

ACCADEMIA NAVALE
1° ANNO CORSO APPLICATIVO GENIO NAVALE

CORSO DI
IMPIANTI DI PROPULSIONE NAVALE

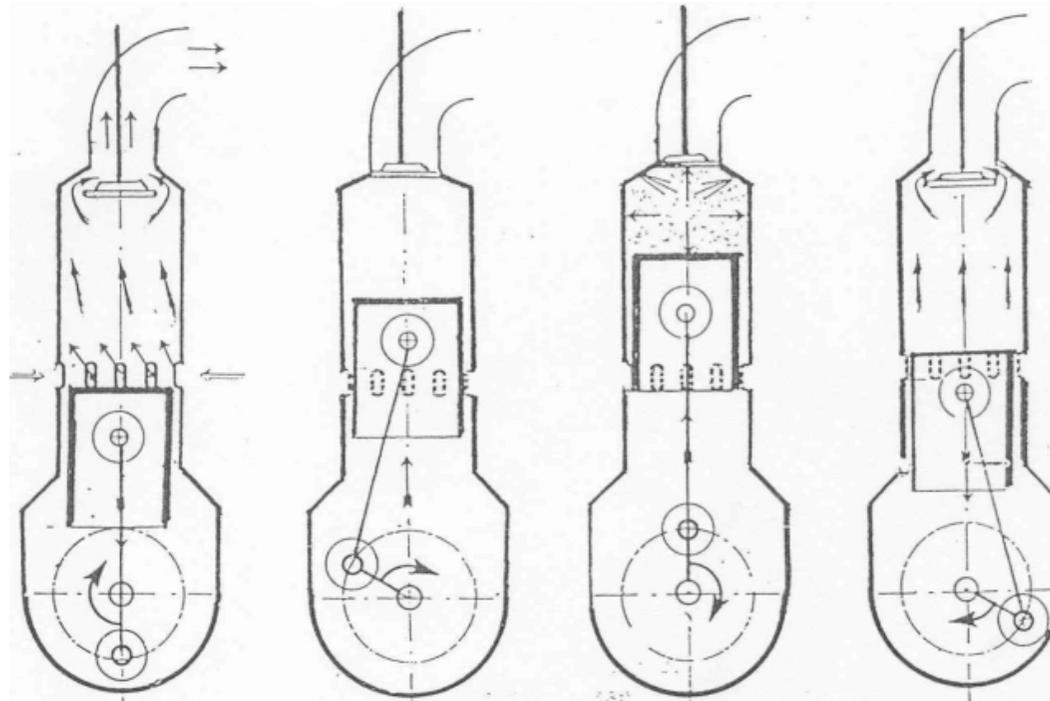
Lezione 09

Motori diesel lenti a due tempi

A.A. 2011 /2012

Prof. Flavio Balsamo

Motori a due tempi



Nel motore a due tempi l'intero ciclo termodinamico avviene in una unica rotazione dell'asse. Si individuano pertanto le seguenti fasi:

- lavaggio, ovvero l'aria viene sospinta all'interno del cilindro attraverso delle luci di aspirazioni che vengono scoperte dallo stesso moto del pistone
- compressione
- iniezione, combustione ed espansione
- scarico; tale fase avviene nei motori moderni attraverso l'apertura di una valvola di scarico, mentre in passato si realizzava tramite lo scoprimento da parte del pistone di luci di scarico opportunamente posizionate.

Motori a due tempi

Il motore a due tempi si distingue dal motore a quattro tempi per una maggiore semplicità costruttiva, non essendo previste le valvole di aspirazione e, nei vecchi motori a lavaggio trasversale, neanche le valvola di scarico.

Altra importante caratteristica del motore a due tempi è la maggiore potenza a parità di cilindrata, dato che ad ogni rotazione dell'albero si ha una fase attiva.

$$P = V \frac{n 60}{\varepsilon} \frac{\delta_a}{\alpha} \frac{\lambda_v}{c_s} \frac{1}{c_s}$$

Dalla formula della potenza si evince che tale potenza dovrebbe essere doppia rispetto ad un motore a quattro tempi (di pari cilindrata e numero di giri), anche se per vari motivi l'aumento che si registra è pari a 1.3-1.4 volte.

La maggiore potenza pdr unità di cilindrata si traduce in un carico termico maggiore per il motore, per cui nel motore due tempi assume grande importanza il raffreddamento e la lubrificazione del cilindro nonché della valvola di scarico (sempre presente nei motori moderni)..

Motori a due tempi

Caratteristica sfavorevole è invece la necessità di prevedere una sistema adeguato per consentire all'aria di entrare nel cilindro, dato che il pistone non realizza la fase di aspirazione, che in questo caso viene chiamata lavaggio.

È quindi sempre presente un compressore alternativo (nei vecchi motori) o centrifugo, azionato dalla turbina a gas di scarico (nei motori moderni)

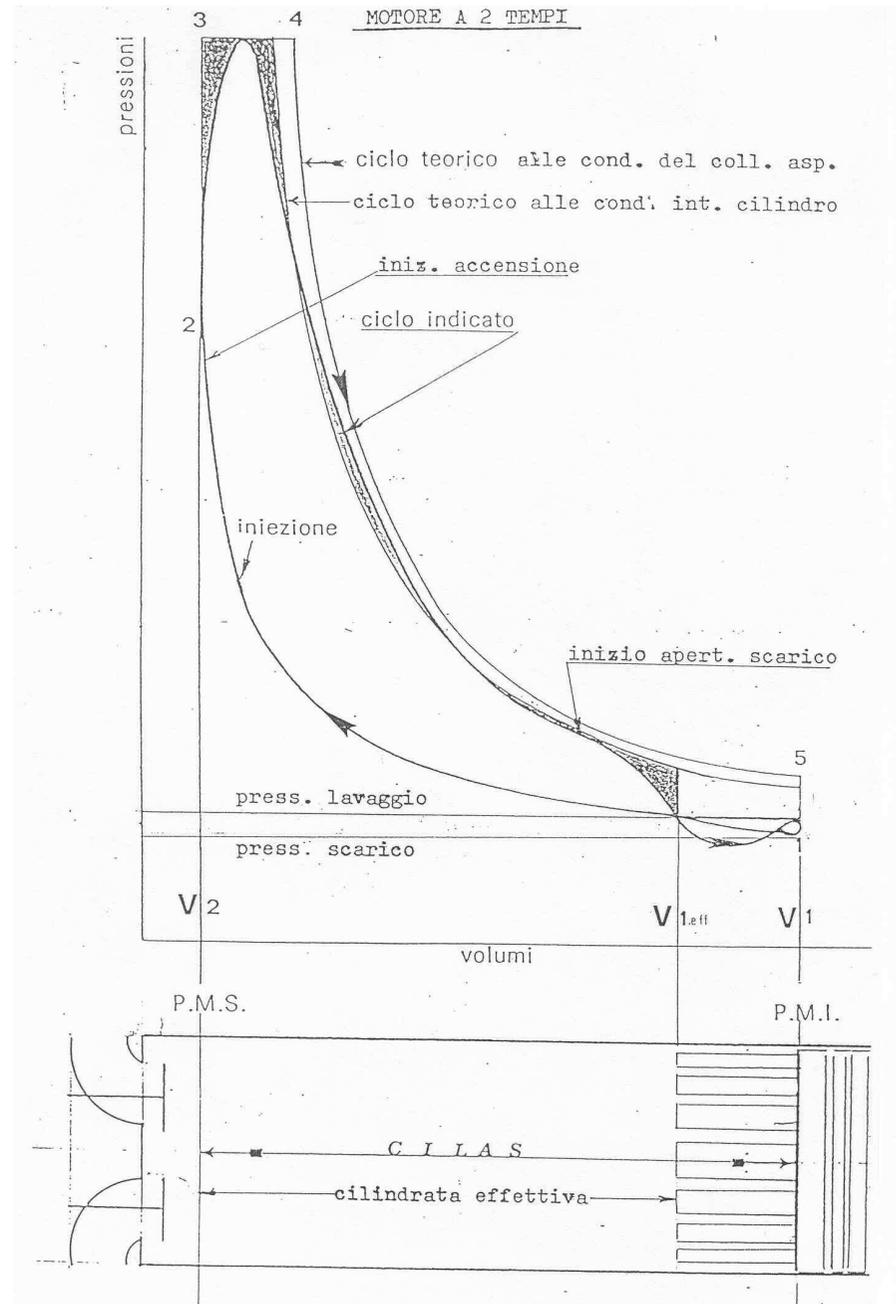
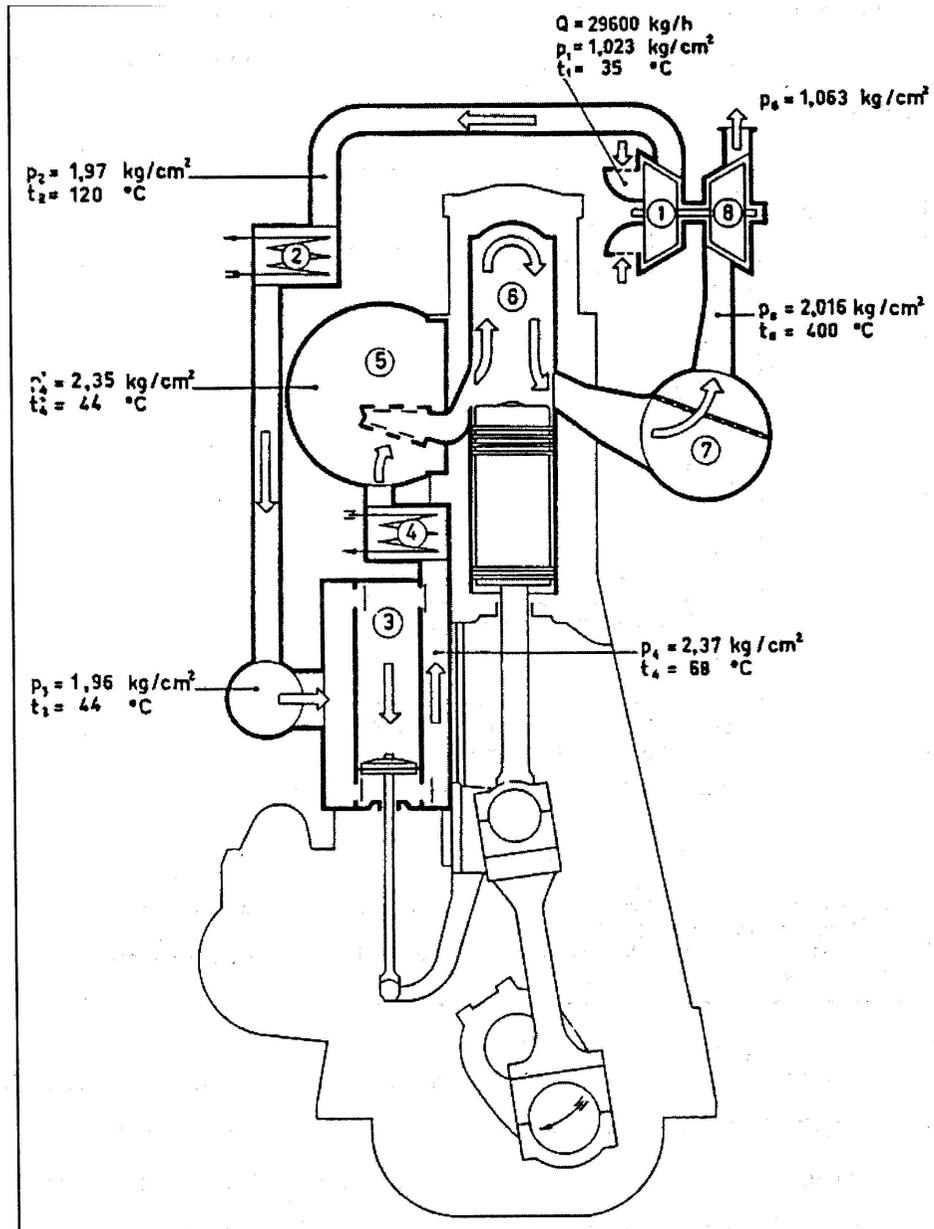


