

[Clic per tutti gli appunti](#) (AUTOMAZIONE – TRATTAMENTI TERMICI ACCIAIO – SCIENZA delle COSTRUZIONI...)



[e-mail per suggerimenti](#)

9 OLEODINAMICA

9.1 Principi fondamentali

Per una più approfondita trattazione dei principi di idraulica si rimanda al corso di macchine. Qui vengono richiamate alcune nozioni che interessano i circuiti oleodinamici.

Con il termine di impianti idraulici o oleoidraulici si intende la trasmissione di potenze, di comandi, di forze mediante l'ausilio di liquidi.

I liquidi si considerano fluidi incomprimibili, *anche se, in realtà, con la pressione subiscono una variazione di volume che, agli effetti pratici, si considera trascurabile.*

I circuiti idraulici di comando trovano una vasta applicazione:

- 1- Nelle macchine utensili
- 2- Nelle presse
- 3- Nelle installazioni industriali (*per elevate forze o potenze*)
- 4- Nelle navi...

9.1.1 Energia idraulica

Nei sistemi di comando che verranno presi in considerazione, la trasmissione di energia è essenzialmente quella di pressione.

Come noto l'energia posseduta dal fluido in movimento è composta da più componenti.

L'energia viene riferita o all'unità di peso o all'unità di massa. Distinguiamo:

Energia potenziale

Dipendente dall'altezza "z" della sezione considerata rispetto al livello di riferimento:

$z \cdot I = z$ energia potenziale riferita al peso unitario IN

$z \cdot I \cdot g = z \cdot g$ riferita alla massa unitaria: peso $I \cdot g$

Energia di pressione

Indichiamo con γ il peso specifico con ρ la densità.

$$\gamma = g \cdot \rho \quad (9.1.1)$$

L'energia di pressione riferita all'unità di peso è data da:

$$\frac{p}{\gamma} \cdot I = \frac{p}{\gamma} \quad (9.1.2) \quad \text{Dove } \frac{p}{\gamma} \text{ è l'altezza piezometrica.}$$

L'energia di pressione per unità di massa è data da:

$$\frac{p}{g\rho} \cdot I \cdot g = \frac{p}{\rho} \quad (9.1.3)$$

Energia cinetica

È l'energia che dipende dalla velocità.

Se ci si riferisce al peso unitario di $1N$ la massa è $1/g$ e l'energia cinetica sarà:

$$\frac{V^2}{2} \cdot \frac{I}{g} = \frac{V^2}{2g} \quad (9.1.4)$$

Se ci si riferisce all'unità di massa l'energia cinetica sarà:

$$\frac{V^2}{2} \quad (9.1.5)$$

Perdite di carico

L'energia idraulica viene trasmessa con perdite che si verificano per attriti lungo le tubazioni, nelle strozzature, nei gomiti ecc.

Una parte dell'energia si trasforma in calore.

Si indichi con Y le perdite di carico in metri. Allora se ci si riferisce all'unità di peso l'energia persa è espressa da:

$$l \cdot Y = Y$$

Se invece ci si riferisce all'unità di massa, allora, essendo $l \cdot g$ il peso corrispondente, l'energia perduta sarà espressa da:

$$l \cdot g \cdot Y = g \cdot Y$$

Il bilancio energetico si esprime dicendo che:

L'energia totale posseduta dal liquido in una sezione iniziale 1 è uguale a quella posseduta in una sezione finale 2 aumentata delle perdite di carico.

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + Y \quad (9.1.6)$$

La (9.1.6) è riferita all'unità di peso.

Riferendosi all'unità di massa il bilancio energetico si scrive nella forma:

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + z_1 \cdot g = \frac{V_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + z_2 \cdot g + Y \cdot g \quad (9.1.7)$$

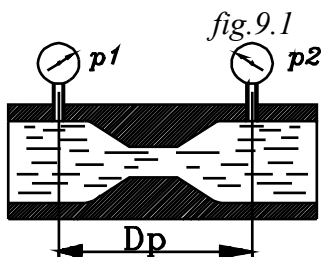
Notare che la (9.1.7) si può ottenere dalla (9.1.6) moltiplicando ambo i membri per g .

Nei circuiti di oleodinamica la variazione di energia potenziale può essere trascurata in quanto i componenti presentano piccoli dislivelli; così può essere trascurata l'energia cinetica riferendosi a piccole velocità.

L'energia che viene presa in considerazione, spesso, è solamente quella di pressione.

L'equazione (9.1.6) diviene:

$$\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} + Y \quad \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = Y$$



$$y = \frac{p_1 - p_2}{\gamma}$$

La caduta di pressione che si ha lungo il circuito è, in genere, un fenomeno indesiderabile. A volte però si effettuano appositamente delle strozzature per ottenere delle variazioni di pressione.

Il fluido passando attraverso la strozzatura subisce un abbassamento della pressione dovuto all'attrito, con trasformazione dell'energia in calore.

Quanto detto vale nel caso che la velocità nelle due sezioni a monte e a valle della strozzatura siano paragonabili, altrimenti nel bilancio energetico entrano in gioco le due energie cinetiche dovute alle differenti velocità.

