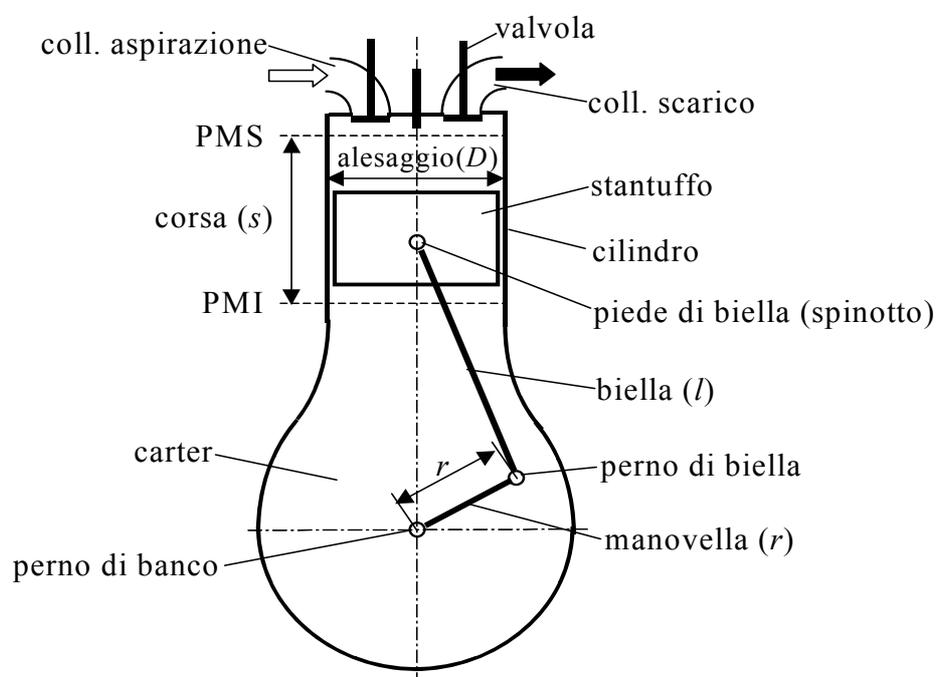
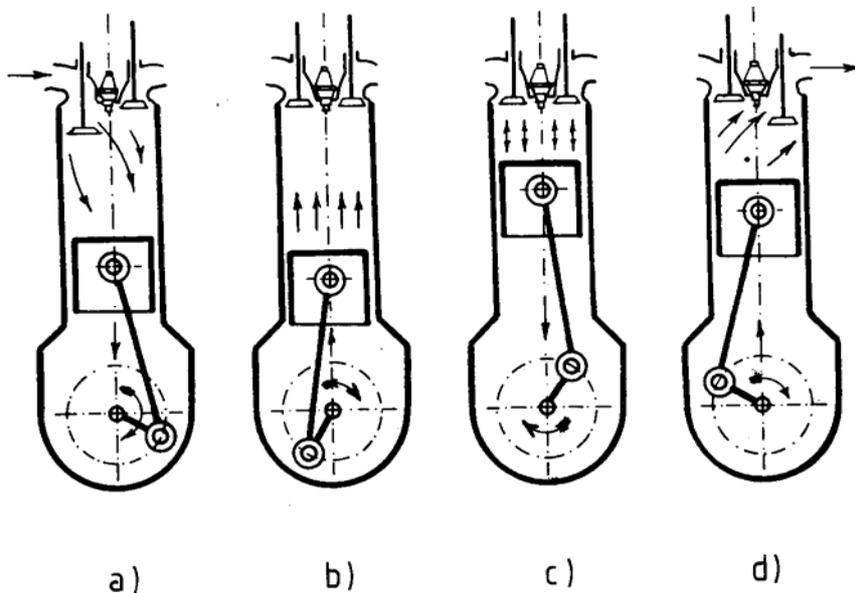


# MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA VOLUMETRICI

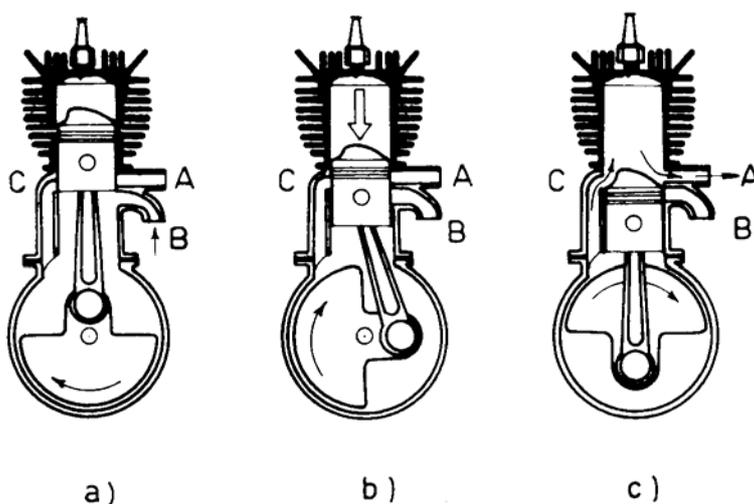
## DENOMINAZIONI



# 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

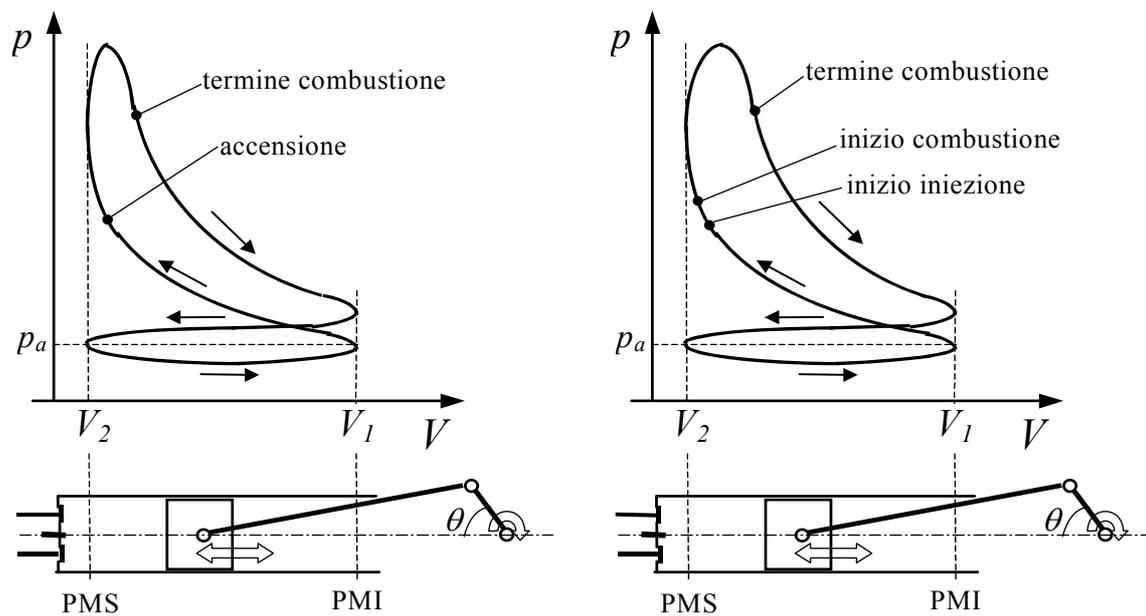


Diagramma indicato 'chiuso' di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi.      Diagramma indicato 'chiuso' di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