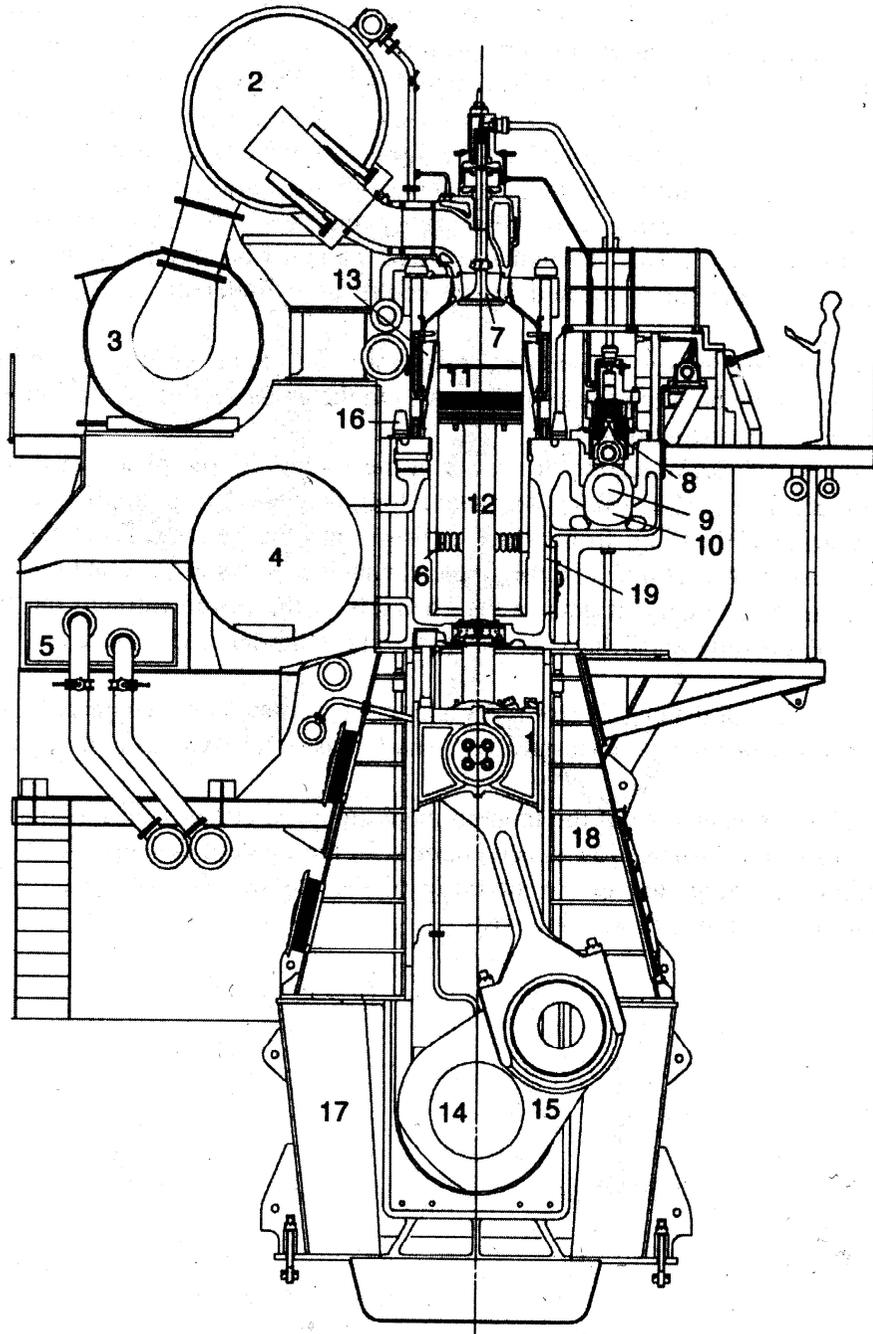
Fig.18 Rappresentazione schematica di un ciclo indicato in un motore a 2T a lavaggio unidirezionale sovrall.

Motori a due tempi

Motore a due tempi con compressore alternativo e turbo compressore, in serie con interrefrigerazione.



