

COMPOSIZIONE E FUNZIONAMENTO DEL MOTORE QUATTRO TEMPI(4-Stroke)

Salve a tutti. In questa recensione spiegherò la composizione e il funzionamento del motore a scoppio Quattro Tempi, in inglese 4-stroke. Prima di incominciare bisogna dare uno sguardo ai principi fondamentali della termodinamica, altrimenti non capirete nulla. Ve li accenno brevemente: La termodinamica è quella parte della Fisica che studia tutti gli aspetti riguardanti le trasformazioni di calore in lavoro e viceversa; Un ciclo termodinamico è una sequenza di trasformazioni, al termine delle quali il sistema ritorna allo stato nel quale si trovava inizialmente. Ed infine bisogna sapere che si chiamano trasformazioni adiabatiche quelle trasformazioni nelle quali il sistema non scambia calore con l'ambiente esterno e, cosa importante, che il calore e il lavoro sono due aspetti dell'energia che è possibile trasformare l'uno nell'altro e viceversa. Quindi, acquisite queste nozioni teoriche di base, possiamo iniziare a parlare del motore Quattro Tempi.

Il motore a scoppio, detto anche motore a combustione interna, fu costruito per la prima volta nel 1877 dal tedesco Nikolaus Otto. Questa è una macchina termica in quanto trasforma in modo continuo l'energia termica (calore) in lavoro. Ma non tutto il calore a disposizione viene convertito in lavoro: una parte è inevitabilmente dispersa.

Dal punto di vista strutturale, il motore è fondamentalmente formato da (fig. 1)

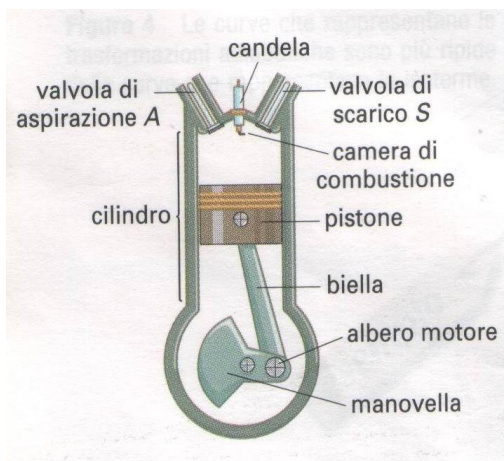


fig. 1

- *Carburatore o pompa a iniezione elettronica*, in cui si forma la miscela di aria e benzina;
- Uno o più *cilindri*, nei quali scorrono i *pistoni*;
- *Valvola di aspirazione*, per l'ingresso della miscela, e *valvola di scarico*, per l'uscita dei gas di combustione, entrambe collocate nella *testata* del cilindro;
- *Candela*, necessaria per l'accensione della miscela;
- *Camera di combustione*; che è lo spazio tra la testata e il pistone quando quest'ultimo si trova nella posizione più vicina alla testata;
- *Biella e manovella*, che trasformano il movimento ripetitivo di andirivieni dei pistoni nella rotazione dell'*albero motore*.

Il funzionamento di un motore a combustione interna può essere schematizzato tramite una serie di trasformazioni che prende il nome per l'appunto di Ciclo Otto, anche se non è un vero e proprio ciclo termodinamico. Dal momento che, nel caso del caso da noi preso in esempio, ogni quattro movimenti del pistone tutto ricomincia da capo, si parla anche di motore a Quattro tempi.

PRIMO TEMPO

- **Aspirazione**

La valvola di aspirazione A è aperta e la valvola di scarico S è chiusa. Il pistone scende verso il *Punto Morto Inferiore* (PMI), in cui si determina il massimo volume V_1 , e, a causa della decompressione che si crea nel cilindro, tramite la valvola A aspira una miscela formata da aria e benzina nebulizzata, proveniente dall'impianto di alimentazione. (fig. 2a)

Isobara $0 \rightarrow 1$

Il volume aumenta fino a raggiungere nel punto 1 il massimo valore V_1 . (fig. 2b) La pressione rimane nel frattempo costante e pari a quella atmosferica.