## DIAGRAMMI INDICATI APERTI DEGLI MCI VOLUMETRICI ALTERNATIVI

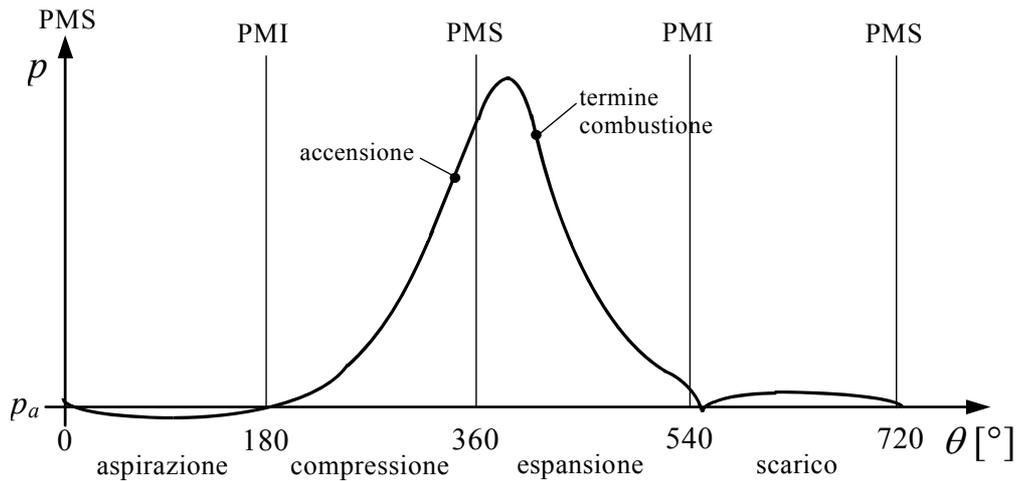


Diagramma indicato 'aperto' di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

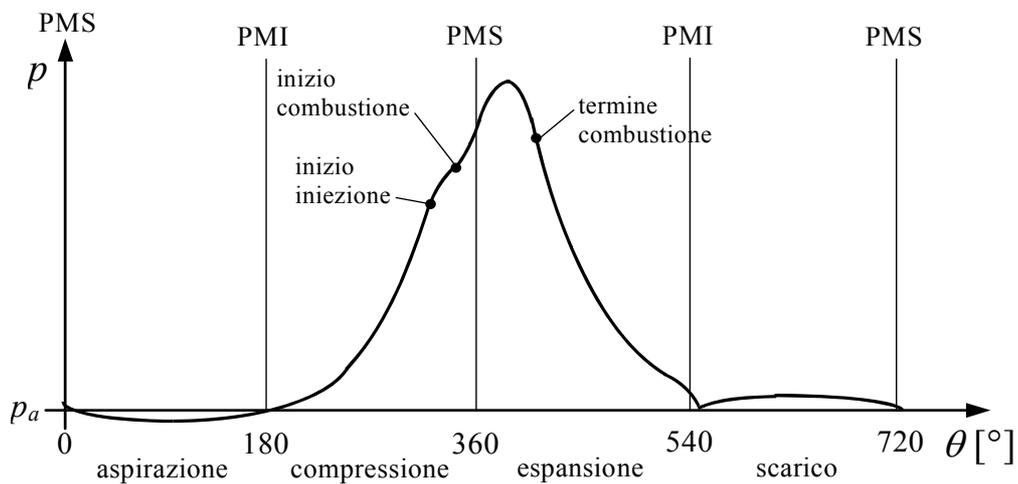
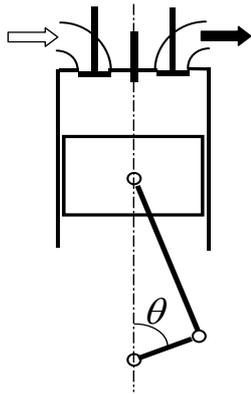


Diagramma indicato 'aperto' di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

# DIAGRAMMI POLARI DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI MCI VOLUMETRICI ALTERNATIVI



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

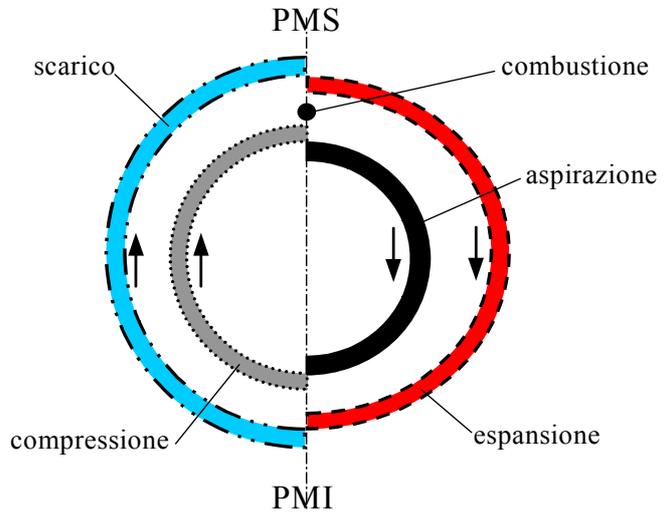


Diagramma polare della distribuzione MCI ideale di MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