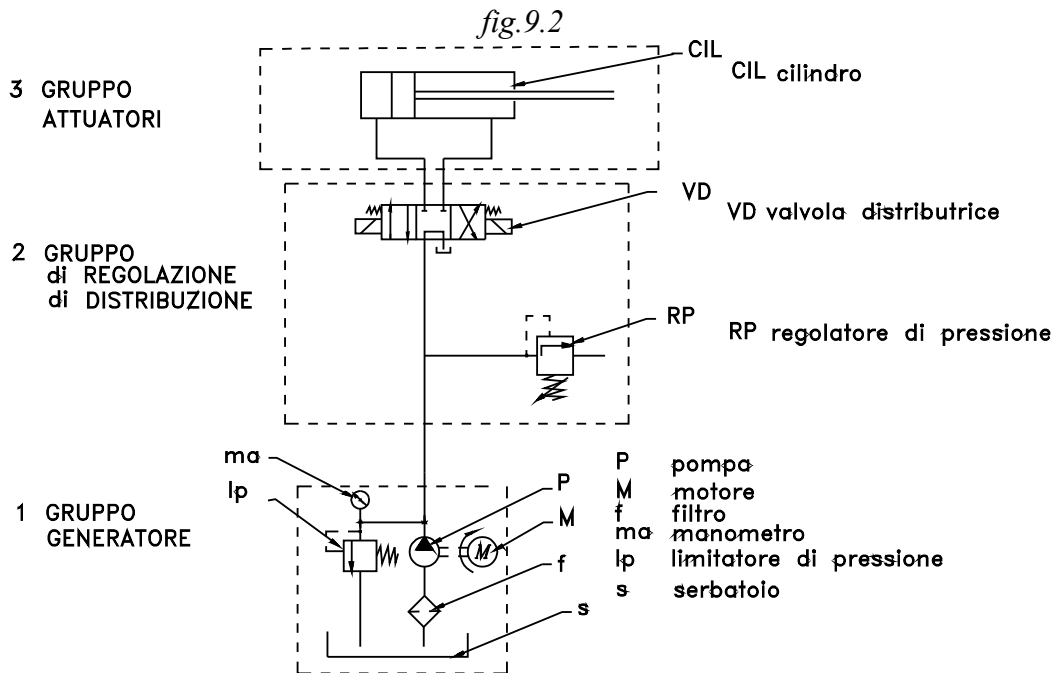
9.1.1 Vantaggi e svantaggi dei circuiti oleodinamici

- Con gli impianti oleodinamici è possibile produrre e trasmettere pressioni e potenze elevate con componenti di limitate dimensioni.
- Con l'oleodinamica proporzionale è possibile effettuare dei comandi continui di posizione con determinata velocità. Si può, così, comandare una qualsiasi posizione dei cilindri, intermedia tra l'inizio e la fine della corsa.
- I cilindri e i motori idraulici possono avviarsi anche sotto carico e con carichi elevati.
- Negli impianti oleodinamici è possibile effettuare con rapidità l'inversione di marcia.
- Gli impianti oleodinamici sono autolubrificati.

- Gli svantaggi dell'oleodinamica rispetto alla pneumatica sono:
- Impiego del liquido. Occorre sempre un circuito di ritorno nel serbatoio. Non è possibile, come nella pneumatica, scaricare il fluido nell'ambiente.
- Occorre garantire una tenuta stagna dei vari raccordi, tenuto conto delle alte pressioni.
- Le tubazioni, i cilindri e i vari componenti impiegati negli impianti oleodinamici debbono avere una maggiore robustezza rispetto agli stessi impiegati nella pneumatica.

9.2 IMPIANTO OLEODINAMICO TIPO

L'impianto tipo è quello rappresentato in *fig.9.2*



Si possono distinguere tre gruppi essenziali:

1°- Gruppo generatore

Serve per trasformare l'energia elettrica in energia meccanica e da questa in energia idraulica.

Il gruppo generatore è composto:

- da un serbatoio *s*
- un motore elettrico *M*
- una pompa idraulica *P*
- un limitatore di pressione *lp* (*valvola di sicurezza*).

2°- Gruppo di regolazione e distribuzione

Serve per regolare la pressione, la portata del fluido ai valori stabiliti, distribuire lo stesso agli attuatori (*cilindri motori idraulici*).

E' composto da vari componenti: regolatore di pressione, valvole distributrici ecc.

3°- Gruppo attuatori

Serve per trasformare l'energia idraulica in energia meccanica.

E' composto dagli attuatori: cilindri idraulici, motori idraulici.

Si considerino ora in dettaglio le parti principali dei tre gruppi, iniziando dal gruppo generatore.

9.2.1 Serbatoio

L'olio deve essere contenuto in un serbatoio dal quale viene prelevato da una pompa volumetrica, mossa da un motore elettrico.

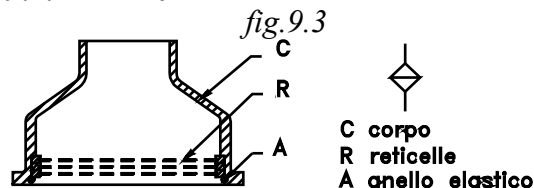
Gli scarichi dell'olio dalle valvole, dai regolatori di pressione, dagli attuatori ecc. debbono essere convogliati, attraverso tubazioni, nello stesso serbatoio.

fig. 9.3



Nella stesura del circuito oleodinamico, invece di effettuare lo schema delle tubazioni di ritorno dell'olio nel serbatoio, si indica questo, per comodità, all'uscita di ogni scarico (*intendendo che la tubazione andrà a scaricare l'olio nell'unico serbatoio*).

9.2.2 Filtri



I filtri servono per impedire che nei circuiti idraulici vengano immesse in circolazione delle impurità: corpi solidi di dimensioni inaccettabili che possono compromettere il regolare funzionamento degli organi del circuito.

Nella forma più semplice il filtro è costituito da un corpo cilindrico, recante, nell'estremità aperta, delle reticelle tenute da anelli. Questi sono tenuti in sede da un anello elastico.

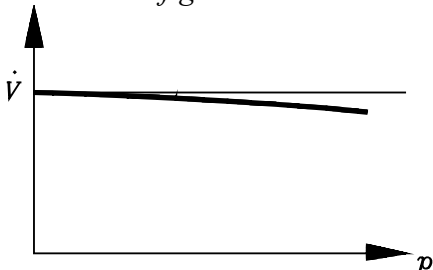
Accanto allo schema di fig. 3 è riportato il simbolo del filtro.

9.2.3 Pompe volumetriche

Le pompe usate per aspirare l'olio dal serbatoio e immetterlo nel circuito oleodinamico sono di tipo volumetrico.

Il funzionamento di tali pompe si basa sulla variazione del volume interno determinato dall'organo in movimento.

fig. 9.5



La portata varia di poco con la pressione di uscita, tanto da avvicinarsi all'andamento teorico di una pompa a portata costante.

In alcuni tipi di pompe è possibile variare la portata agendo su particolari dispositivi costruttivi, che ne permettono la regolazione a diversi valori. Prefissata una portata dal dispositivo di regolazione, essa rimarrà praticamente costante durante il funzionamento al variare del carico.