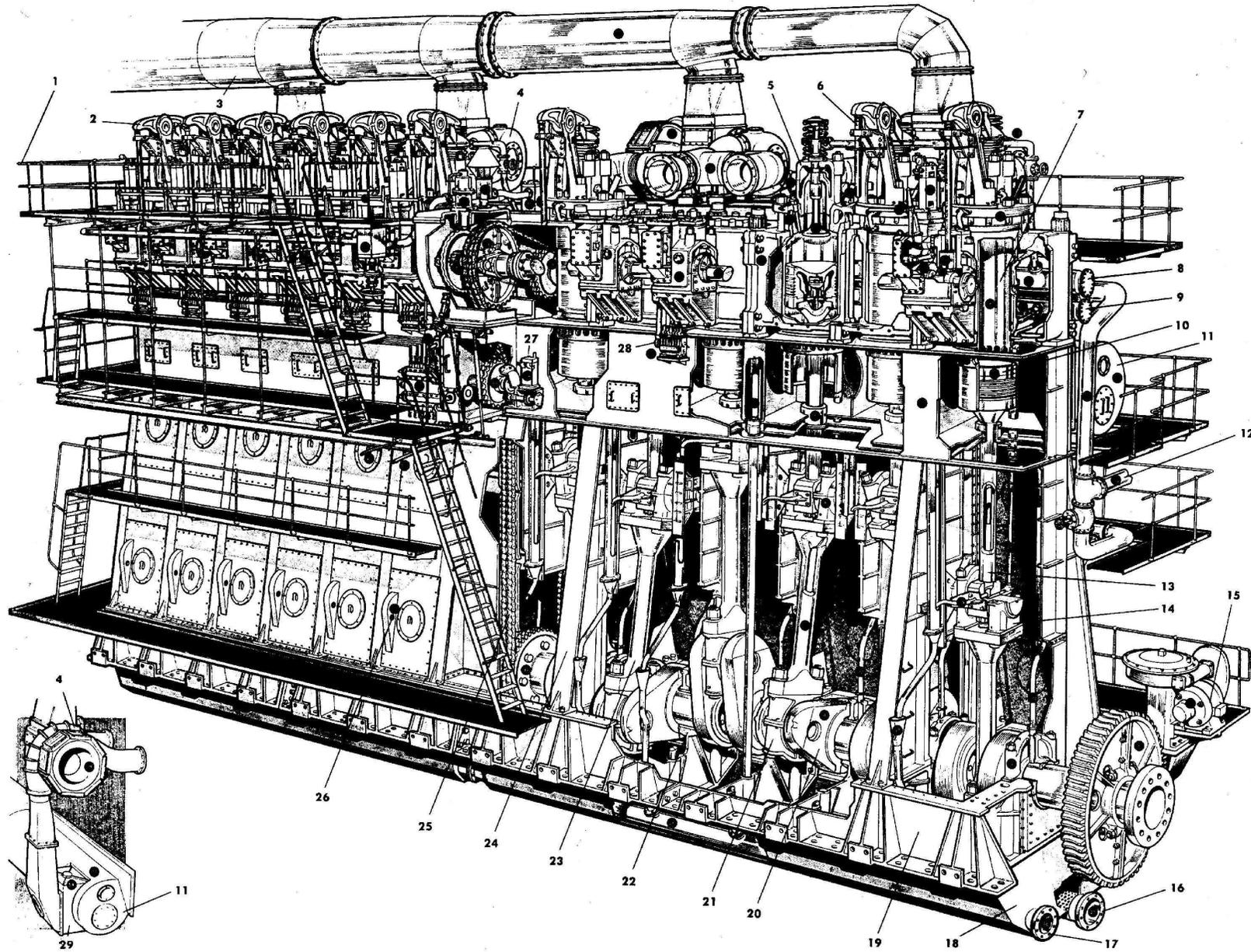
Motori a due tempi



Caratteristiche costruttive

- 1 Testa a croce
- 2 Capacità raccolta gas di scarico (sovralimentazione a pressione costante)
- 3 Turbosoffiante
- 4 Distribuzione aria alimento
- 5 Refrigerazione aria alimento
- 6 Luci di carico
- 7 Valvola di scarico (comando idraulico di apertura e ad aria compressa per chiusura)
- 8 Comando aria compressa per chiusura valvola scarico
- 9 Attuatore idraulico per l'apertura della valvola di scarico
- 10 Albero a 2 camme: una per valvola di scarico altra per i 3 iniettori
- 11 Pistone raffreddato ad olio
- 12 Asta stantuffo (tramite essa arriva l'olio al pistone)
- 13 Testata
- 14 Albero a gomiti
- 15 Manovella
- 16 ...
- 17 Basamento
- 18 Incastellatura
- 19 Blocco cilindri

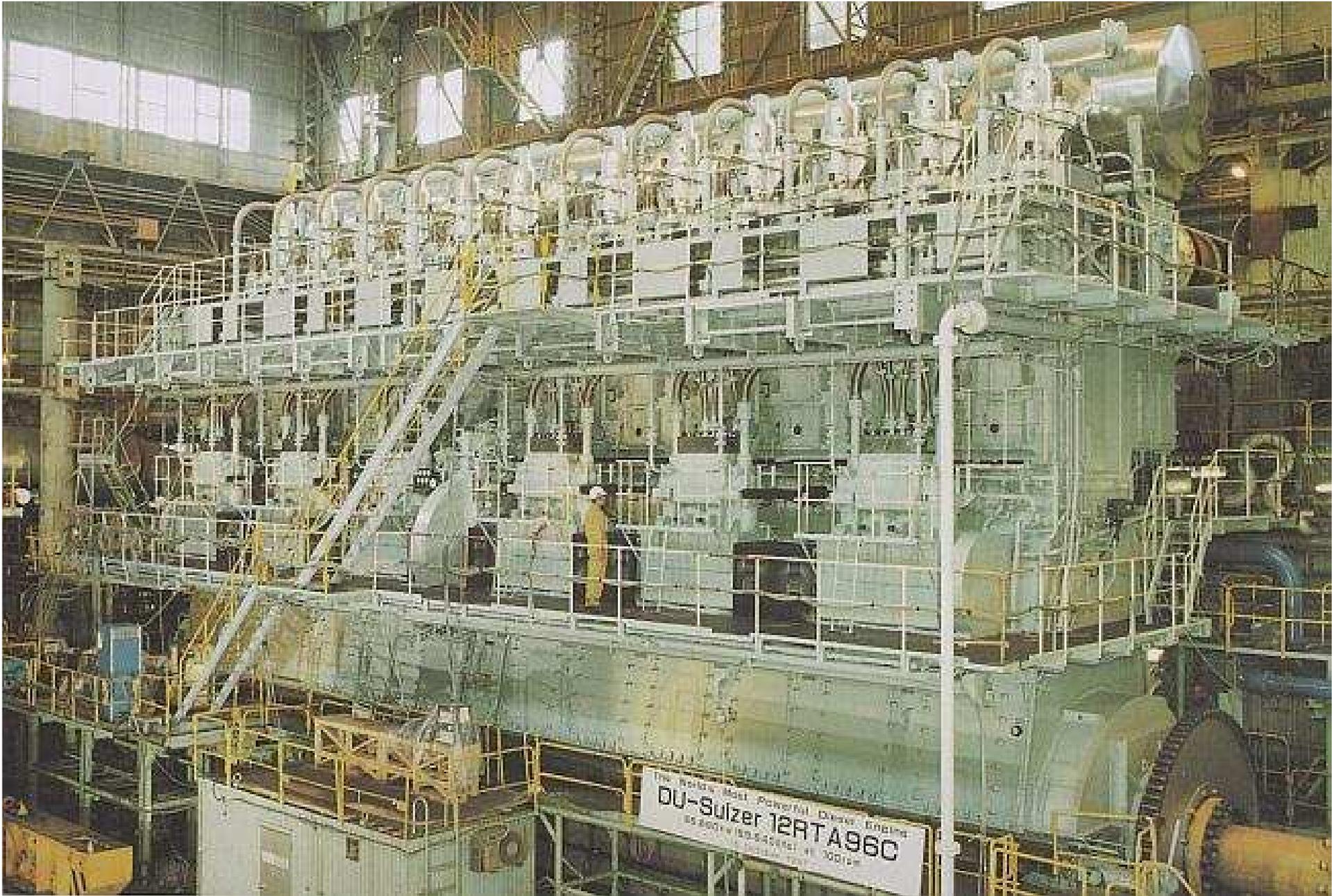
Motori a due tempi



Motori a due tempi

Legenda

1. Ringhiera
2. Bilanciere
3. Tubazione gas di scarico
4. Turbosoffiante
5. Valvola di scarico
6. Asta
7. Blocco cilindri
8. Uscita acqua raffreddamento
9. Ingresso acqua raffreddamento
10. Pistone
11. Distributore aria di alimento
12. Ingresso olio di lubrificazione
13. Asta stantuffo
14. Testa a croce
15. Viratore
16. Ingresso olio di lubrificazione
17. Uscita olio di raffreddamento
18. Coppa olio
19. Basamento
20. Albero a gomiti
21. Cuscinetto piede biella
22. Cuscinetto di banco
23. Biella
24. Incastellatura
25. Catena
26. Spia
27. Regolatore
28. Pompa lubrificazione circ. interno cilindro
29. Raffreddamento aria



Motori a due tempi

Il motore diesel due tempi si è sviluppato quasi esclusivamente per applicazioni con accoppiamento diretto con l'elica.

Nella scelta dell'elica di maggiore rendimento il fattore determinante sono sempre le sue dimensioni massime in funzione delle dimensioni della nave.

Per tale motivo il numero di giri corrispondente è sempre basso, spesso minore di 100 giri al minuto.

Dalla espressione della potenza in funzione dei rapporti adimensionali, una volta stabilito il valore di potenza una diminuzione del numero di giri dovrebbe corrispondere ad un aumento del rapporto corsa/diametro.