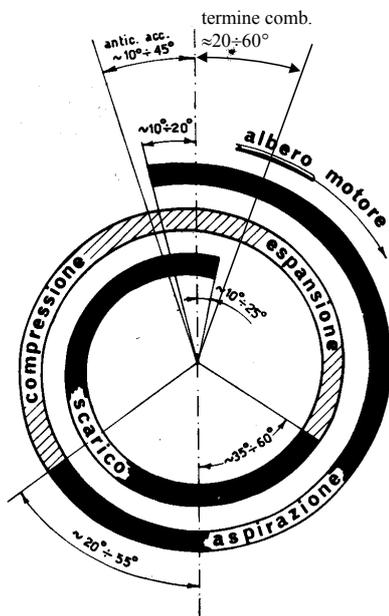


Diagramma polare della distribuzione di un MCI ad accensione comandata a quattro tempi.

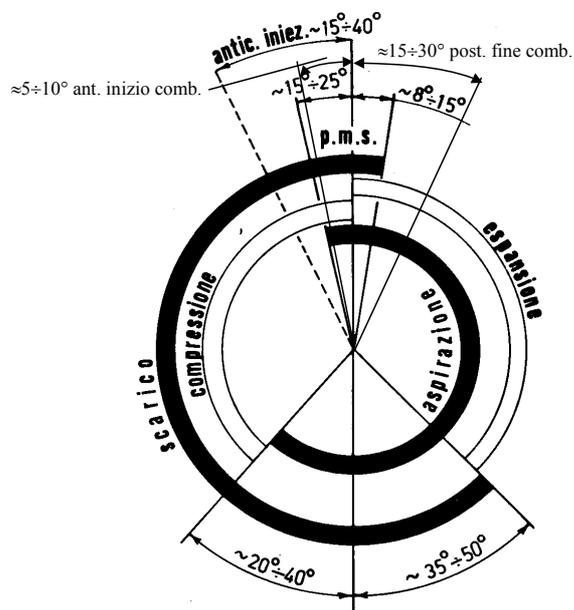
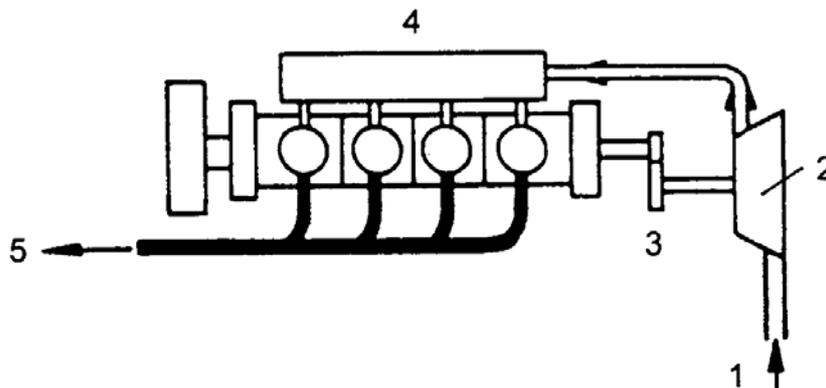


Diagramma polare della distribuzione di un MCI ad accensione spontanea a quattro tempi.