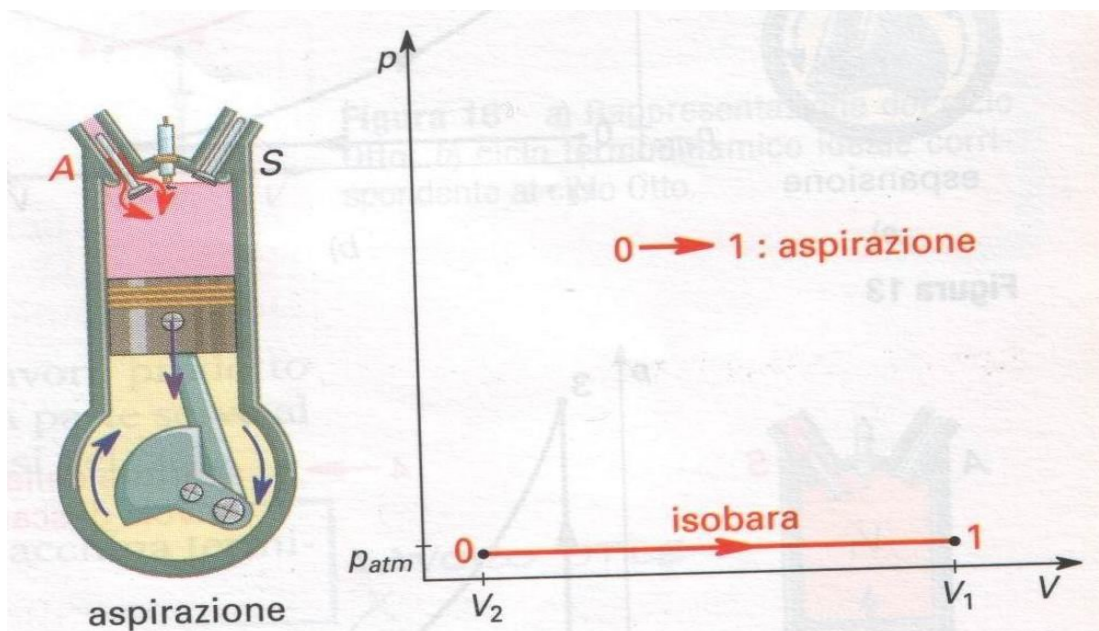


fig. 2 a)

b)

SECONDO TEMPO

- **Compressione**

Una volta che la miscela è entrata nel cilindro, la valvola A si chiude e il pistone inizia a risalire verso il *Punto Morto Superiore* (PMS), in cui si determina il volume minimo V_2 del cilindro, compreso fra il pistone e la testata, zona che costituisce la camera di combustione, comprimendo la miscela. (fig. 3a)

Compressione adiabatica $1 \rightarrow 2$

La compressione della miscela, a causa della rapidità del movimento, avviene praticamente senza scambio di calore con l'esterno. Il volume diminuisce fino a raggiungere nel punto 2 il valore minimo V_2 . In questa fase la pressione e la temperatura aumentano. (fig. 3b)