9.2.3.1 Pompa ad ingranaggi

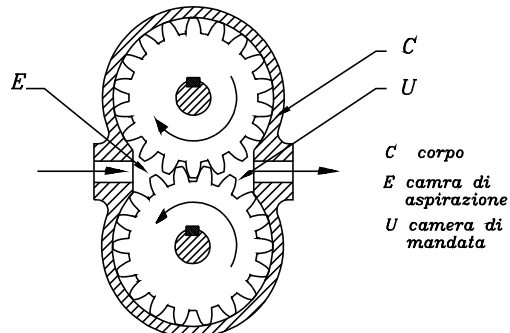
È costituita da due ingranaggi fig. 9.6 che, ingranando, ruotano in senso inverso. L'ingranaggio conduttore è calettato sull'albero del motore elettrico e trascina nella rotazione la ruota condotta.

Le due ruote dentate sono contenute in un corpo *C* che le avvolge nella periferia con minimo gioco, impedendo, praticamente, il reflusso del liquido in senso inverso per effetto della pressione.

Tra gli ingranaggi e il corpo vengono a formarsi due camere in prossimità dei due condotti: di entrata *E* e di uscita *U*.

Considerando la rotazione di figura, si nota che nella camera di aspirazione *E* il liquido viene incapsulato tra i vani dei denti e il corpo *C* e trasportato verso la camera di compressione (*di mandata*) *U*.

fig. 9.6



In tal modo, togliendo volume di liquido nella camera *E*, si determina, in essa, un vuoto (*aspirazione*). La pressione atmosferica spinge così il liquido, contenuto nel serbatoio, ad entrare nella camera *E*.

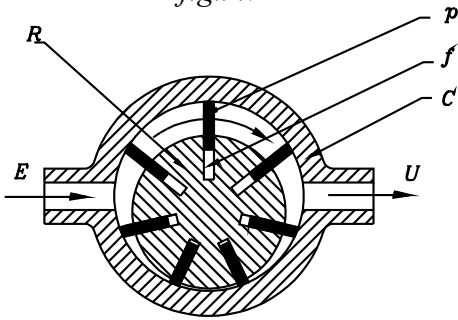
Il liquido, trasportato dai vani degli ingranaggi, perviene nella camera di mandata U ; qui viene spinto verso il condotto di uscita.

La pressione nel condotto di uscita dipende dai carichi che sono applicati negli attuatori, dalle perdite di carico nei condotti, dalle strozzature ecc.

La portata nelle pompe ad ingranaggi è praticamente costante e dipende solo dal n° di giri.

9.2.3.1 Pompa a palette

fig.9.7



C corpo
 f fenditure
 p palette
 E entrata
 U uscita

Può essere o a portata fissa o a portata regolabile.

In tutti e due i casi è costituita da un rotore R posto in posizione eccentrica rispetto alla capsula o corpo C .

Il rotore presenta una serie di fenditure radiali f , entro le quali si impegnano e possono scorrere le palette (o lamelle) p .

Il rotore viene posto in rotazione dal motore elettrico.

Per effetto della forza centrifuga o per azione di molle, le palette vengono spinte verso l'esterno e vanno ad appoggiarsi sulla superficie cilindrica interna del corpo C .

Come si nota dalla figura, considerando la rotazione del rotore, per effetto della eccentricità, il volume compreso tra due palette il corpo C e il rotore va aumentando nella semicirconferenza, in prossimità del condotto di entrata E , nel senso che va dall'ingresso verso l'uscita; mentre detto volume diminuisce nell'altra semicirconferenza, in prossimità dell'uscita.

In tal modo si crea un depressione all'ingresso che richiama altro liquido, mentre, in uscita, il fluido viene costretto a entrare nel circuito.

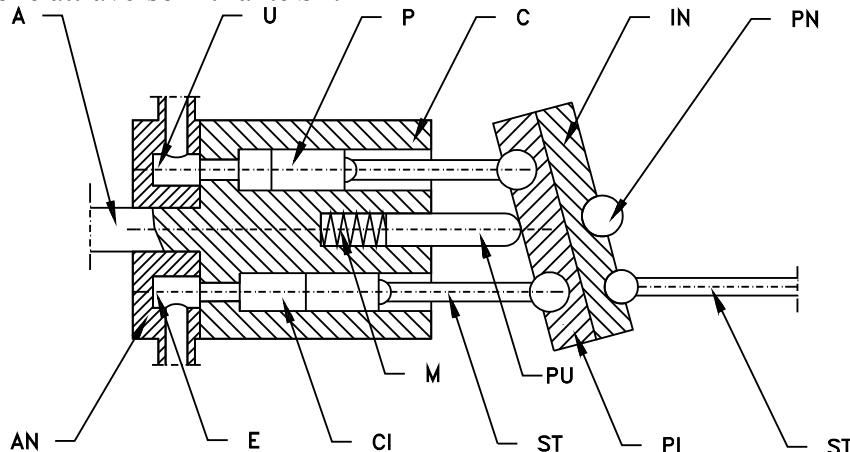
Pompa a pistoni assiali multipli

È costituita da un corpo C (detto barilotto), solidale all'albero A posto in rotazione dal motore elettrico.

Nel barilotto sono ricavati più cilindri CI con assi disposti su una circonferenza. Nei cilindri scorrono i pistoni P , comandati da steli impernati ad una estremità sul rispettivo pistone e all'altra su una piastra PI ruotante con il barilotto.

La piastra PI è costretta ad appoggiarsi per effetto della molla M e del puntalino PU sul piano inclinato IN .

Il piano inclinato è impernato sul perno PN , solidale alla parte fissa della pompa, e può variare la sua inclinazione attraverso il tirante ST .



I cilindri, sulla testata, sono in comunicazione, per metà circonferenza inferiore con la camera di aspirazione E , per l'altra metà superiore con la camera di mandata U . Le due camere sono ricavate nell'anello fisso AN .