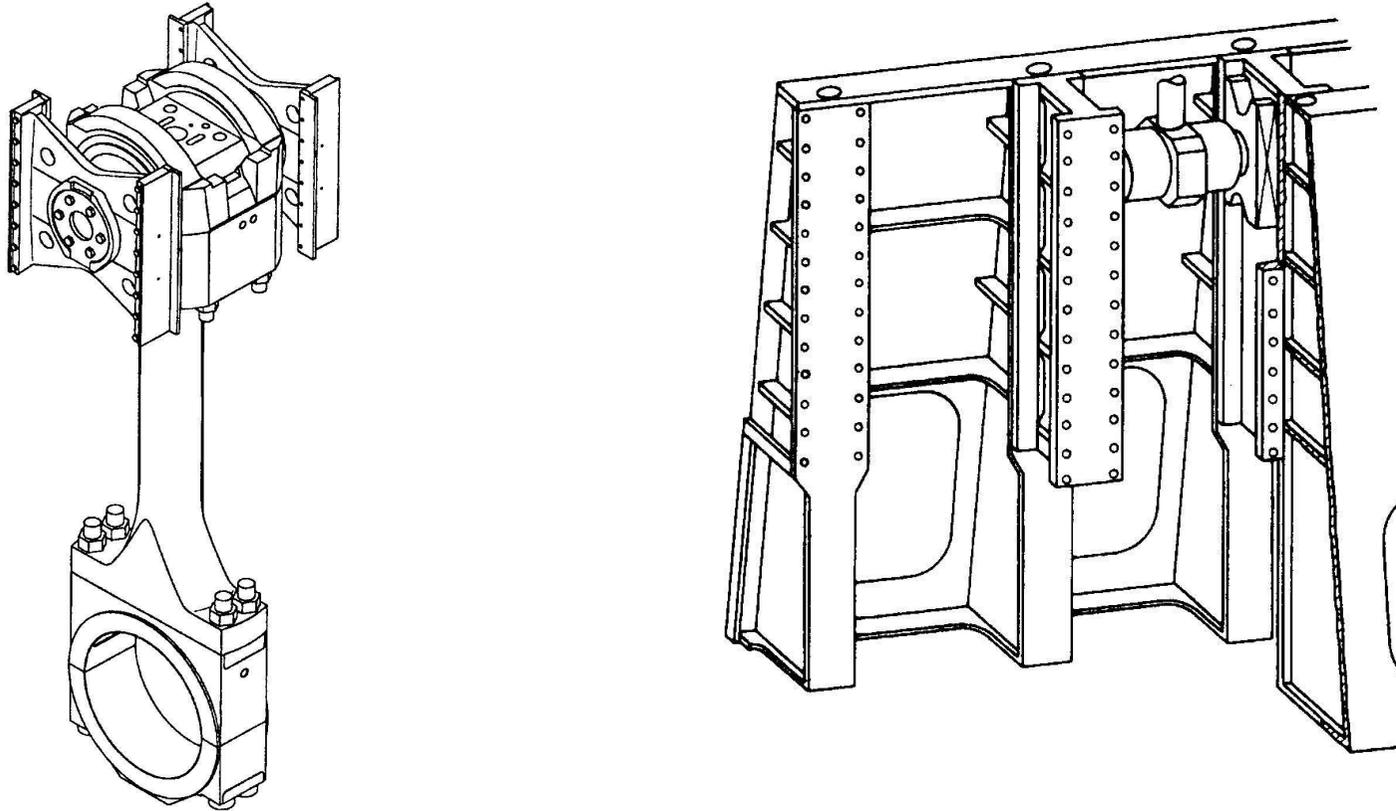
Per questo motivo i motori due tempi sono caratterizzati da bassi valori del numero di giri (praticamente mai superiore a 250 rpm) e da altissimi rapporti corsa /diametro, fino a 4

$$P = \frac{\pi z}{1000 \varepsilon} \frac{pme}{\left(\frac{C}{D}\right)^2} \frac{v_m^3}{n^2}$$

Si ricorda che velocità media del pistone e pressione media effettiva sono due indici dello sviluppo tecnologico del motore e pertanto negli anni sono andati sempre aumentando

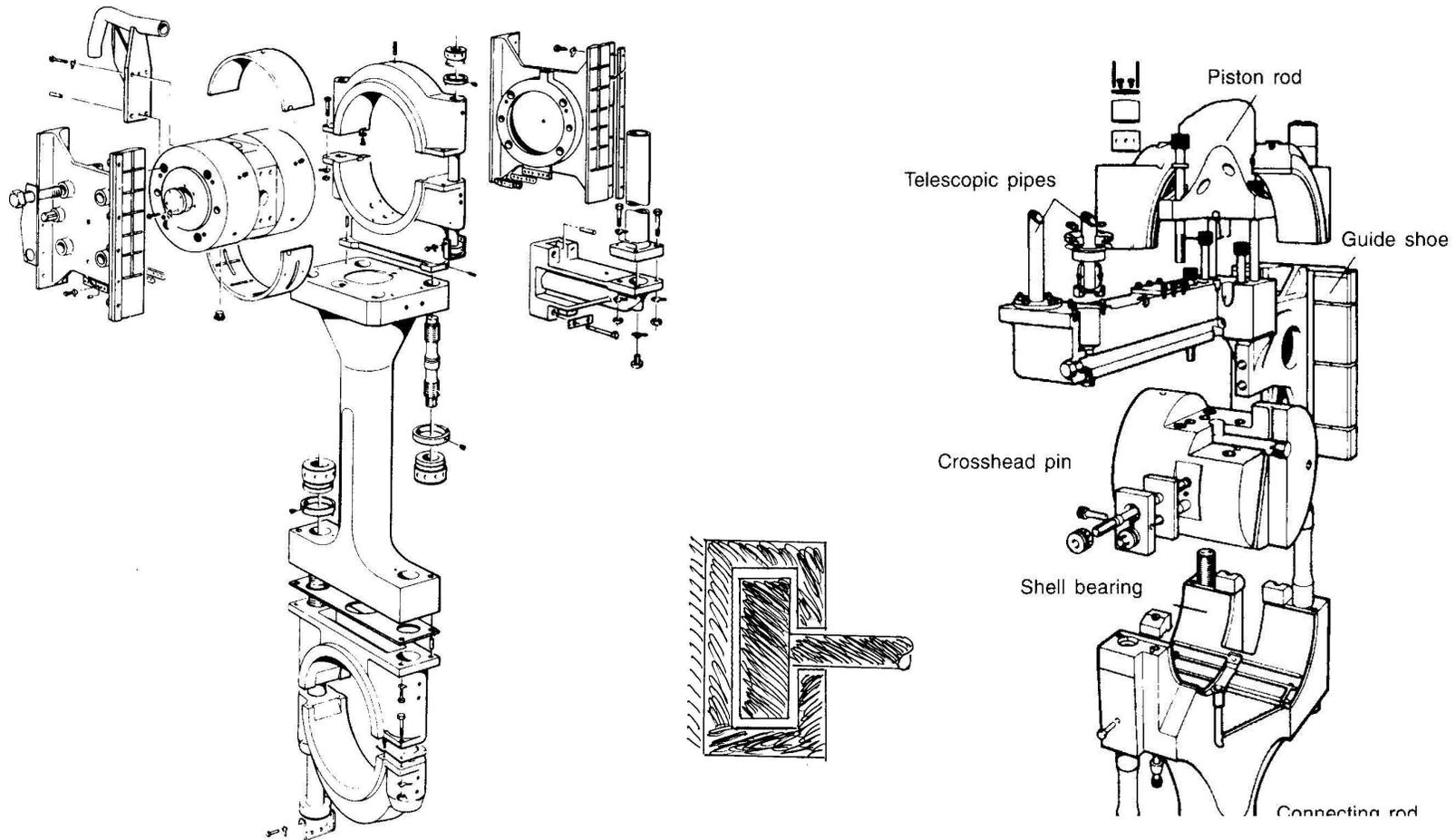
Motori a due tempi

Per ottenere valori così alti del rapporto corsa/diametro senza creare problemi costruttivi si è resa necessaria l'introduzione di un sistema in grado di limitare la grandezza della biella, il testacroce.



Motori a due tempi

Si tratta di un pattino che permette all'asta del pistone di scorrere in maniera rettilinea scaricando sulla struttura le forze laterali che si vengono a generare, cosa che nel motore a quattro tempi veniva svolta dal pistone stesso.