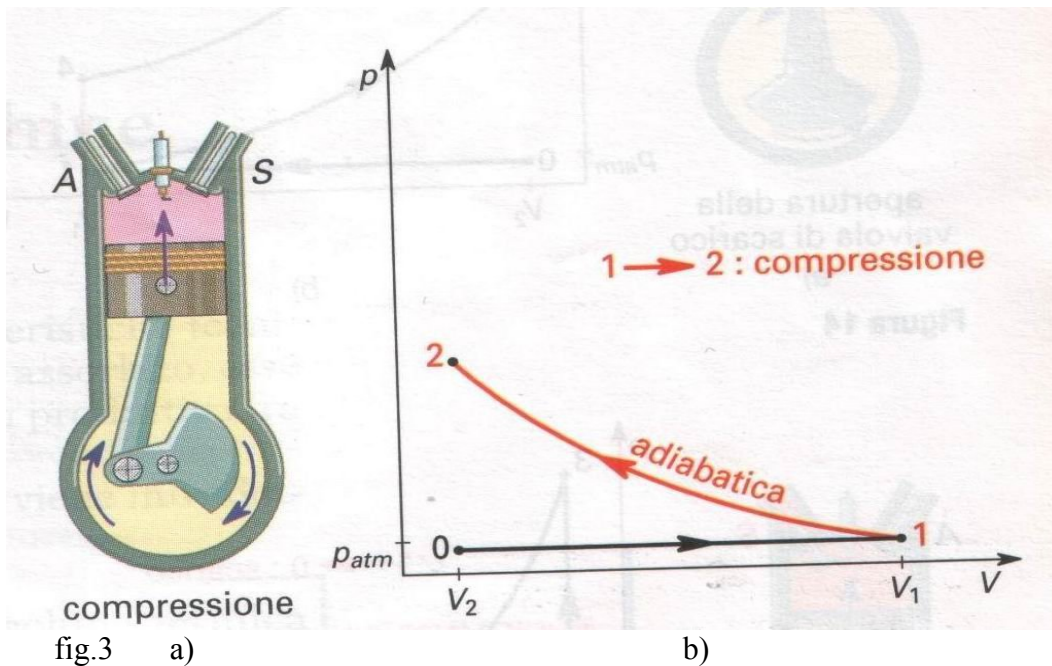


fig.3 a)

b)

TERZO TEMPO

- **Scoppio ed espansione**

Entrambe le valvole A e S sono chiuse. Il pistone è nel PMS (Volume V_2) e attraverso la candela viene fatta scoccare la scintilla, per cui la miscela brucia nella camera di combustione. (fig. 4a)

Isocara 2 → 3

Ipotizzando che la miscela bruci molto rapidamente e tutta insieme, si ha un aumento violento della temperatura e della pressione dei gas presenti nella camera di combustione, in sostanza a volume costante, cioè mentre il pistone è istantaneamente fermo al PMS (Volume V_2) (fig. 4b)

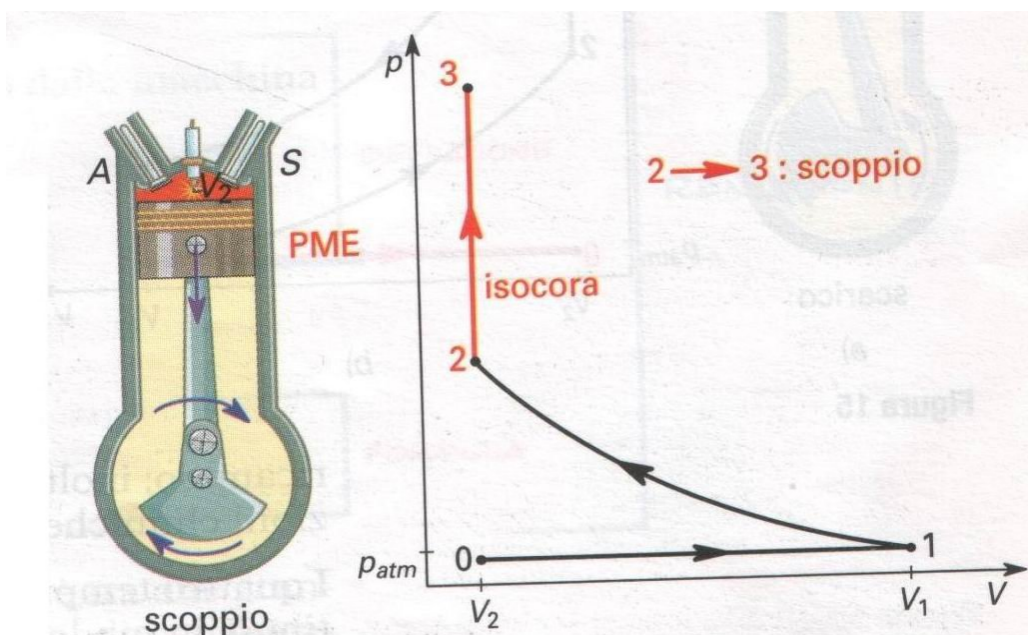


fig.4

a)

b)

Il pistone viene spinto verso il basso fino al PMI (Volume V_1) a causa dell'aumento di pressione durante la combustione della miscela (che a questo punto non è più tale, ma si è trasformata nei gas di combustione)(fig. 5a)

Espansione adiabatica $3 \rightarrow 4$

Considerata la rapidità del movimento, anche la fase di espansione avviene senza scambi di calore con l'esterno. Il volume aumenta da V_2 fino a V_1 , mentre sia la pressione sia la temperatura diminuiscono. **Ed è questa l'unica fase in cui il sistema compie lavoro.** (fig.5b)

