

## CILINDRI OLEODINAMICI

I cilindri oleodinamici sono degli attuatori lineari che realizzando la conversione dell'energia idraulica in energia meccanica producono una forza e lo spostamento lineare del carico.

In relazione alla funzione svolta i cilindri idraulici possono essere raggruppati in due categorie principali: i cilindri a semplice effetto e quelli a doppio effetto (figura 1).

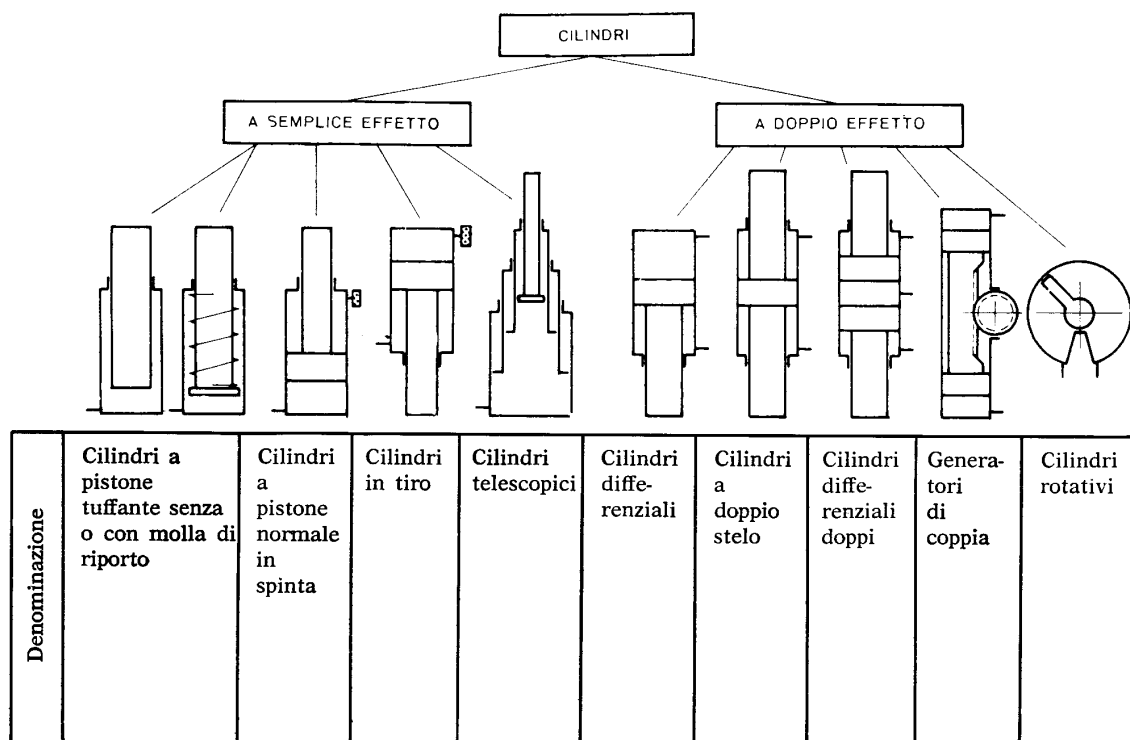


Figura 1 Classificazione funzionale dei cilindri

Nei cilindri a semplice effetto l'olio in pressione agisce in una sola camera e può quindi realizzare il movimento del carico in un solo verso che può essere di spinta oppure di tiro. In questo caso il movimento opposto che riporta il pistone nella posizione iniziale deve essere assicurato da una forza di origine diversa (molla, peso del pistone o contrappeso). Nelle situazioni in cui sono richieste delle corse elevate ma ingombri limitati a cilindro inattivo, si ricorre ai cilindri telescopici realizzati impilando assialmente due o più cilindri.

Nell'esecuzione a doppio effetto invece il fluido in pressione può alimentare entrambe le camere consentendo in tal modo il controllo dei movimenti del pistone in entrambi i sensi.

Il cilindro a doppio effetto può essere realizzato con lo stelo da un solo lato del pistone (cilindro differenziale) oppure può essere a stelo passante (figura 1).

