di evitare questi due fenomeni spesso si effettua un raffreddamento dell'aria, dopo la compressione e prima di essere introdotta nei cilindri, attraverso uno scambiatore di calore (*intercooler*) come visualizzato nella figura sottostante.



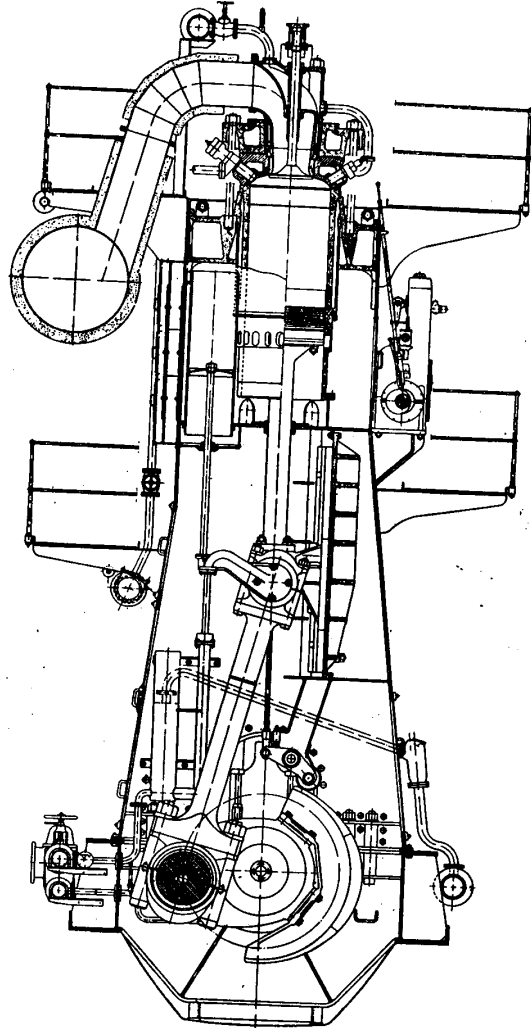
Schema della sovralimentazione di un MCI con sistema Büchi con interrefrigerazione dell'aria mediante intercooler.

M.C.I. DIESEL DUE TEMPI

MCI Diesel due tempi navale

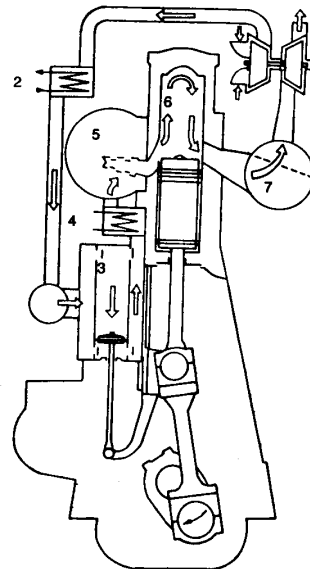


MCI Diesel due tempi



CARATTERISTICHE SALIENTI DEGLI M.C.I. DIESEL DUE TEMPI NAVALI

| | |
|-------------------|------------------|
| Alesaggio | 400 ÷ 600 [mm] |
| Corsa | 1600 ÷ 2500 [mm] |
| N° cilindri | 5÷14 |
| Vel. di rotazione | 80 ÷ 120 [r/min] |
| Potenza | 10 ÷ 110 [MW] |



PARAMETRI CARATTERISTICI DEGLI M.C.I. E LORO ORDINI DI GRANDEZZA

| | |
|---|---|
| Cilindrata (V): Volume spazzato dal cilindro | $V = V_1 - V_2$ |
| Rapporto volumetrico di compressione (ρ): | $\rho = V_1/V_2$ |
| M.C.I. ad accensione comandata: | $\rho \approx 8 \div 11$ |
| M.C.I. ad accensione spontanea: | $\rho \approx 13 \div 24$ |
| Rapporto massa aria/massa combustibile (α): | |
| M.C.I. ad accensione comandata: | $\alpha = \alpha$ stechiometrico ($\approx 14 \div 15$) |
| M.C.I. ad accensione spontanea: | $\alpha > \alpha$ stechiometrico ($22 \div 30$ a potenza nominale) |
| Coefficiente di riempimento del cilindro (λ_v): | $\lambda_v = \text{massa aria aspirata}/\rho_a V$ |
| M.C.I. non sovralimentati: | $\lambda_v \approx 0,8 \div 0,9$ |
| M.C.I. sovralimentati: | $\lambda_v \approx 1 \div 6$ |
| Velocità di rotazione (n): | |
| M.C.I. ad accensione comandata: | $n \approx 3000 \div 20000$ [r/min] |
| M.C.I. ad accensione spontanea: | $n \approx 100 \div 4500$ [r/min] |
| Rendimento meccanico (η_m): | |
| | $\eta_m \approx 0,8 \div 0,93$ |
| Rendimento globale (η_g): | |
| M.C.I. ad accensione comandata: | $\eta_g \approx 0,25 \div 0,35$ |
| M.C.I. ad accensione spontanea: | $\eta_g \approx 0,30 \div 0,55$ |
| Pressione media effettiva (p_{me}): | |
| M.C.I. ad accensione comandata: | $p_{me} \approx 6 \div 10$ [bar] |
| M.C.I. ad accensione comandata sovralimentati: | $p_{me} \approx 10 \div 20$ [bar] |
| M.C.I. ad accensione spontanea: | $p_{me} \approx 5 \div 30$ [bar] |
| Velocità media dello stantuffo (c_m): | |
| | $c_m \approx 6 \div 15$ [m/s] |
| Consumo specifico combustibile (m_{sc}): | |
| M.C.I. ad accensione comandata quattro tempi: | $m_{sc} \approx 250 \div 340$ [g/kWh] |
| M.C.I. ad accensione spontanea quattro tempi: | $m_{sc} \approx 210 \div 250$ [g/kWh] |
| M.C.I. ad accensione spontanea due tempi: | $m_{sc} \approx 190 \div 210$ [g/kWh] |

Simbologia:

p_{mi} = pressione media effettiva; C = corsa stantuffo;

ρ_a = densità aria ambiente o in condizioni standard di riferimento