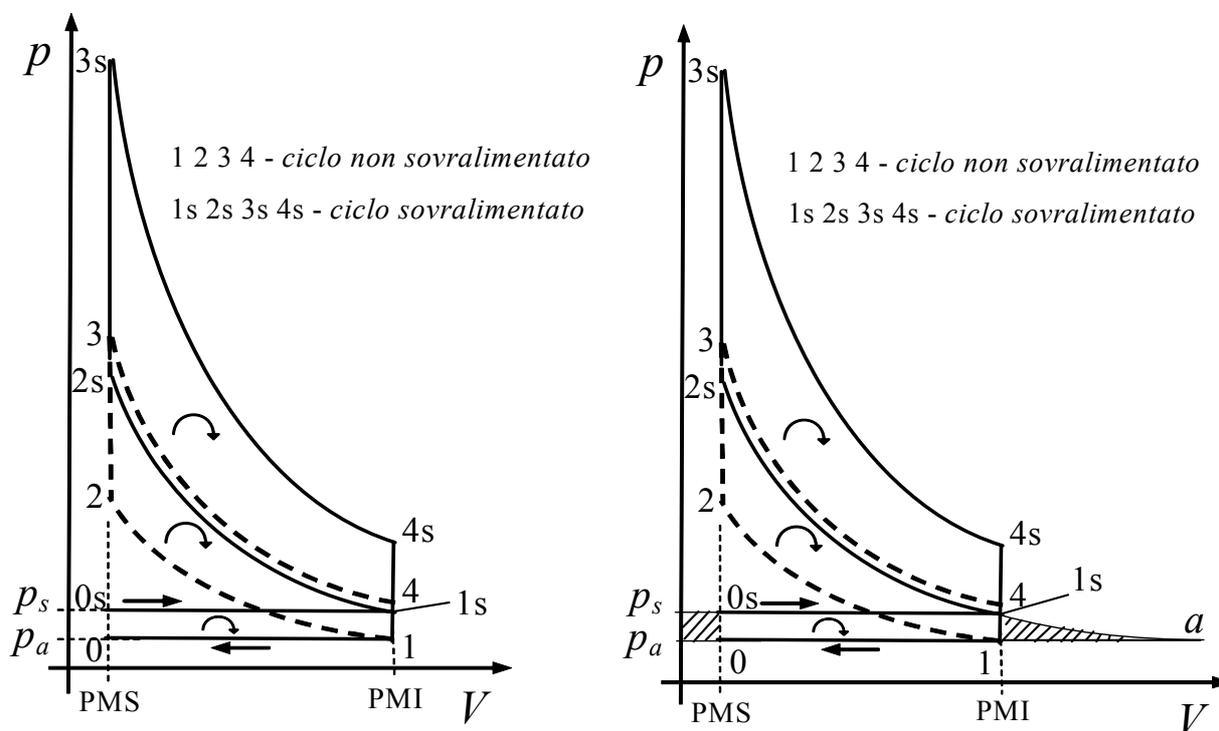
# SOVRALIMENTAZIONE DEGLI MCI

## 1) SOVRALIMENTAZIONE CON COMPRESSORE MOSSO DALL'ALBERO MOTORE

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



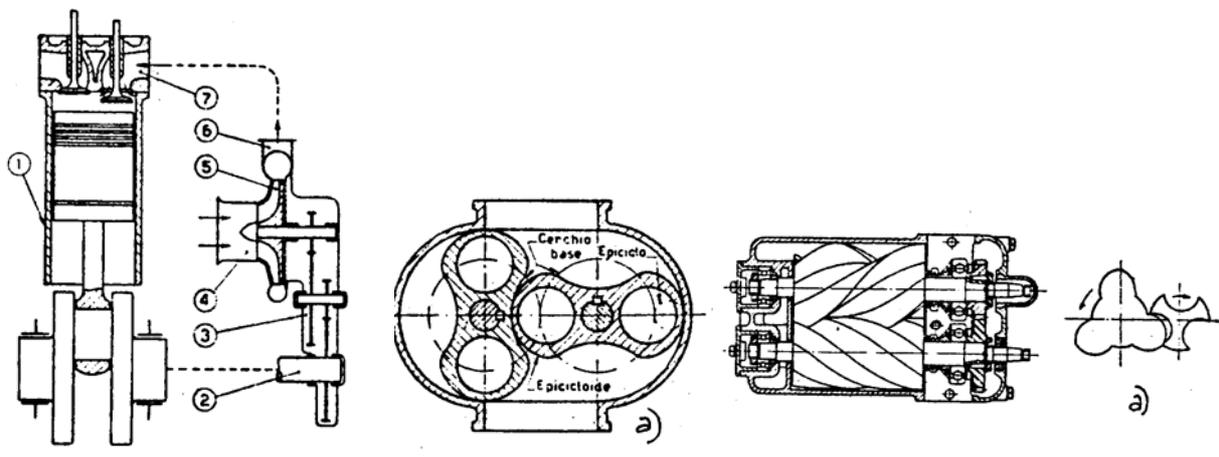
Sovralimentazione di un MCI mediante un compressore mosso dall'albero motore.  
 1. Ingresso aria; 2. Compressore centrifugo; 3. Ingranaggio per l'azionamento del compressore; 4. Collettore di aspirazione; 5. Uscita gas di scarico.