Esistono anche degli altri cilindri idraulici che attraverso delle esecuzioni speciali diventano dei veri e propri attuatori rotativi in quanto realizzano un movimento rotativo come nel caso

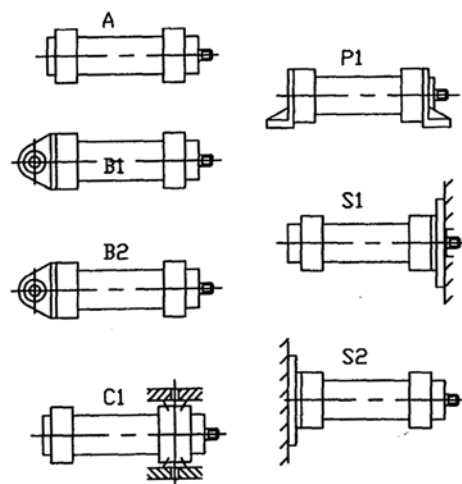
del generatore di coppia e dei cilindri rotativi (semimotori).

Gli elementi principali che compongono un cilindro idraulico sono il corpo tubolare che termina con due testate ed il pistone.

Le testate comprendono anche i sistemi di fissaggio del cilindro al suo supporto e gli attacchi dei condotti dell'olio. Almeno una delle testate deve essere forata per consentire la fuoriuscita dello stelo che è guidato da una bronzina.

Per resistere alle elevate pressioni il corpo tubolare, il pistone, lo stelo e le testate sono realizzate in acciaio da costruzione mentre per le boccole di guida si usa il bronzo.

Per sviluppare le forze richieste il cilindro deve essere fissato in modo opportuno alla macchina utilizzando gli appositi sistemi di fissaggio. In figura 2 sono rappresentati le diverse soluzioni di fissaggio utilizzate.



A: Martinetto bas; B1: Incernierato al fondo  
B2: Incernierato su snodo sferico C1: Con cerniera di testa  
P1: Con appoggi orizzontali; S1,S2: Con flange di testa

Figura 2 Sistemi di ancoraggio dei cilindri

Nel caso degli attuatori lineari a doppio effetto la superficie utile sulla quale agisce il fluido nella camera lato stelo è ovviamente diversa da quella nella camera frontale come chiaramente indicato dallo schema di figura 3.

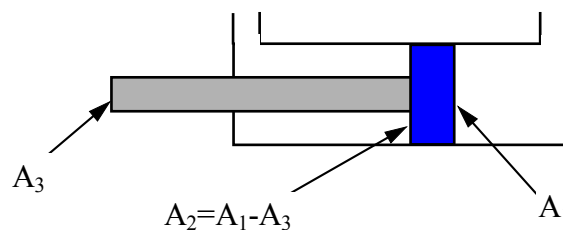
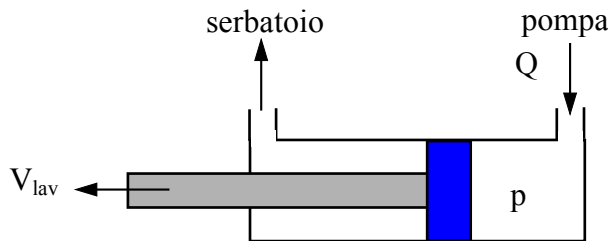


Figura 3 Schema di un cilindro differenziale a doppio effetto

Nel cilindro differenziale il rapporto fra le aree  $A_1/A_2$  è ovviamente maggiore di 1; tra i più diffusi ci sono quelli con rapporto pari a 2. Con questa configurazione è possibile realizzare, a parità di portata, una velocità di rientro dello stelo più elevata di quella della fase di spinta.