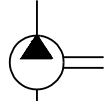
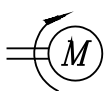







Funzionamento

Nella rotazione del barilotto e della piastra PI appoggiata sul piano inclinato, i pistoni sono costretti nella parte inferiore a spostarsi verso l'esterno dei cilindri e nella parte superiore verso l'interno. Cosicché nella metà circonferenza inferiore viene aspirato il liquido che verrà poi inviato nella mandata nella parte superiore.

La portata dipende dalla corsa dei pistoni e questa varia al variare dell'inclinazione del piano inclinato. Si può così regolare la portata variando l'inclinazione del piano inclinato. A parità di inclinazione la portata resta costante.

Alcuni simboli

fig.9.9

Pompa	
Motore	
Serbatoio con due condotte al disotto del livello del liquido	
Condotta di lavoro o di ritorno	
Condotta di comando	
Condotta di fuga per perdite di fluido	
Raccordi tra tubazioni	
Incrocio senza raccordo	
Rubinetto di chiusura	

9.3 VALVOLE DISTRIBUTRICI

Dal punto di vista di segni grafici le valvole distributrici dell'oleodinamica hanno una rappresentazione simile a quelle pneumatiche, con le stese regole riguardanti il simbolismo (*n° di vie, di posizioni ecc.*).

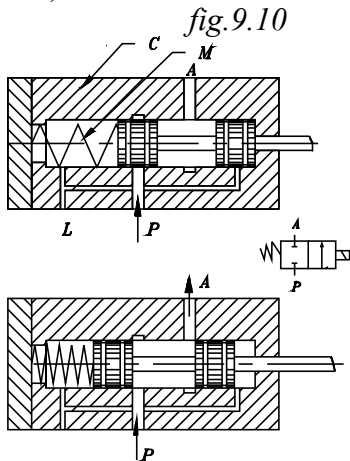
Il comando può essere meccanico o elettrico.

Per valvole di grossa portata il comando elettrico non è diretto ma avviene con servopilotaggio: in tal caso il comando elettrico serve solamente per aprire e chiudere passaggi dell'olio il quale va a comandare la commutazione della valvola.

Nella schematizzazione delle valvole ci si riferisce al comando elettrico e nel disegno schematizzato non viene rappresentata la bobina, né il sistema di servocomando.

9.3.1 Valvole a cassetto 2/2

La valvola è costituita essenzialmente da un corpo C nel quale è ricavata la sede per lo scorrimento del cassetto. La sede interna comunica con l'esterno attraverso due vie di passaggio P, A .



Occorre considerare che la tenuta dei pistoni con il cilindro non è perfetta, per cui occorre considerare un trafilamento d'olio che viene convogliato nel serbatoio: condotto L .

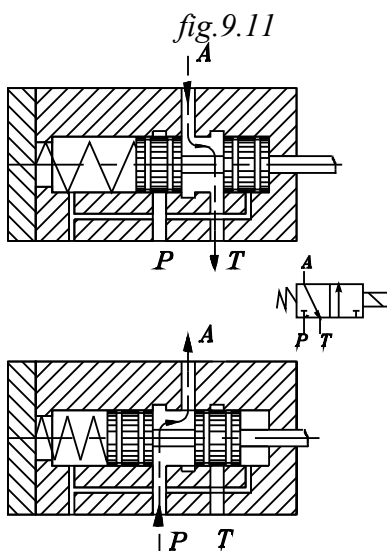
Nella posizione di riposo la molla M spinge a destra i pistoni fino a battuta: in tale posizione il pistone di sinistra impedisce il flusso dell'olio da P verso A .

Eccitata la bobina (*non rappresentata in fig.9.10*) i pistoncini vengono spinti verso sinistra vincendo la tensione della molla.

Nella nuova posizione l'olio dal condotto P può raggiungere A .

9.3.2 Valvola distributrice 3/2 NC

È costituita da un corpo C nel quale è ricavata la sede cilindrica nella quale scorrono i due pistoncini, comandati attraverso uno stelo o direttamente da una bobina o dal sistema servopilota.



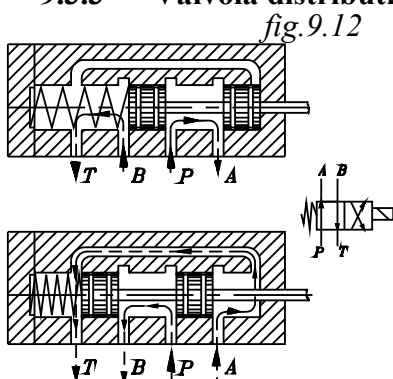
Nella posizione di riposo la molla spinge i pistoncini verso destra fino a battuta. In tale posizione il condotto di alimentazione P viene chiuso dal pistoncino, mentre il condotto A è in comunicazione con lo scarico T .

Eccitata la bobina i pistoncini sono spostati verso sinistra, vincendo la tensione della molla.

Nella nuova posizione viene chiuso il condotto di scarico T , mentre l'orifizio di alimentazione P è posto in comunicazione con il condotto di utilizzazione A .

Il condotto L serve a riportare nel serbatoio l'olio di trafilamento.

9.3.3 Valvola distributrice 4/2 monostabile



Ha la stessa conformazione delle prime due.

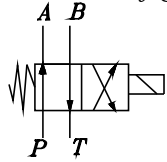
Vi sono quattro vie: due A, B di utilizzazione, una P di alimentazione e una T di scarico.

Nella posizione di riposo i pistoncini sono spinti a destra dalla molla fino a battuta. In tale posizione l'orifizio P di

alimentazione è in comunicazione con quello di utilizzazione A ; mentre B è in comunicazione con lo scarico T .

Eccitata la bobina i pistoncini vengono spinti verso sinistra, contrastando la tensione della molla. La valvola, commutata, pone l'utilizzatore A in scarico, mentre l'orifizio di alimentazione P viene posto in comunicazione con l'utilizzatore B .

fig.9.13

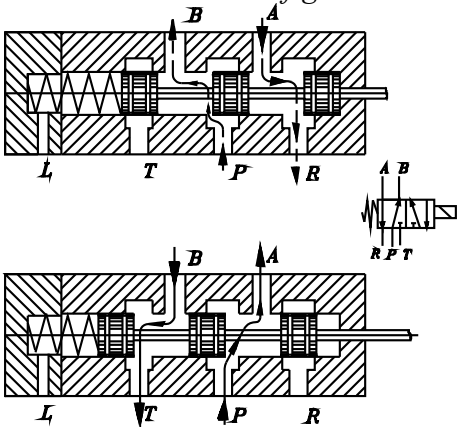


La valvola 4/2 bistabile ha la stessa conformazione della monostabile, solamente che, per la commutazione, al posto della molla vi è un seconda bobina di comando.