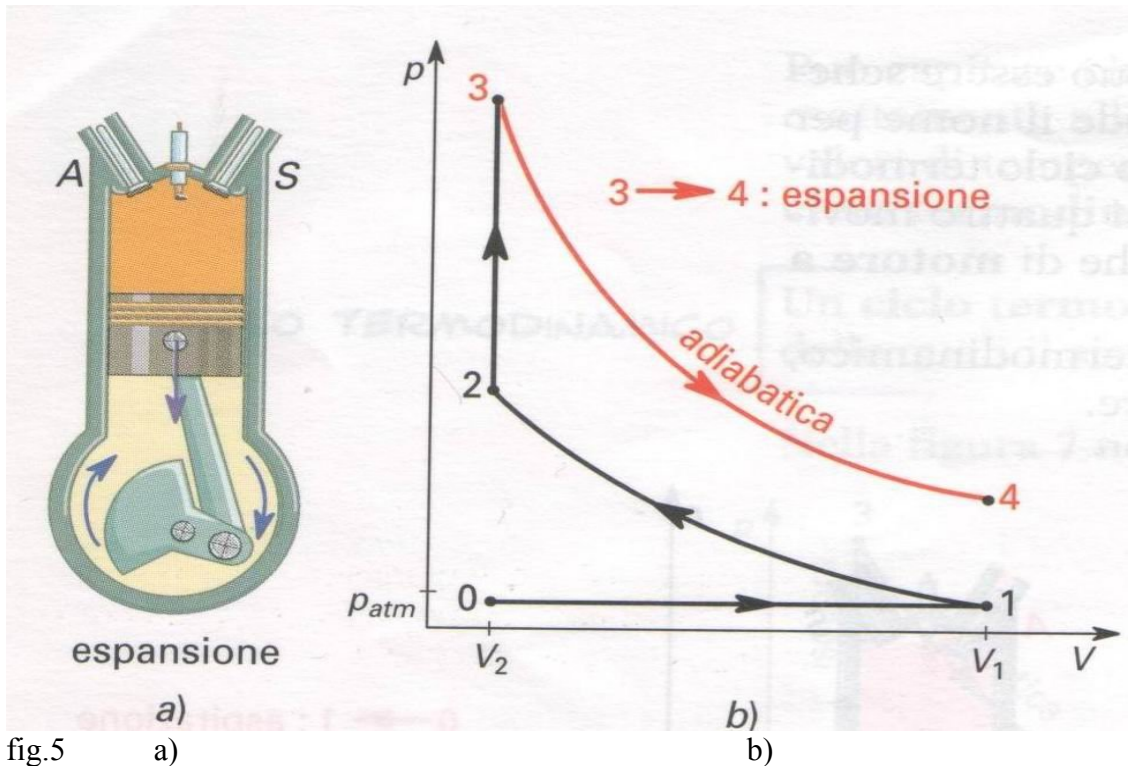


fig.5

QUARTO TEMPO

- **Apertura della valvola di scarico ed espulsione**

Mentre il pistone è al PMI, si apre la valvola si scarica S(fig.6a)

Isocora 4 → 1

Essendoci una grande differenza di pressione tra l'aria esterna e i gas all'interno del cilindro, questi cominciano a defluire attraverso S. Dato che il pistone può essere considerato istantaneamente fermo, la diminuzione di pressione avviene a volume costante V_1 (fig.6b)