Corsa di lavoro o fase di spinta

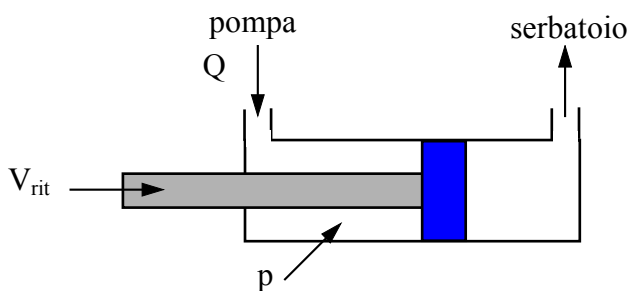


$$V_{lav} = \frac{Q}{A_1}$$

$$F_{lav} = pA_1$$

Figura 4 Corsa di lavoro

Corsa di rientro dello stelo o fase di tiro

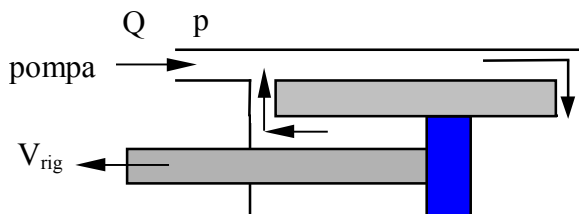


$$V_{rit} = \frac{Q}{A_2}$$

$$F_{rit} = pA_2$$

Figura 5 Corsa di rientro dello stelo

Fase rigenerativa: corsa di fuoriuscita dello stelo - Accostamento veloce -



$$V_{rig} = \frac{Q}{A_1 - A_2} = \frac{Q}{A_3}$$

$$F_{rig} = p(A_1 - A_2) = pA_3$$

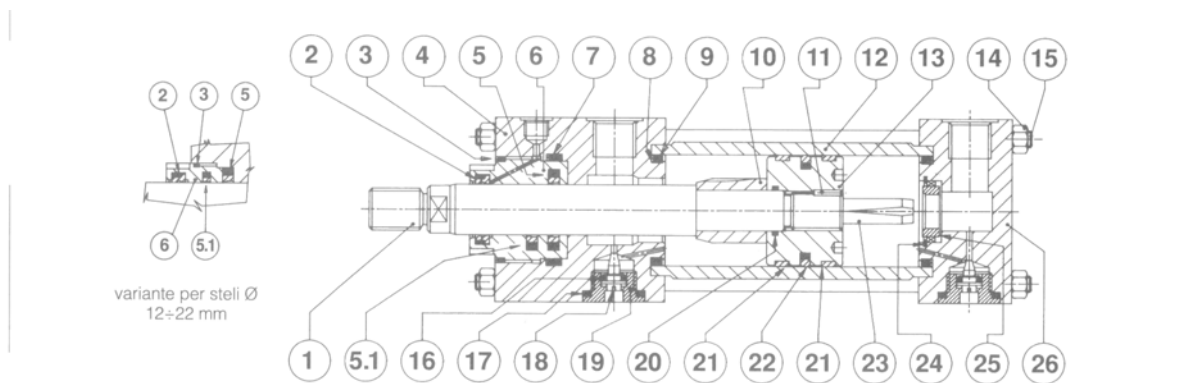
Figura 6 Corsa rigenerativa veloce

Esempio: Confrontare diversi attuatori lineari caratterizzati dal medesimo diametro del cilindro  $D=100$  mm ma da diversi rapporti delle aree  $A_1/A_2$  (1.25, 1.5, 2). I martinetti solo alimentati con una pressione di 100 bar e una portata di 60 l/min.

**Frenatura dei cilindri**

In presenza di velocità dei cilindri superiori a 6 m/s o con masse rilevanti che comportano elevate forze d'inerzia, è necessario ricorrere alla frenatura idraulica di fine corsa per evitare urti e possibili danneggiamenti alle strutture e ai meccanismi.

La frenatura idraulica consiste nel far intervenire un passaggio strozzato attraverso cui fuoriesce l'olio dal cilindro quando si è prossimi alla fine della corsa del pistone. In tal modo si genera una contro-pressione all'interno del cilindro che contrastano l'avanzamento del pistone lo rallenta. I valori della pressione di frenatura che si realizzano non devono però superare quelli massimi ammissibili per il cilindro.



POS.	DENOMINAZIONE	MATERIALE	POS.	DENOMINAZIONE	MATERIALE	POS.	DENOMINAZIONE	MATERIALE
1	stelo	acciaio cromato	9	guarnizione OR	gomma nitrilica	18	spillo di regolazione	acciaio
2	raschiapolvere	gomma nitrilica e PTFE	10	pistone freno anteriore	acciaio temprato	19	tappo antisvitamento	acciaio
3	guarnizione OR	gomma nitrilica	11	spina antisvitamento	acciaio	20	guarnizione OR	gomma nitrilica
4	testata anteriore	acciaio	12	corpo	acciaio	21	pattini antifrizione - GP8	PTFE
5	guarnizione stelo	gomma nitrilica e PTFE	13	pistone	acciaio	22	guarnizione pistone - G8	gomma nitrilica e ELASTOMERO
5.1	2ª guarnizione stelo (opzione J)	gomma nitrilica e PTFE	14	dado	acciaio	23	pistone freno posteriore	acciaio
6	bussola di guida	bronzo	15	tirante	acciaio	24	anello di fermo posteriore	acciaio
7	guarnizione OR con antiestrusione	gomma nitrilica e PTFE	16	guarnizione OR	gomma nitrilica	25	bussola freno posteriore	bronzo
8	antiestrusione	PTFE	17	guarnizione	acciaio + gomma nitr.	26	testata posteriore	acciaio