La valvola assume la funzione di memoria.

9.3.4 Valvola distributrice 5/2 monostabile

fig.9.14



In questa valvola il cursore è costituito da tre pistoncini. Vi sono cinque vie: due A, B di utilizzazione, due T, R di scarico e una P di alimentazione.

Nella posizione di riposo la molla spinge il cursore verso sinistra fino a battuta; in tal modo A è in comunicazione con lo scarico R , mentre l'alimentazione P manda l'olio in B .

Eccitata la bobina, la valvola commuta la posizione, i pistoncini vengono spinti verso sinistra, vincendo la tensione della molla. Nella nuova posizione l'alimentazione P viene posta in comunicazione con A , mentre l'utilizzatore B viene posto in scarico T .

9.3.5 Valvola distributrice 4/3 monostabile

Nelle valvole a tre posizioni è prevista una posizione intermedia tra le due estreme di commutazione.

Tale posizione permette una diversa funzionalità nel movimento del pistone del cilindro attuatore. Così è possibile che il pistone si arresti in posizione intermedia o che sia libero di spostarsi: ciò dipende dalla conformazione del cassetto e delle canalizzazioni interne.

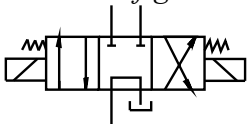
Il comando del cursore può essere manuale, meccanico, elettrico, idraulico.

Il comando elettrico può essere diretto. In tal caso la bobina dell'elettrovalvola comanda direttamente lo spostamento del cassetto o della spola della valvola.

Per grandi portate la forza magnetica che deve esercitare la bobina sul nucleo risulta elevata; conviene in tal caso servopilotare il comando. La bobina deve aprire o chiudere il passaggio dell'olio che va a comandare lo spostamento del cursore della valvola.

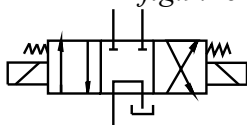
Così il lavoro per lo spostamento del cursore viene effettuato dall'olio del circuito idraulico e non dalla bobina.

fig.9.15



Nel comando meccanico o manuale la posizione intermedia è assicurata da un sistema ad aggancio.

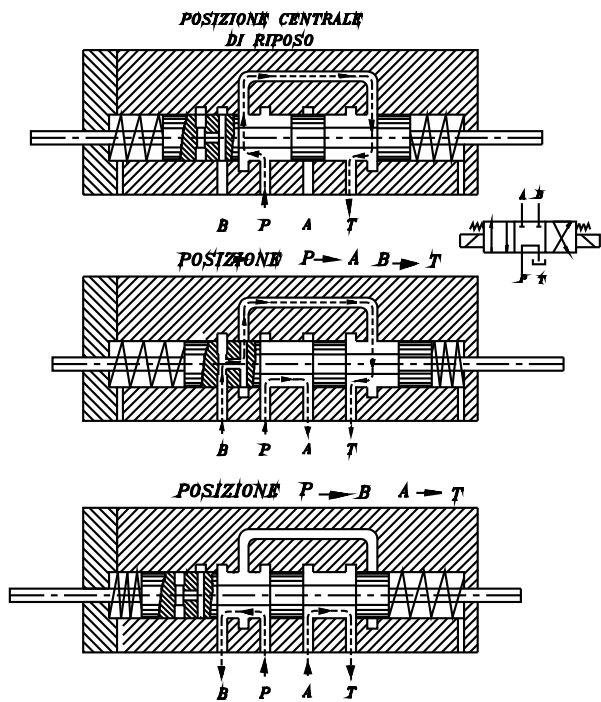
fig.9.16



Nel comando elettrico nella condizione di riposo la valvola si deve trovare nella posizione centrale. Questa posizione è assicurata da due molle: una posta all'estremità sinistra e l'altra a destra del cursore della valvola. Le tensioni bilanciate delle molle, agenti in senso opposto sul cursore, assicurano la posizione intermedia della valvola.

Nella posizione di centro le valvole 4/3 possono presentare diversi collegamenti tra le vie, ottenendo diverse funzionalità nello stato di riposo.

fig.9.17



Nella figura è rappresentata schematicamente un valvola 4/3 nella quale, in posizione centrale, è impedito il riflusso dell'olio dagli utilizzatori *A,B* (interdetti gli orifizi *A,B*), nel serbatoio, mentre l'alimentazione *P* è in collegamento con lo scarico *T* che riporta l'olio nel serbatoio.

Come si nota dalla rappresentazione schematica, nella posizione centrale (1) l'alimentazione *P* è in comunicazione con lo scarico *T*; mentre i condotti di utilizzazione *A, B* sono interdetti dai due pistoncini del cursore.

Quando la valvola è commutata e il cursore è spostato a destra, l'alimentazione *P* è in comunicazione con l'utilizzatore *A*, mentre *B* è in comunicazione con lo scarico *T*.

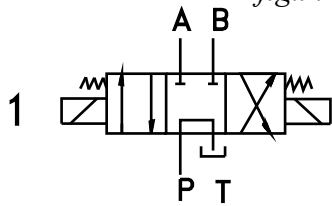
Nella commutazione, con cursore spostato a sinistra, il condotto *P* alimenta *A* mentre *B* è in scarico, comunicando con *T*.

Il centro della valvola descritta è tale che, in posizione di riposo, essa permette di porre in scarico la portata erogata dalla pompa, mentre può mantenere fissa la posizione raggiunta dal pistone del cilindro comandato dalla valvola. In effetti, a causa del trafileamento dell'olio, se sul pistone si esercita una forza, la sua posizione subisce una lenta variazione nel tempo.

A seconda della conformazione della posizione centrale della valvola si possono avere diverse funzionalità del circuito, e dell'attuatore.