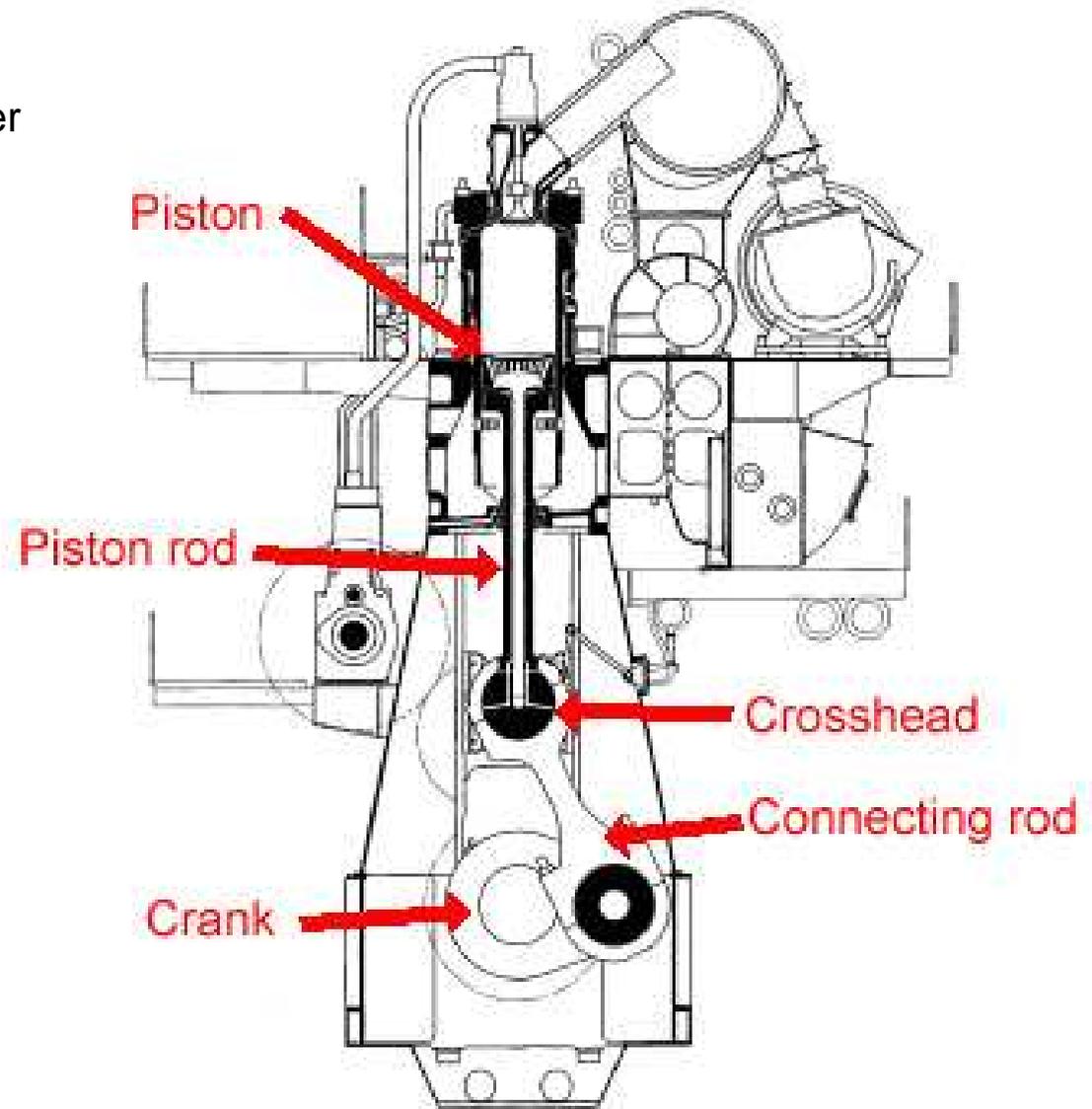
Motori a due tempi

Nel motore due tempi è quindi possibile separare completamente la camera di combustione dal carter ove sono alloggiati biella ed albero a manovella

L'asta del pistone si muove con moto rettilineo attraversando un diaframma che separa la zona "calda" dalla zona "fredda".

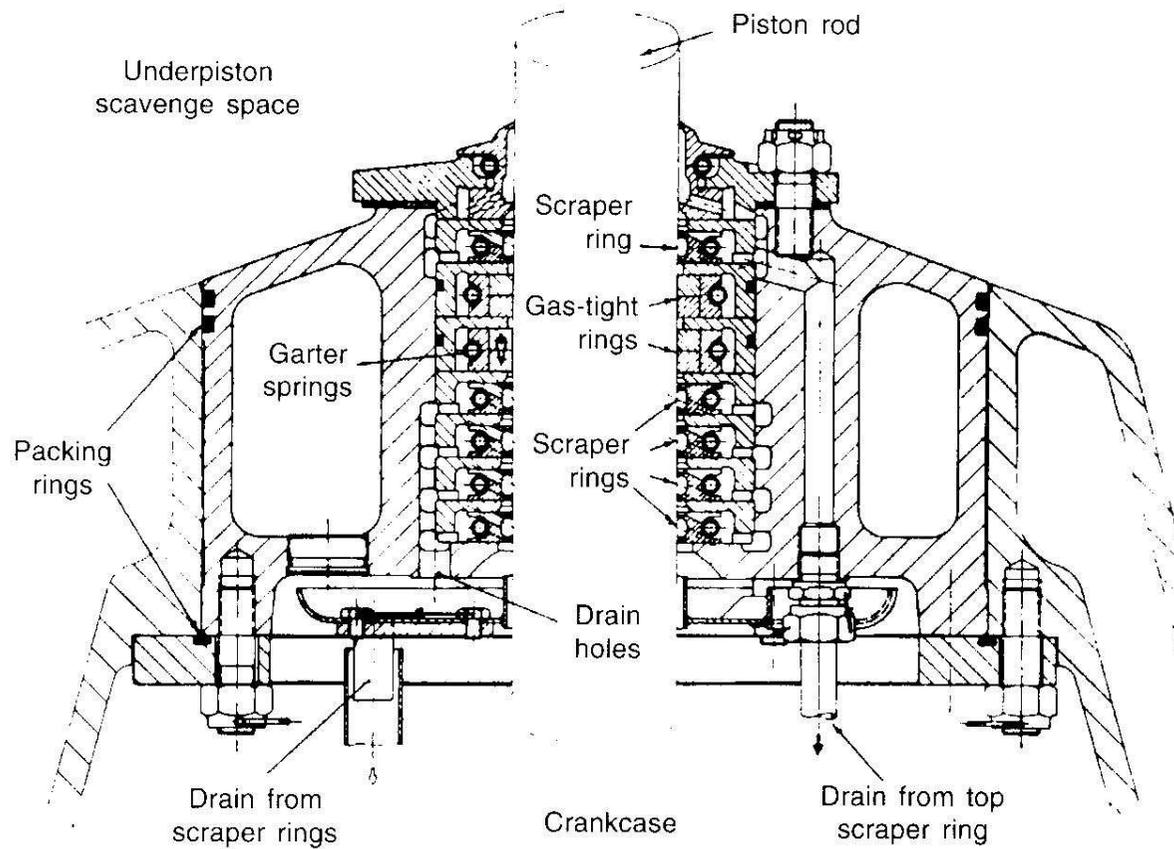
È inoltre possibile utilizzare olii differenti per la lubrificazione del cilindro e per la lubrificazione delle parti mobili.

Ciò consente di adottare per il cilindro un olio resistente alle alte temperature, cosa non richiesta all'olio che opera sui cuscinetti di banco e della biella, nonché del testacroce.



Motori a due tempi

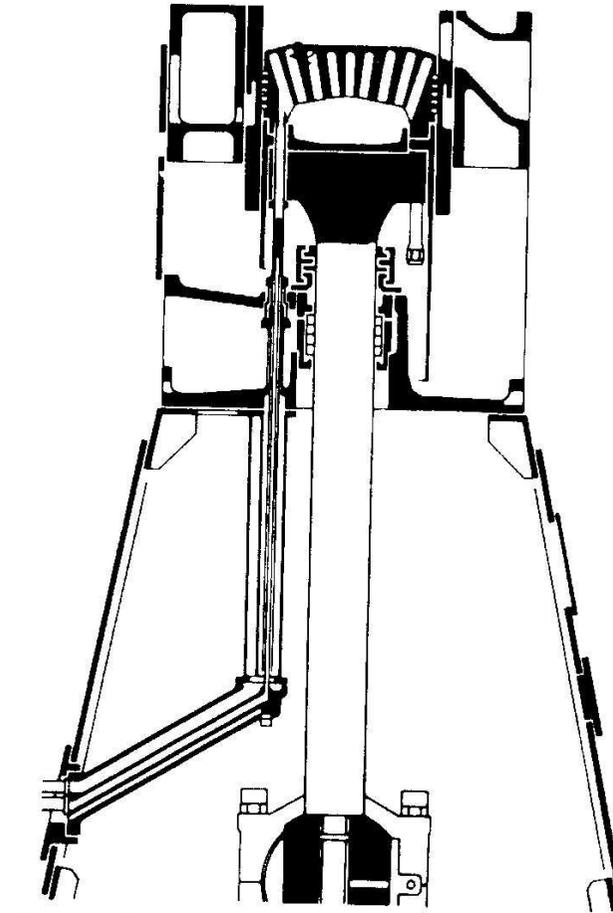
La separazione completa tra zona superiore e zona inferiore è resa possibile da una tenuta che rimuove l'olio inquinato dai residui della combustione dall'asta del pistone prima che questa attraversi il diaframma