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 ( $\beta$ )** 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)

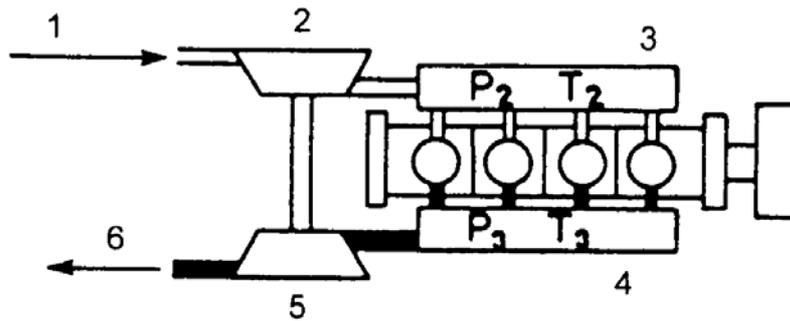
(b)

(c)

Principali tipologie di compressori impiegati per la sovralimentazione degli MCI:

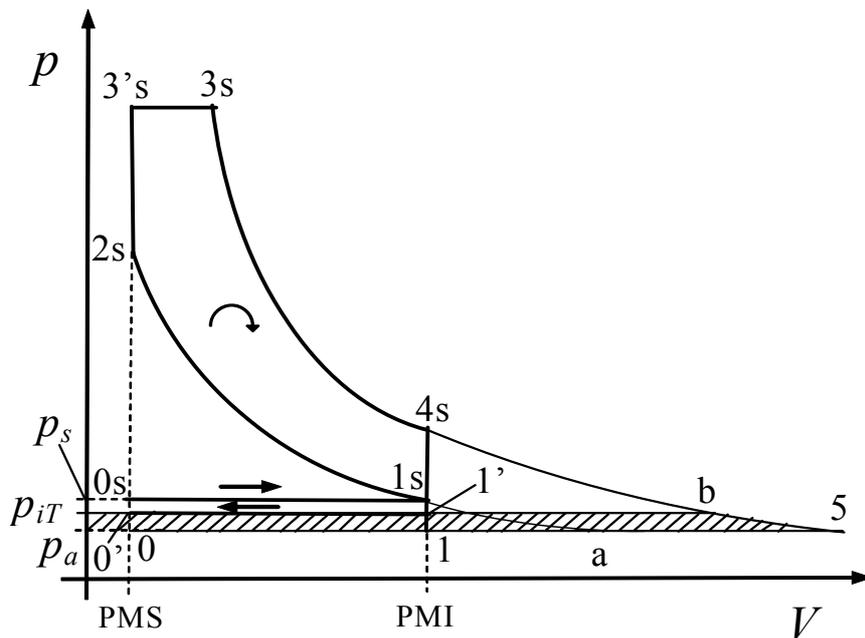
(a) – *Compressore dinamico radiale*; (b) – *Compressore volumetrico rotativo (Roots)*; (c) – *Compressore volumetrico rotativo a vite*.