Si riportano qui di seguito, in forma simbolica, alcune posizioni centrali possibili.

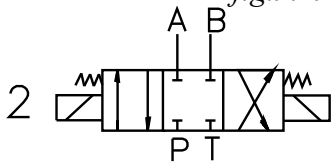
fig.9.18



1- Nella posizione di riposo sono intercettati *A,B* mentre *P* è in comunicazione con lo scarico.

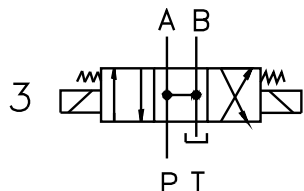
Con tale assetto è possibile mantenere il pistone del cilindro in posizione intermedia, mentre la portata erogata dalla pompa è messa in scarico. Il circuito a monte della valvola è mantenuto circa alla pressione atmosferica.

fig.9.19



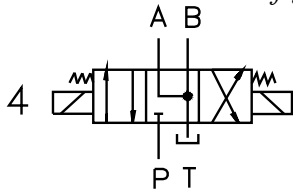
2- Nella posizione di riposo sono intercettate tutte le vie *A,B,P,T*. Con tale assetto è possibile mantenere in posizione intermedia il pistone del cilindro, assicurando che il circuito a monte della valvola resti in pressione.

fig.9.20



3- Nella posizione di riposo *A,B,P* sono collegati con lo scarico *T*. Con tale assetto sono posti alla pressione di scarico sia gli utilizzatori *A,B* che l'alimentazione *P*; in tal modo è possibile muovere liberamente il pistone e la portata della pompa è in scarico.

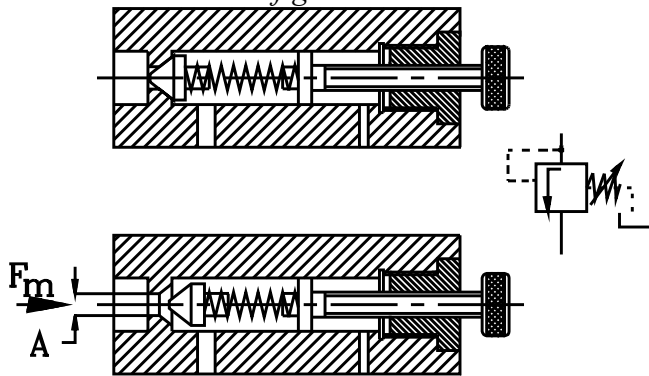
fig.9.21



4- Nella posizione di riposo A, B sono collegati con lo scarico, mentre l'alimentazione P è intercettata. Con tale assetto è possibile muovere liberamente il pistone, mentre il circuito a monte della valvola resta in pressione.

9.4 Limitatore di pressione a comando diretto

fig.9.22



Il limitatore di pressione è costituito essenzialmente da un corpo esterno contenente nell'interno una strozzatura regolabile mediante un otturatore conico.

Sull'orifizio conico di strozzatura viene premuto l'otturatore a spillo conico mediante una molla la cui tensione è regolata da una vite, manovrata dall'esterno con un pomello.

Sullo spillo agisce la pressione del fluido che determina sulla superficie

normale A una forza di spinta contrastante la molla:

$$F_m = p \cdot A$$

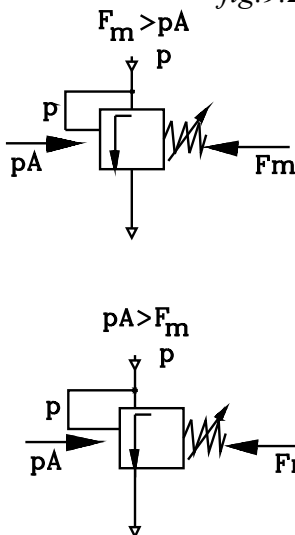
Impostata una tensione della molla, e quindi la forza F_m , l'otturatore rimane spinto nella sede dell'orifizio fino a che la pressione del fluido non raggiunge un valore p tale che risulta:

$$p \cdot A = F_m$$

Quando la pressione tende a superare il valore di regolazione p si apre l'otturatore e il fluido viene scaricato nel serbatoio. In tal modo viene garantita, a valle del regolatore una pressione non superiore a p .

9.4.1 Simbolo

fig.9.23



Il simbolo della valvola limitatrice è costituito da un quadratino nell'interno del quale è rappresentata una canalizzazione (ramo con freccia), posta non in mezzeria ma spostata verso il lato ove si raccorda la condotta di comando (linea tratteggiata), con la freccia nella direzione del passaggio del fluido dal condotto di ingresso a quello di uscita.

In un lato del quadrato, si raccorda la condotta di comando, nella quale si immagina che scorra il fluido in pressione, tendente a spingere tutto il quadratino in modo da portare la canalizzazione interna (con freccia) ad allinearsi con i condotti di ingresso e di uscita.

Nel lato, opposto al suddetto lato del quadrato, viene rappresentata la molla, che contrasta l'azione di pilotaggio del fluido proveniente dalla condotta di comando.

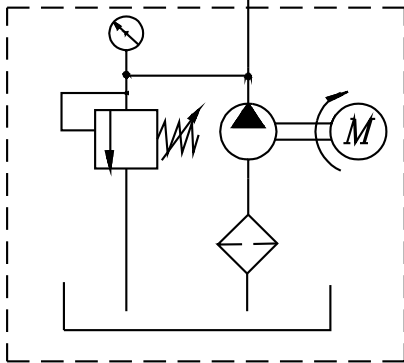
Si immagina che, se la pressione del fluido esercita sul quadratino una forza minore a quella della molla, allora detto quadratino è spostato in modo che la canalizzazione interna non è allineata con i condotti di ingresso e d'uscita e questa è interdetta al il fluido.

Se la pressione aumenta, e la spinta del fluido supera l'azione della molla, allora il quadratino viene spostato fino a portare la canalizzazione interna ad allinearsi con i condotti di ingresso e d'uscita. Si ha il passaggio del fluido dalla condotta di ingresso a quella di uscita.

A seconda delle inserzioni il limitatore di pressione assume diverse funzioni.