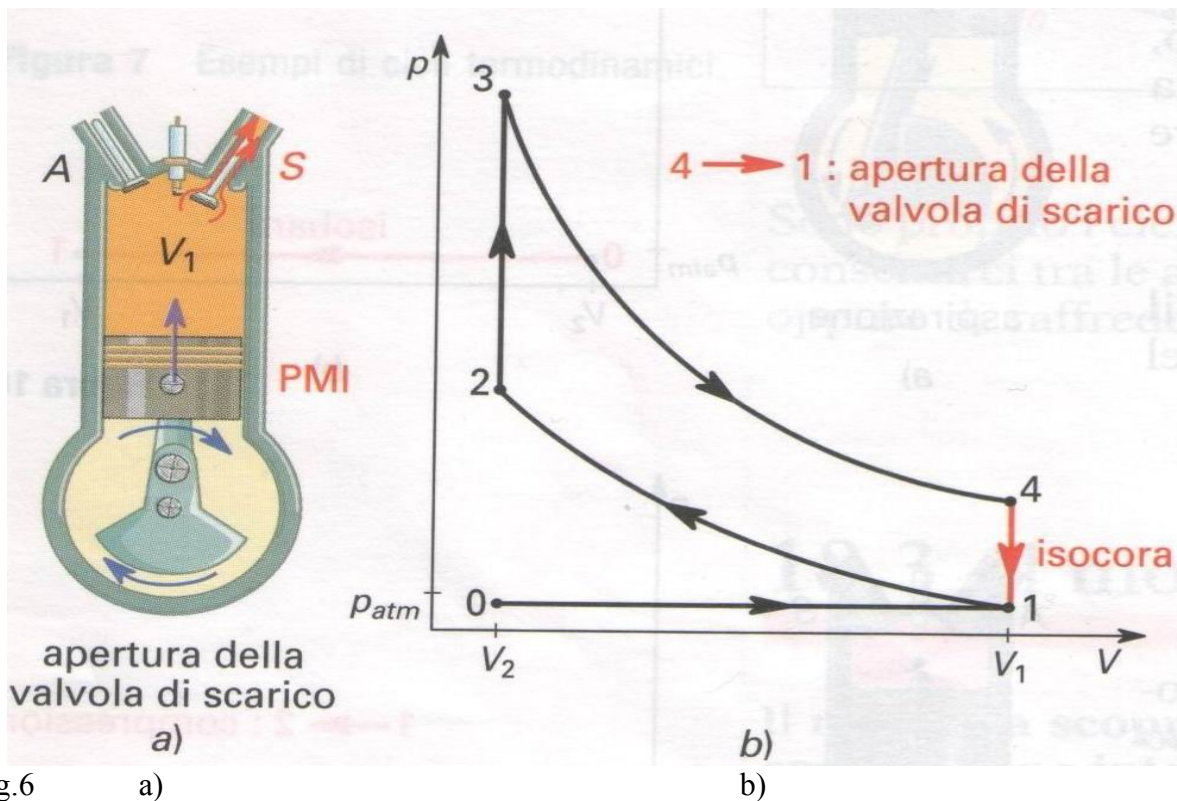


fig.6

a)

b)

Il pistone risale dal PMI al PMS, completando l'espulsione dei prodotti della combustione (fig.7a).

Isobara 1 → 0

Il volume diminuisce da V_1 fino a V_2 . La pressione rimane nel frattempo costante e pari a quella atmosferica.(fig.7b)