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

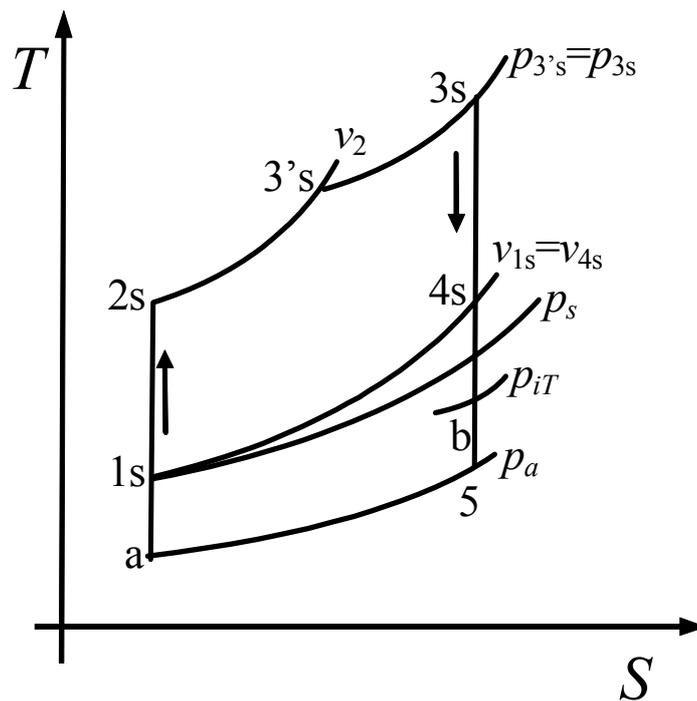


Sovralimentazione di un MCI con turbocompressore (sistema Büchi).

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.

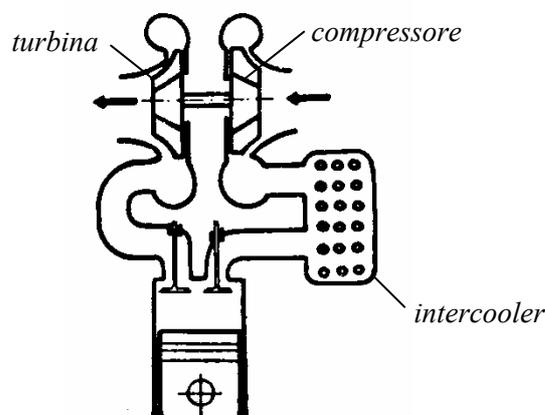


Rappresentazione sul piano  $pV$  di un ciclo Sabathè limite sovralimentato con sistema Büchi, con rappresentazione del lavoro dell'espansore (area tratteggiata sottesa alla trasformazione b 5).



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

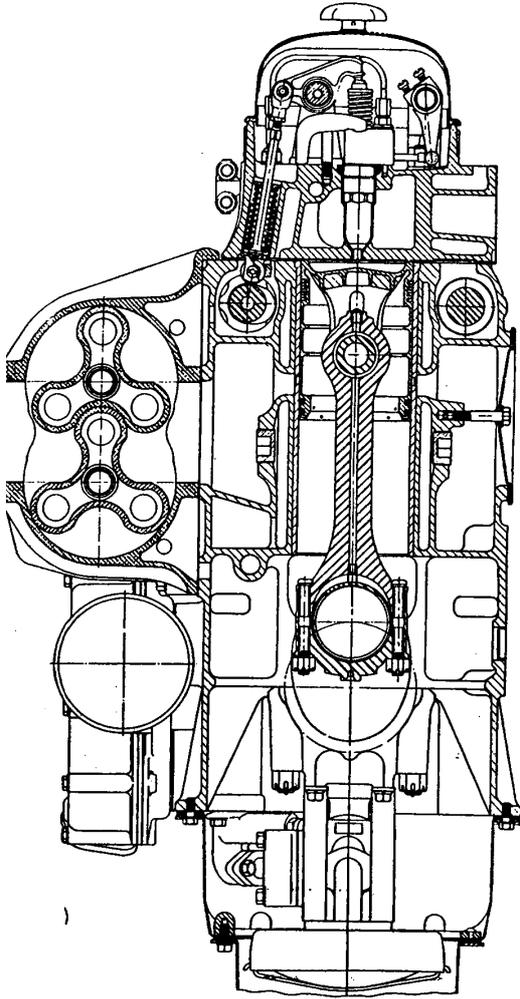
Come noto nella fase di compressione, prima di essere introdotta nei cilindri, l'aria subisce un riscaldamento, ciò produce un aumento delle temperature in tutte le fasi del ciclo e una riduzione del coefficiente di riempimento del cilindro ( $\lambda v$ ), a causa della riduzione della densità del fluido 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.