Motori a due tempi

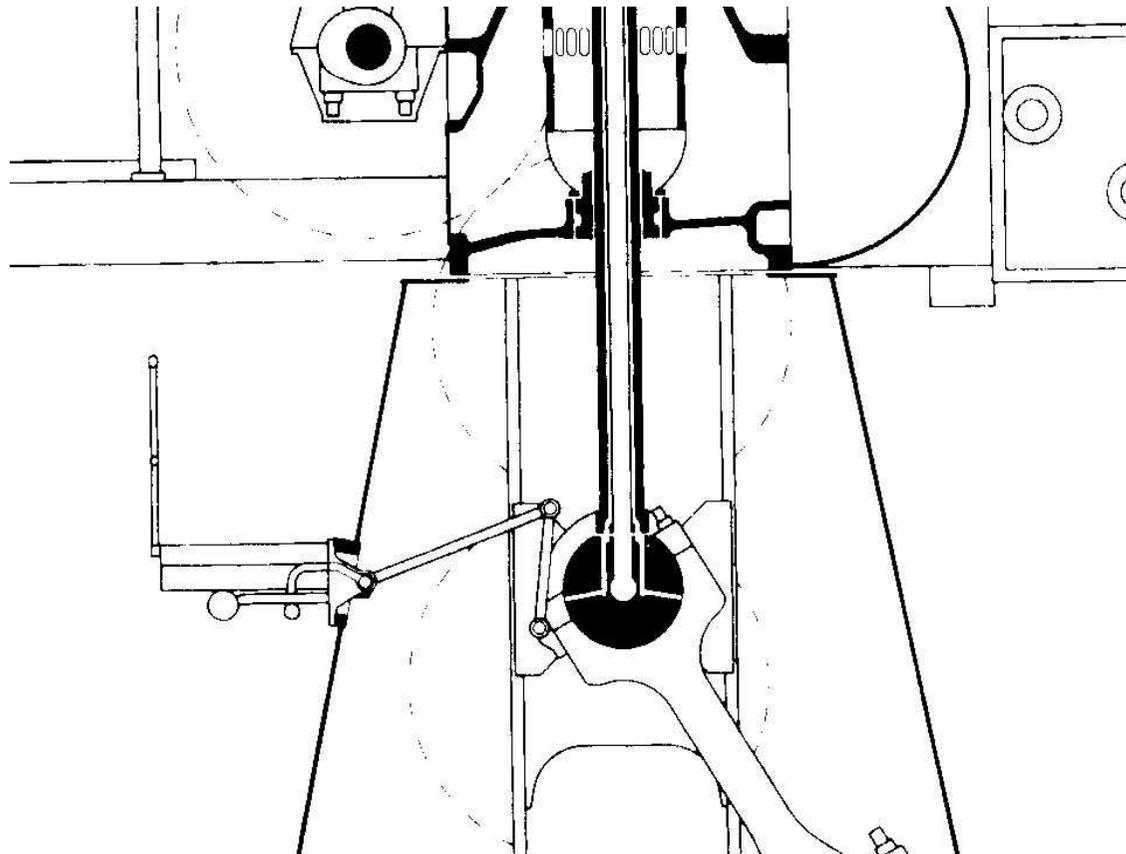
Il fatto che la zona spazzata dal pistone sia separata dal carter ha reso possibile, in alcuni motori, l'adozione del raffreddamento dei pistoni ad acqua, dato che eventuali perdite avrebbero avuto conseguenze minori rispetto all'eventuale inquinamento dell'olio di lubrificazione che si potrebbe verificare in motori senza diaframma.

Il vantaggio di utilizzare l'acqua è legato al fatto che la sua capacità termica è maggiore rispetto all'olio e ciò consente fori di raffreddamento di minore grandezza che non pregiudicano la robustezza degli elementi soggetti anche a forti sollecitazioni.

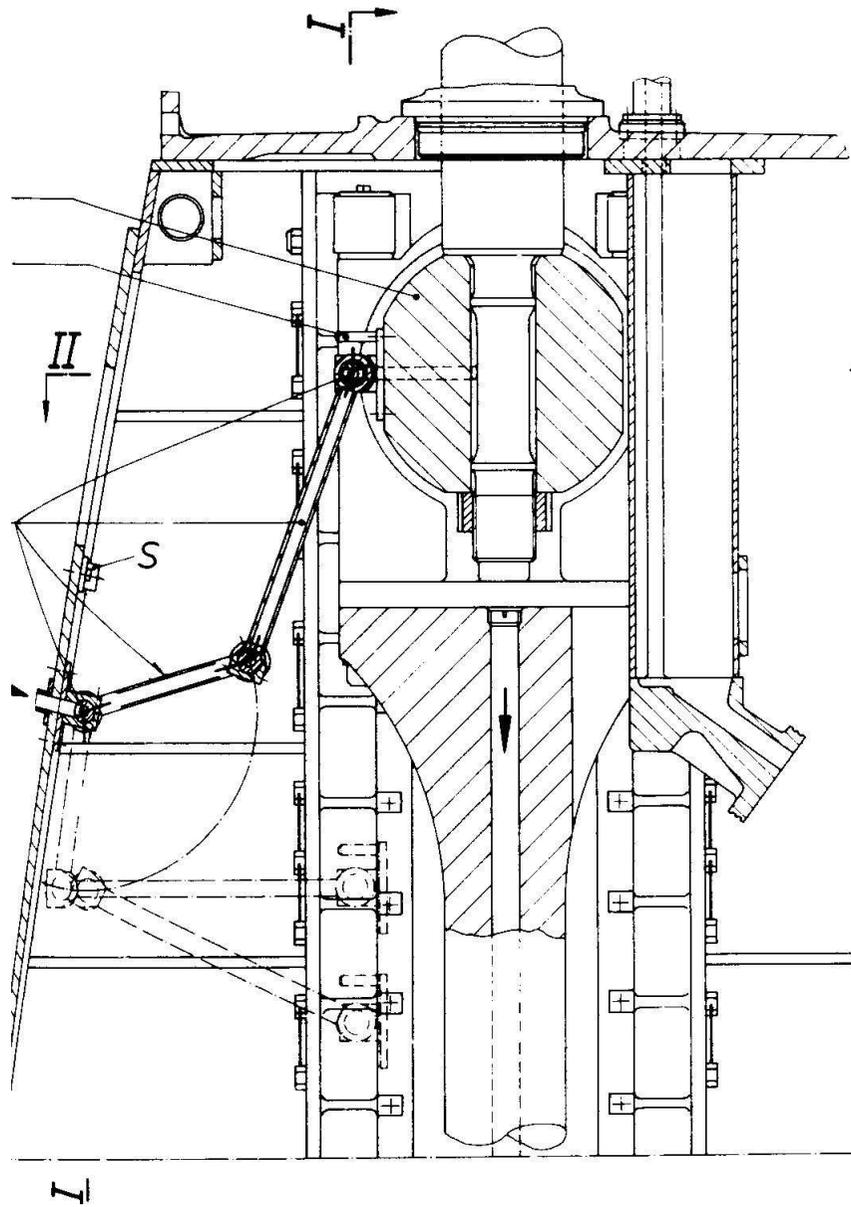


Motori a due tempi

Altro vantaggio riguarda il circuito di lubrificazione della biella e dell'albero a gomiti. In soluzioni con pistoni tuffanti il circuito di lubrificazione inizia dai cuscinetti di banco, fora l'albero a gomiti per raggiungere il cuscinetto di piede della biella e poi risale al cuscinetto di testa di tale organo. La presenza del testa a croce in quanto organo dotato di moto puramente traslatorio offre l'occasione di avvalersi di tubi a ginocchiera, per cui il circuito ha inizio in corrispondenza del testa a croce e scende fino al cuscinetto di piede di biella. Non si presenta quindi la necessità di forare l'albero motore. I cuscinetti di banco vengono poi raggiunti da altro punto di lubrificazione.