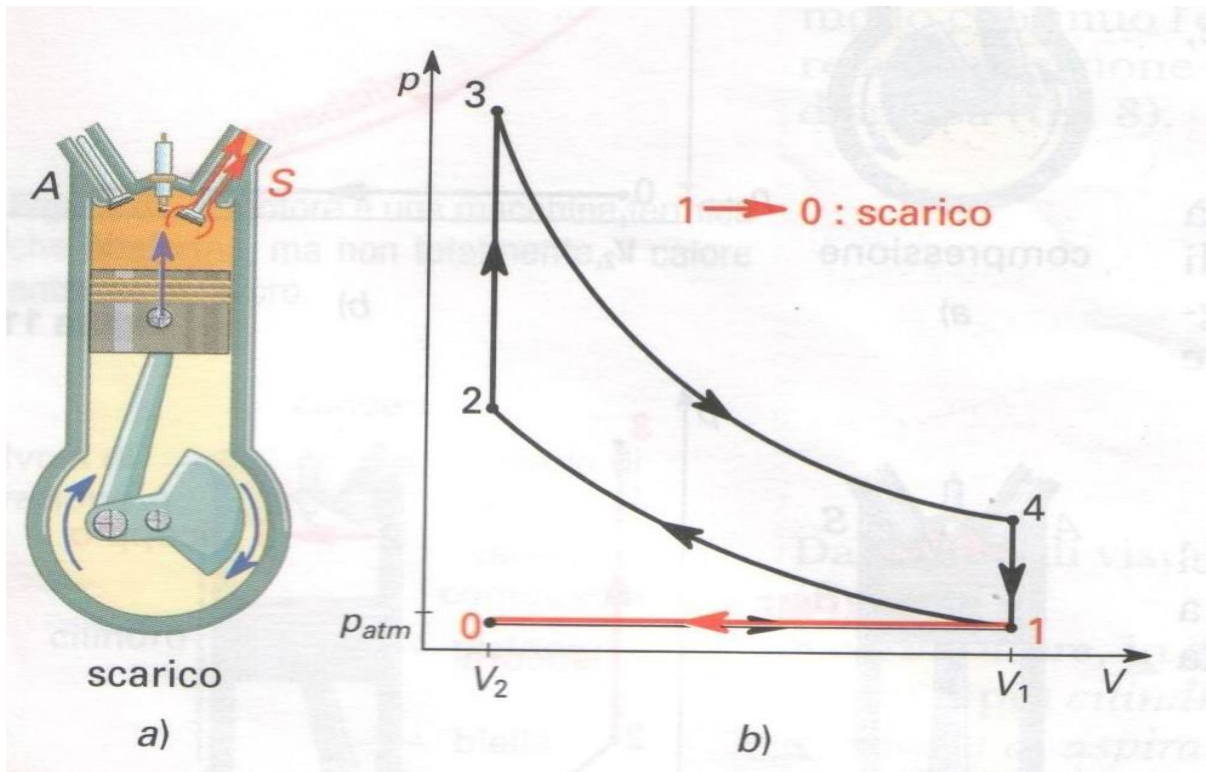


fig.7

a)

b)

I quattro tempi del motore a scoppio appena descritto si ripetono di continuo in modo tale che il moto di andirivieni del pistone (chiamato perciò moto alternativo), grazie al manovellismo, viene trasmesso all'albero motore e poi di qui alla trasmissione e quindi alle ruote. In ogni caso, non tutto il lavoro nella fase $3 \rightarrow 4$ è reso disponibile in uscita, in quanto una parte serve al motore stesso per il suo funzionamento durante le altre fasi del ciclo. Quindi il lavoro reso effettivamente disponibile all'uscita dalla macchina termica viene indicato come Lavoro Utile (L_U).

Supponiamo di avere due macchine termiche con caratteristiche tecniche diverse, in conseguenza delle rivali, a parità di calore assorbito, esse forniscono un lavoro diverso. Riteniamo quindi, più produttiva fra le due quella che compie un lavoro maggiore. Per tenere conto di questa possibilità e per quantificarla, viene introdotta una grandezza che prende il nome di Rendimento (η).

Il rendimento misura l'efficienza con cui una macchina termica converte il calore in lavoro.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{lavoro utile}}{\text{calore assorbito}}$$

(η) è una lettera greca che si legge "eta". Poiché il rapporto è tra due grandezze che si misurano entrambe in joule, il rendimento è dimensionale, cioè un numero puro, e spesso è riportato in percentuale.

Ritornando al ciclo di Otto, il rapporto R tra il volume massimo V_1 del cilindro (Pistone al PMI) e il volume minimo V_2 della camera di combustione (pistone al PMS), è detto anche rapporto di compressione;

$$R = V_1/V_2$$

Allora si può dimostrare che il rendimento del ciclo è dato da:

$$\eta = 1 - (1/R^{k-1})$$

in cui K è la costante delle trasformazioni adiabatiche che per la miscela aria-benzina vale 1,4. Dalla formula si vede che il rendimento (η) del motore è tanto maggiore quanto più si innalza il rapporto di compressione R . Tuttavia, indicativamente R non può superare il valore di 10\15, perché nel caso contrario si hanno problemi di cattivo funzionamento del motore, quali l'accensione del combustibile prima del tempo, la famosa detonazione (che non sto qui a spiegarvi se no non finisco mai). Il fatto che il rapporto di compressione R non possa superare all'incirca 10, significa che V_1 non può essere più di 10\15 volte maggiore rispetto al volume V_2 della camera di combustione. *Abbassare la testata*, come si dice in gergo, significa ridurre il volume V_2 e quindi aumentare R .

Spero che abbiate capito il tutto e di esservi stato utile.

Saluti, Iverson91\Luca