Figura 7 Cilindro a doppio effetto con sistema di frenatura

L'azione di frenatura si prefigge di annullare l'energia cinetica posseduta dalla massa in movimento, dissipandola attraverso il dispositivo di frenatura. L'energia cinetica di una massa M dotata di velocità V si esprime come

$$E_c = \frac{1}{2} M V^2$$

L'energia che deve essere dissipata dal sistema di frenatura attraverso il passaggio strozzato risulta pari al lavoro delle forze di pressione che agiscono sulla superficie del pistone:

$$L_f = p A c$$

Avendo indicato con  $p$  la pressione di frenatura,  $A$  la sezione di frenatura e  $c$  la corsa relativa alla fase di frenata.

$$E_c = L_f \Rightarrow p A c = \frac{1}{2} M V^2$$

pertanto la pressione di frenatura deve risultare:

$$p = \frac{M V^2}{2 A c}$$

Se ad esempio  $M=70$  kg,  $V=7$  m/s,  $A=35$  cm<sup>2</sup>,  $c=80$  mm si trova che  $p=61.25$  bar

### Guarnizioni

Per rendere minime o annullare completamente le fughe d'olio che possono verificarsi attraverso gli accoppiamenti fra le parti fisse e fra queste ultime e quelle mobili, occorre utilizzare particolari sistemi di tenuta. Le tenute possono essere classificate sostanzialmente in due distinte categorie: le tenute statiche e le tenute dinamiche.

Le tenute di tipo statico si applicano alle parti fisse mentre quelle di tipo dinamico sono impiegate fra gli elementi che sono in moto relativo fra loro.

Per le tenute statiche si impiegano le guarnizioni mentre per quelle dinamiche si possono prevedere precisi accoppiamenti metallo-su-metallo oppure utilizzare specifici elementi elastici di forma e materiale opportuno.

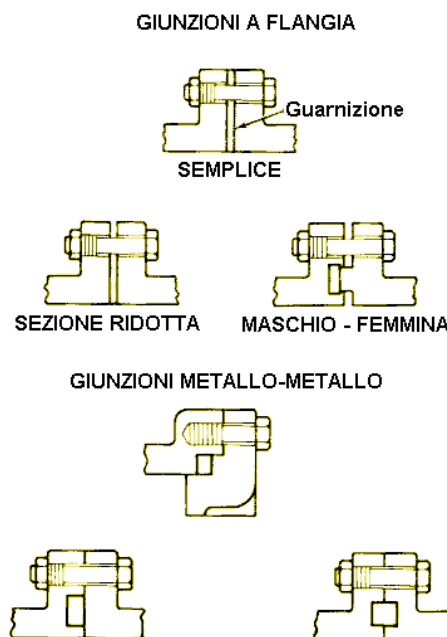


Figura 9 Tenute statiche: accoppiamenti metallo -su- metallo del tipo a flangia

Per un corretto funzionamento dei sistemi di tenuta occorrerà montare la guarnizione fra le due parti metalliche con una certa precompressione iniziale in modo che essa possa assumere la configurazione appropriata per poter resistere alle elevate pressioni del liquido.

Le guarnizioni si possono classificare secondo tre categorie principali:

- guarnizioni ad anello toroidale “O-ring”;
- guarnizioni a pacco;
- guarnizioni singole (a sezione piena e a labbri).

### Anello toroidale OR

Questi elementi di tenuta, presentando una sezione circolare, sono caratterizzati da una estrema semplicità strutturale in quanto rendono particolarmente semplice il loro montaggio nella sede ricavata di preferenza sull'elemento maschio (figura 10).