9.4.4.1 Valvola di sicurezza

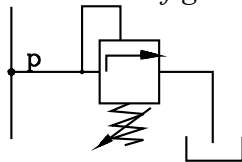
fig.9.24



La valvola viene posta subito dopo la pompa.
La molla viene regolata alla pressione massima di esercizio in modo che in caso di sovrappressioni il fluido viene scaricato nel serbatoio.

9.4.4.2 Regolatore di pressione

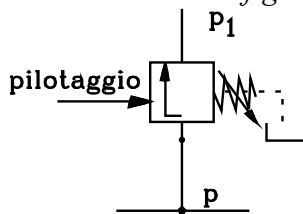
fig.9.25



La valvola ha lo scopo di regolare la pressione di lavoro ad un prefissato valore di esercizio, ovviamente inferiore a quello massimo alla quale è regolata la valvola di sicurezza.
Va posta in parallelo alla rete utilizzatrice.

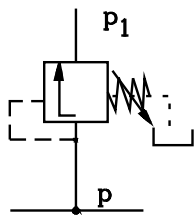
9.4.4.3 Valvole di sequenza

fig.9.26



La valvola di sequenza ha lo scopo di porre in comunicazione un ramo primario con pressione p con un ramo secondario con pressione $p1$, dovuta al carico.

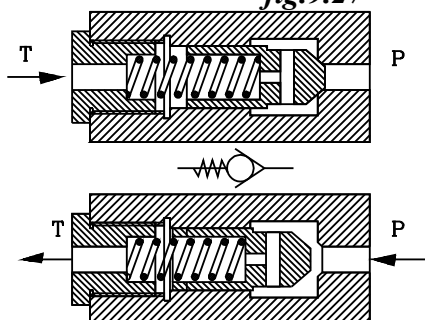
Il pilotaggio esterno contrasta l'azione della molla ed apre il passaggio dal ramo primario al secondario.



Se il pilotaggio viene derivato dal ramo primario, allora il passaggio da questo al secondario si ha quando la pressione p riesce a contrastare l'azione della molla.

9.5 Valvola direzionale

fig.9.27



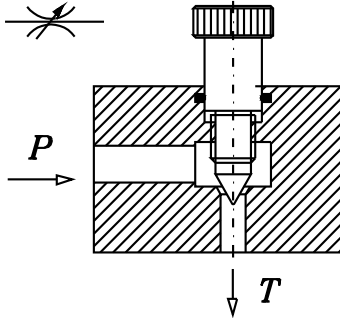
In condizioni di riposo la molla spinge l'otturatore ad aderire sulla sede conica.

Se il fluido è spinto ad affluire da P verso T , la pressione del liquido vince la tensione della molla, l'otturatore viene allontanato dalla sede conica e si apre il passaggio $P \rightarrow T$

Se si abbassa la pressione nel lato P e il fluido tende a rifluire da T verso P la molla e la pressione del liquido spinge l'otturatore sulla sede conica, interdicendo il passaggio $T \rightarrow P$

9.6 Riduttore di portata

fig. 9.28



È costituito da una strozzatura regolata da un otturatore conico.

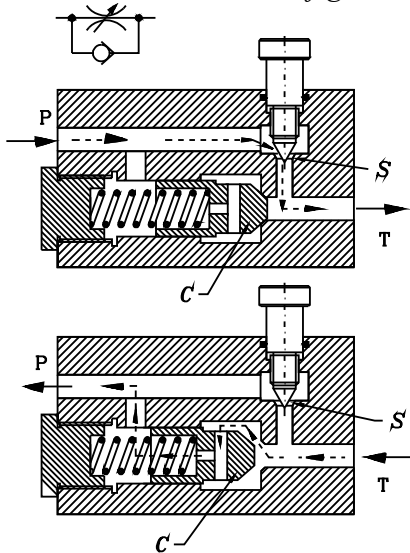
Tra il condotto di ingresso P e quello di uscita T vi è una strozzatura regolabile da un otturatore conico che può avvicinarsi o allontanarsi dalla sede conica, manovrando la vite V .

La strozzatura determina una caduta di pressione:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = Y \quad \Delta p = Y \cdot \gamma \quad (9.6.1)$$

9.7 Regolatore di portata unidirezionale regolabile

fig. 9.29



È costituito essenzialmente dal parallelo tra il riduttore di portata regolabile e la valvola unidirezionale.

Quando il fluido scorre da P verso T , la pressione del liquido e la tensione della molla spingono la valvola conica C nella sua sede, ostruendo il passaggio verso T . In tali condizioni il fluido è costretto a passare attraverso la strozzatura regolabile S .

Quando il liquido scorre nel senso che va da T verso P , la pressione del fluido spinge la valvola conica ad allontanarsi dalla sua sede vincendo la tensione della molla. In tal modo il liquido fluisce liberamente da T verso P , senza la costrizione del passaggio attraverso la strozzatura.

Con il riduttore di portata unidirezionale si può così ottenere una limitazione e regolazione della portata in un senso del flusso del liquido. Nel senso opposto si ha la libera circolazione con la massima portata consentita dal circuito, senza il passaggio attraverso la strozzatura.

9.8 Regolazione della portata mediante la valvola strozzatrice

La valvola strozzatrice sia montata sul circuito di alimentazione di un cilindro e posta tra questo e la valvola regolatrice di pressione (fig. 9.30).

Si supponga che il funzionamento sia a carico costante; allora anche la forza F sullo stelo sarà costante, e così pure la pressione p_2 che si esercita sul pistone:

$$p_2 = \frac{F}{A} \quad (9.8.1)$$

Dove A è la superficie del pistone

La pressione p_2 costante risulta a valle della valvola strozzatrice S (fig. 9.30).

La strozzatura S della valvola regolatrice della portata determina una caduta di pressione:

$$\Delta p = p_1 - p_2 \quad (9.8.2)$$

La pressione p_1 è mantenuta costante dalla valvola di regolazione della pressione, posta in derivazione nella condotta di alimentazione e a monte della strozzatura.