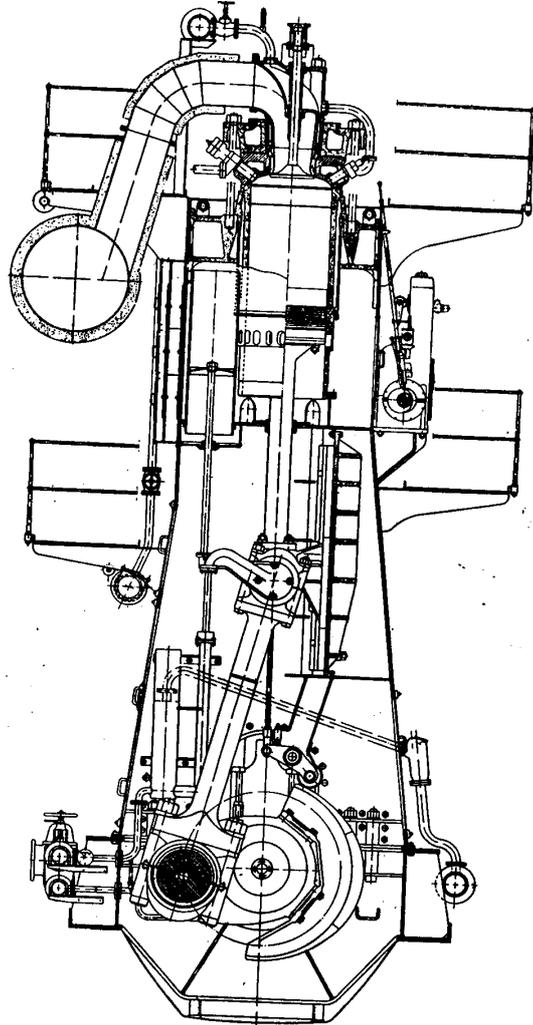
Schema della sovralimentazione di un MCI con sistema Büchi con interrefrigerazione dell'aria mediante intercooler.

# M.C.I. DIESEL DUE TEMPI

MCI Diesel due tempi navale

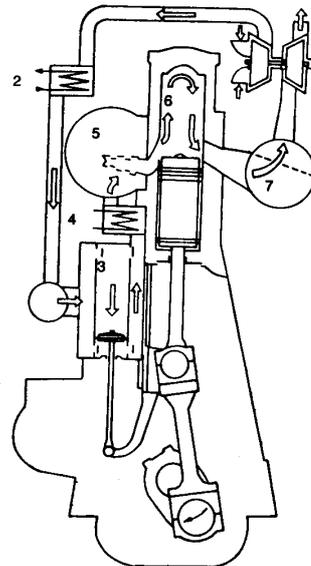


MCI Diesel due tempi



## 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

<b>Cilindrata (<math>V</math>):</b> Volume spazzato dal cilindro	$V = V_1 - V_2$
<b>Rapporto volumetrico di compressione (<math>\rho</math>):</b>	$\rho = V_1/V_2$
M.C.I. ad accensione comandata:	$\rho \approx 8 \div 11$
M.C.I. ad accensione spontanea:	$\rho \approx 13 \div 24$
<b>Rapporto massa aria/massa combustibile (<math>\alpha</math>):</b>	
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)
<b>Coefficiente di riempimento del cilindro (<math>\lambda_v</math>):</b>	$\lambda_v = \text{massa aria aspirata}/\rho_a V$
M.C.I. non sovralimentati:	$\lambda_v \approx 0,8 \div 0,9$
M.C.I. sovralimentati:	$\lambda_v \approx 1 \div 6$
<b>Velocità di rotazione (<math>n</math>):</b>	
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]
<b>Rendimento meccanico (<math>\eta_m</math>):</b>	
	$\eta_m \approx 0,8 \div 0,93$
<b>Rendimento globale (<math>\eta_g</math>):</b>	
M.C.I. ad accensione comandata:	$\eta_g \approx 0,25 \div 0,35$
M.C.I. ad accensione spontanea:	$\eta_g \approx 0,30 \div 0,55$
<b>Pressione media effettiva (<math>p_{me}</math>):</b>	
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]
<b>Velocità media dello stantuffo (<math>c_m</math>):</b>	
	$c_m \approx 6 \div 15$ [m/s]
<b>Consumo specifico combustibile (<math>m_{sc}</math>):</b>	
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<sub>mi</sub>** = pressione media effettiva; **C** = corsa stantuffo;

**$\rho_a$**  = densità aria ambiente o in condizioni standard di riferimento