Il montaggio della guarnizione deve avvenire applicando una precompressione iniziale che porta ad una riduzione del diametro della sezione circolare. Successivamente sotto l'azione delle forze di pressione la guarnizione si deforma in modo da aderire perfettamente contro le pareti realizzando la tenuta in modo efficace.

Le guarnizioni sono in materiale sintetico (silicone, Perbunan, viton) e possiedono elevata elasticità ma anche una buona resistenza meccanica e chimica.

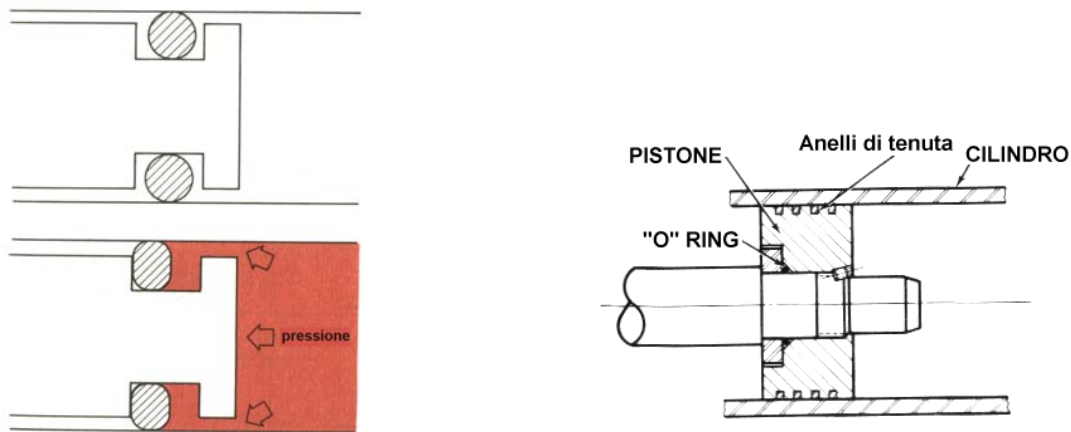


Figura 10 Tenuta ad anelli

### Guarnizione a pacco

La più nota guarnizione a pacco è il premistoppa che si presenta come una spirale continua oppure come una serie di anelli a sezione rettangolare ottenuti sempre partendo da una corda rettilinea in materiale a base di fibra vegetale grafitata e vulcanizzata con gomma. Nella soluzione ad anelli la corda che viene tagliata a formare gli anelli, deve essere poi montata in modo che le zone di giunzione delle singole guarnizioni risultino opportunamente sfalsate per ridurre al minimo le perdite.

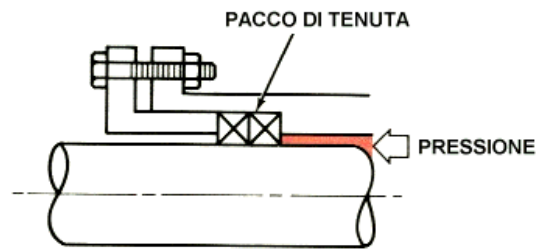


Figura 11 Tenuta a pacco

Il pacco di guarnizioni viene serrato esercitando una compressione assiale mediante un organo di serraggio regolabile a vite (figura 11) in modo che il pacco eserciti un'azione radiale intorno all'elemento maschio realizzando in tal modo l'azione di tenuta. Per non generare un'eccessiva forza d'attrito occorre però limitare il numero degli anelli del pacco di tenuta.

#### Guarnizione singola

Si possono distinguere due tipi di guarnizioni singole: quelle a sezione piena di notevole rigidità adatte per la tenuta in quelle applicazioni ad alta pressione e quelle a sezione profilata a "U" o a labbro che risulta più elastica e adatta per le applicazioni a bassa pressione. In queste guarnizioni non è presente alcuna azione di compressione assiale che è invece solo di tipo radiale.

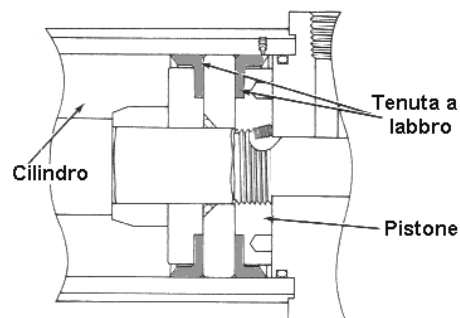


Figura 12 Guarnizioni a labbro