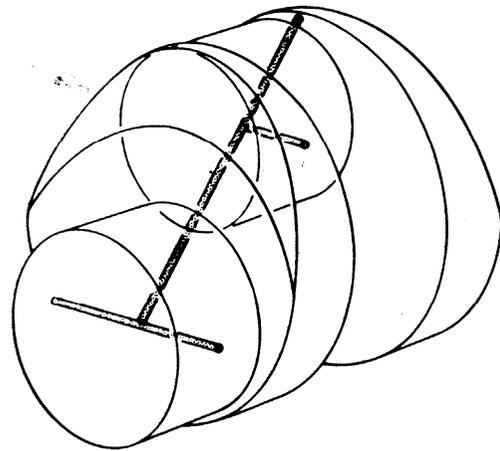


Motori a due tempi

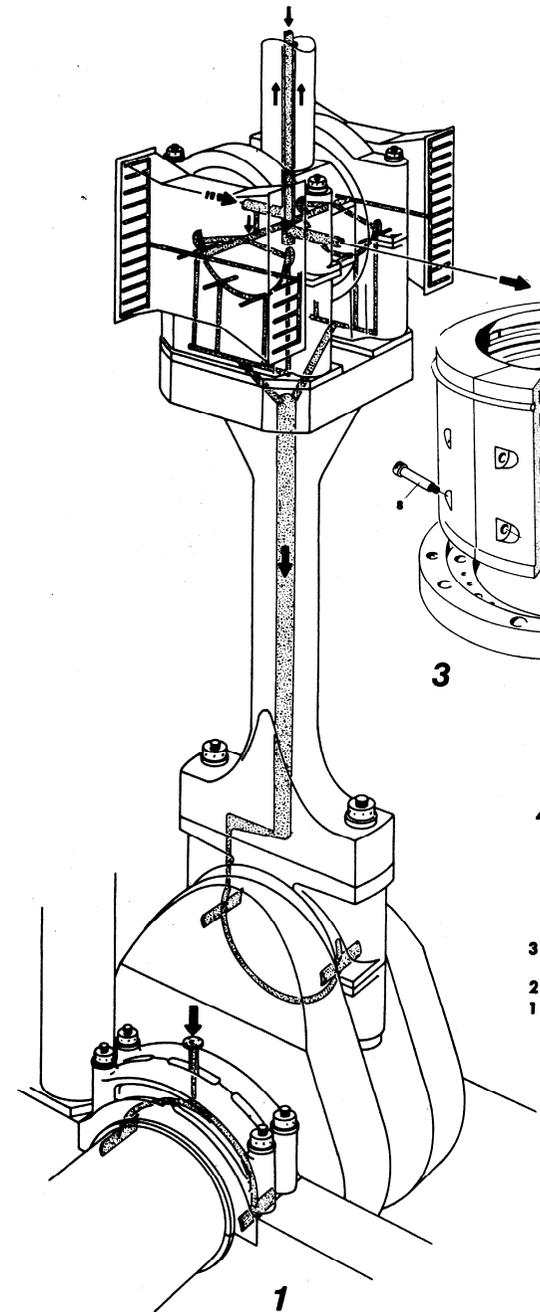


Motori a due tempi

Lubrificazione del testacroce e dei cuscinetti del piede e di testa di biella.



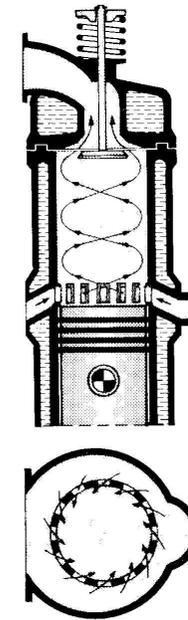
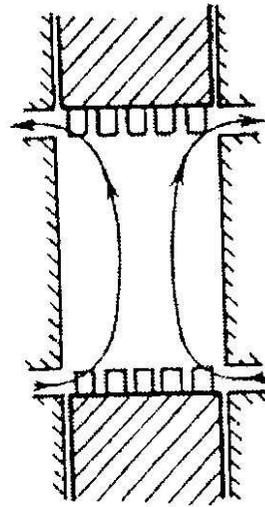
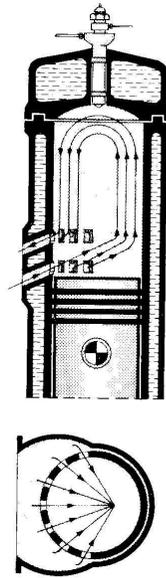
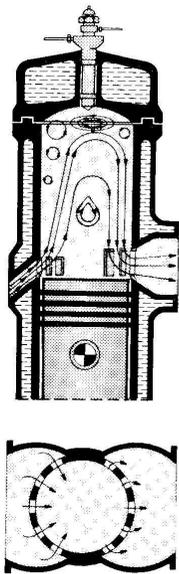
Differenza con un motore quattro tempi in cui la lubrificazione della testa di biella è realizzata dai cuscinetti di banco



Motori a due tempi

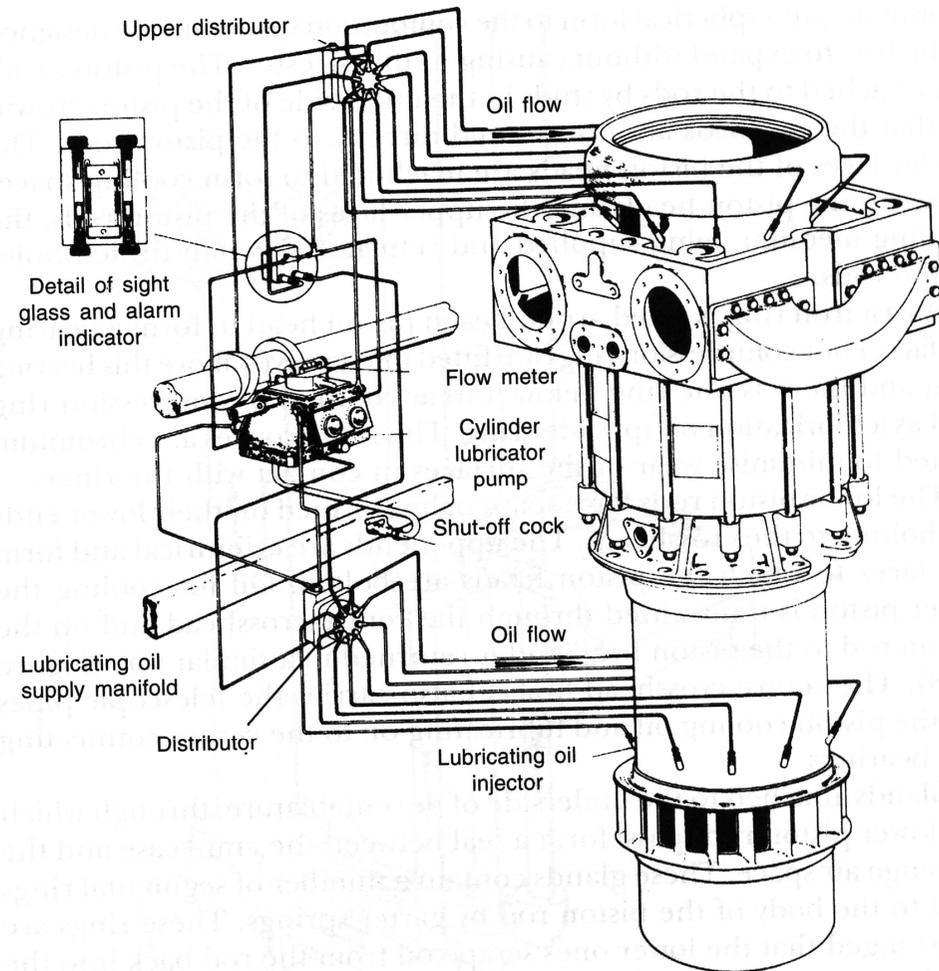
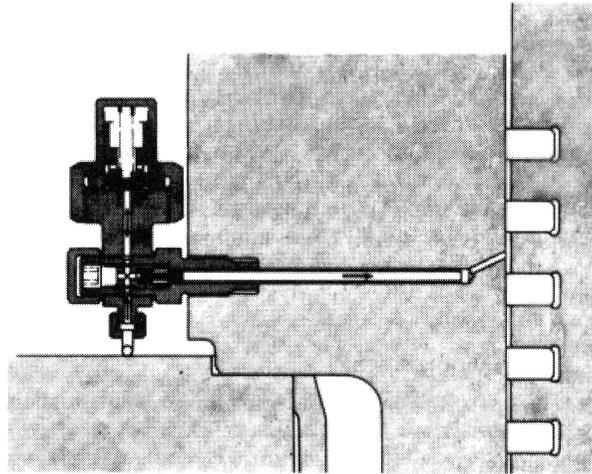
Tipologie di lavaggio

Negli anni l'evoluzione dei motori due tempi si è consolidata sulla soluzione con valvola di scarico in testa mostrata a destra



Motori a due tempi

La lubrificazione della camicia viene fatta tramite un circuito aperto; l'olio viene inviato tramite opportuni fori alla parete della camicia ad ogni passaggio del pistone, sia nella parte alta che nella parte bassa.



Motori a due tempi

La lubrificazione della camicia viene fatta tramite un circuito aperto; l'olio viene inviato tramite opportuni fori alla parete della camicia ad ogni passaggio del pistone, sia nella parte alta che nella parte bassa.

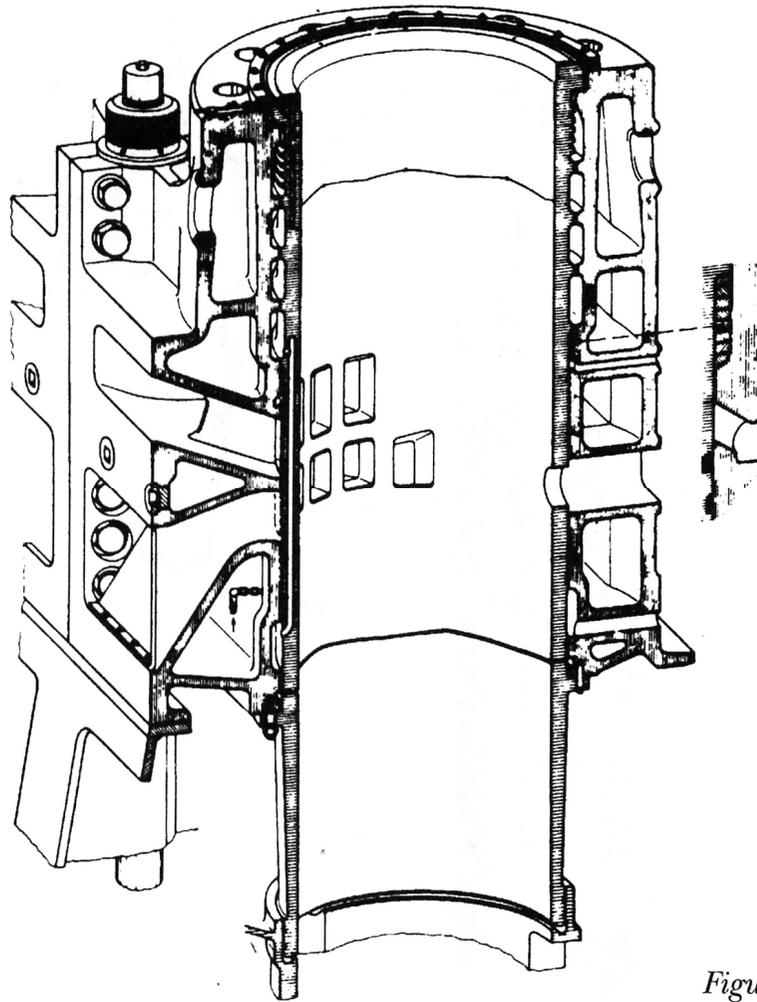
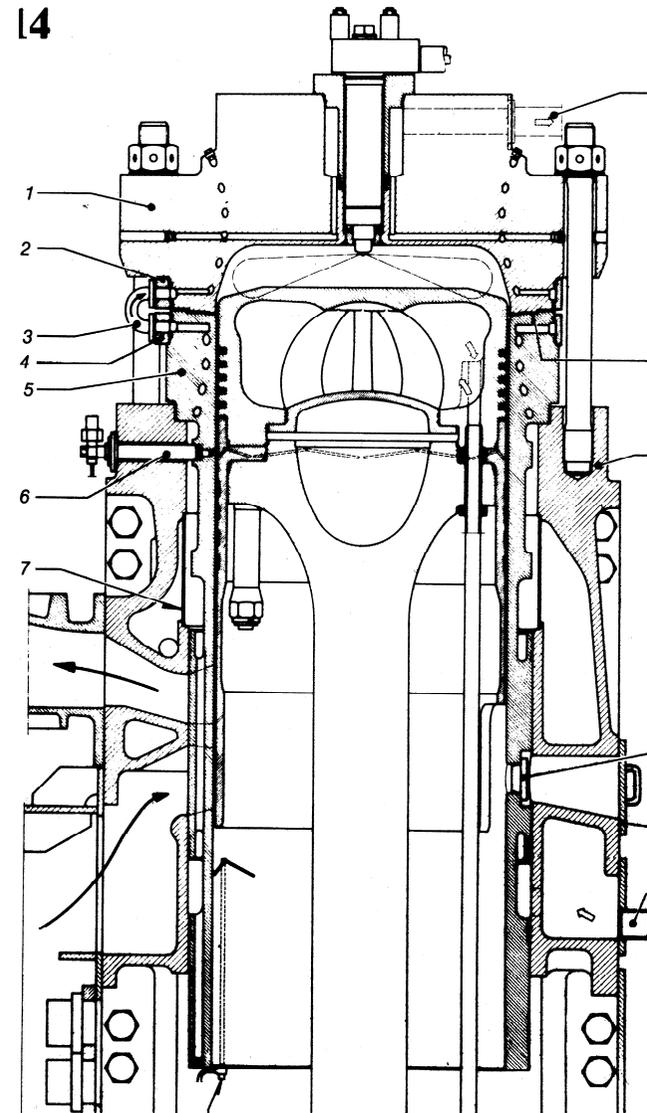
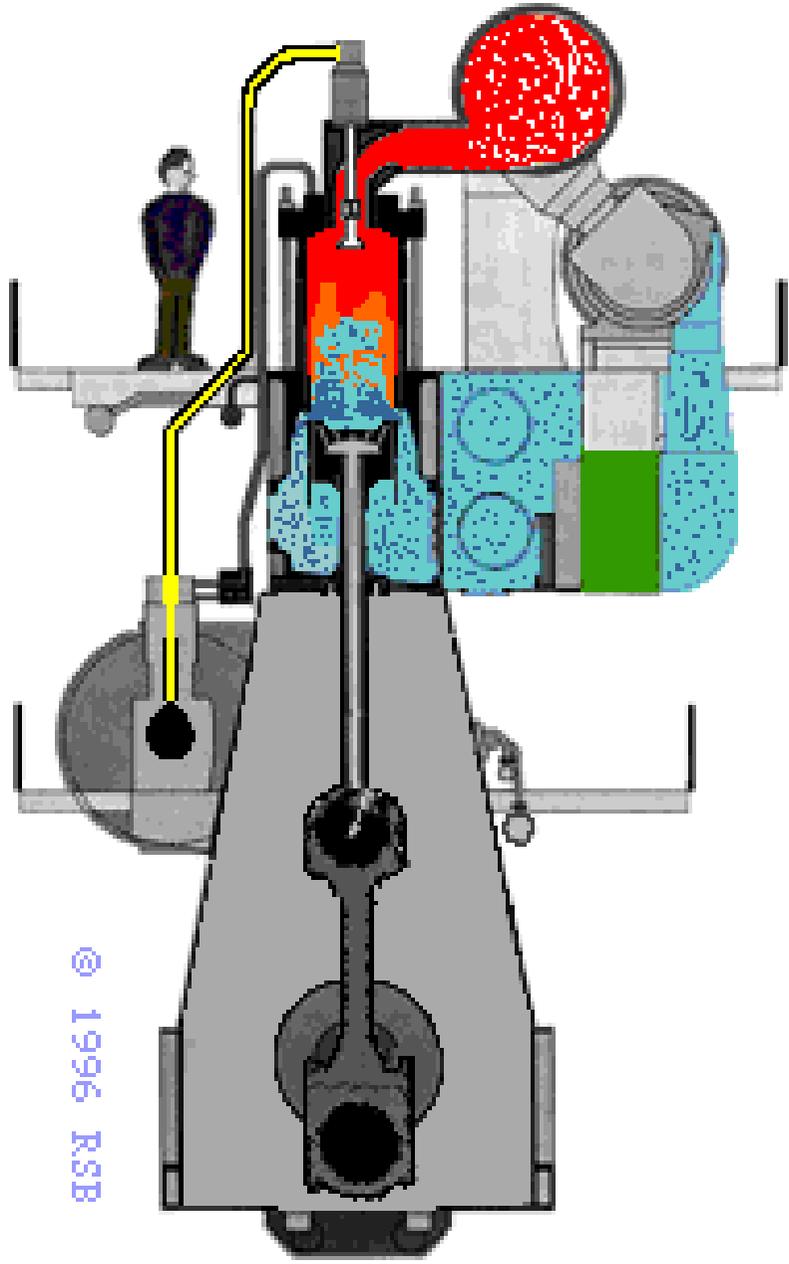


Figure 1





© 1996 RSB