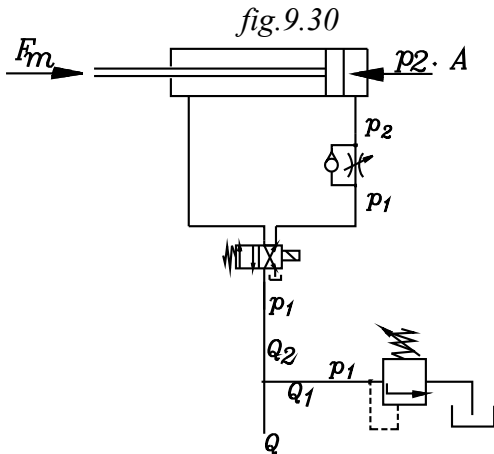
La portata Q_2 del fluido che alimenta il cilindro dipende dalla velocità V della corsa del pistone:

$$Q_2 = VA \quad (9.8.3)$$

La velocità V si ottiene dalla trasformazione dell'energia di pressione in energia cinetica: Si consideri il flusso del liquido nella strozzatura S . A monte di essa vi è la pressione p_1 , esistente nel condotto di alimentazione, a valle vi è la pressione p_2 , praticamente uguale a quella esistente entro il cilindro, e dipendente, secondo la (9.8.1), dal carico applicato sullo stelo.

Se non vi fossero perdite di carico, la trasformazione di energia di pressione in energia cinetica si otterrebbe dal bilancio energetico dato dalla relazione di Bernulli:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{da cui:}$$



$$\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

Ora la velocità V_1 nella condotta di alimentazione è piccola rispetto a quella V_2 acquistata nella strozzatura; si può quindi scrivere:

$$\frac{\Delta p}{\gamma} \cong \frac{V_2^2}{2g} \quad \text{da cui}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta p} \quad (9.8.4)$$

Tale velocità si otterrebbe se non vi fossero perdite di carico. Considerando le perdite nella strozzatura si moltiplica la velocità teorica V_2 per un coefficiente μ che tiene conto dell'attrito.

$$V_2 = \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta p} \quad (9.8.5)$$

All'uscita della strozzatura, come noto, si ha una contrazione della vena fluida dove viene raggiunta la velocità V_2 .

Sia A_s la sezione anulare di uscita della strozzatura (tra spillo e sede conica) e si indichi con a_c la sezione contratta in cui si ottiene la velocità V_2 .

La portata in uscita dalla strozzatura e che viene inviata al cilindro è data dal prodotto:

$$Q_2 = V_2 \cdot a_c \quad (9.8.6)$$

Essa sarà poi uguale al prodotto dell'area utile del pistone per la velocità di questo:

$$Q_2 = V \cdot A$$

La portata Q_2 che viene inviata alla camera del cilindro è quindi data dalla (9.8.6). Sostituiamo in questa la espressione (9.8.5) ottenendo:

$$Q_2 = a_c \cdot \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta p} \quad (9.8.7)$$

Si indichi con λ il coefficiente di contrazione, dato dal rapporto tra la sezione contratta a_c e la sezione anulare A_s di uscita della strozzatura:

$$\lambda = \frac{a_c}{A_s} \quad (9.8.8) \quad \text{da cui} \quad a_c = \lambda A_s \quad (9.8.9)$$

Sostituendo nella espressione della portata la (9.8.9) si ottiene:

$$Q_2 = \lambda \mu A_s \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta p} \quad Q_2 = \lambda \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \cdot A_s \sqrt{\Delta p}$$

ponendo $\lambda \mu \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} = C$ si ha:

$$Q_2 = C \cdot A_s \sqrt{\Delta p} \quad (9.8.10)$$

La portata Q_2 dipende dalla sezione A_s della strozzatura e dalla caduta Δp di pressione in questa.

Si analizzi ora come viene regolata la portata inviata al cilindro, con il variare della sezione anulare della strozzatura.

La portata Q , proveniente dalla condotta di alimentazione, si può diramare, nel nodo di raccordo con la valvola R di regolazione della pressione, in due portate: una Q_1 , verso lo scarico della valvola R , l'altra Q_2 verso la valvola strozzatrice posta sulla condotta di utilizzazione.

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \text{da cui} \quad Q_2 = Q - Q_1 \quad (9.8.11)$$

Supponiamo ora di diminuire l'apertura anulare A_s tra spillo e sede conica della valvola strozzatrice S .

Per effetto della strozzatura si ha una variazione di pressione Δp tra l'ingresso e l'uscita della strozzatura.

La pressione p_2 , a valle della strozzatura, è costante essendo tale il carico F ; ne viene che, aumentando Δp , tende ad aumentare la pressione p_1 a monte della valvola strozzatrice:

$$p_1 = p_2 + \Delta p \quad (9.8.12)$$

Aumentando la pressione p_1 il regolatore di pressione R apre il passaggio verso lo scarico nel serbatoio.

In tal modo aumenta la portata Q_1 scaricata nel serbatoio e diminuisce la portata Q_2 inviata verso il cilindro.

$$Q_2 = Q - Q_1$$

Al diminuire della portata Q_2 diminuisce la velocità del pistone:

$$V = \frac{Q_2}{A}$$

Chiudendo il regolatore di portata diminuisce la velocità del pistone.

Nella regolazione, dopo un periodo transitorio, si ripristina a valle della strozzatura la pressione di esercizio p_1 . In tal modo, il salto di pressione Δp a regime con carico costante, terminata la regolazione della portata, rimane invariato.

La portata Q_2 dipende dalla sezione anulare della strozzatura

$$Q_2 = C \cdot A_s \sqrt{\Delta p} \quad (9.8.10)$$

Al diminuire della sezione anulare A_s diminuisce la portata Q_2 , l'inverso avviene se si apre la strozzatura.

Con la valvola strozzatrice descritta si può regolare la portata del fluido inviata all'attuatore (*cilindro o motore rotativo*) e quindi la velocità del pistone o dell'albero rotante. Con tale valvola, però, la portata, e quindi la velocità dell'organo in movimento, non è indipendente dal carico.

Si può osservare che all'aumentare del carico F sul cilindro, rimanendo costante la sezione anulare dello strozzatore, diminuisce la portata che l'attraversa e inviata all'attuatore

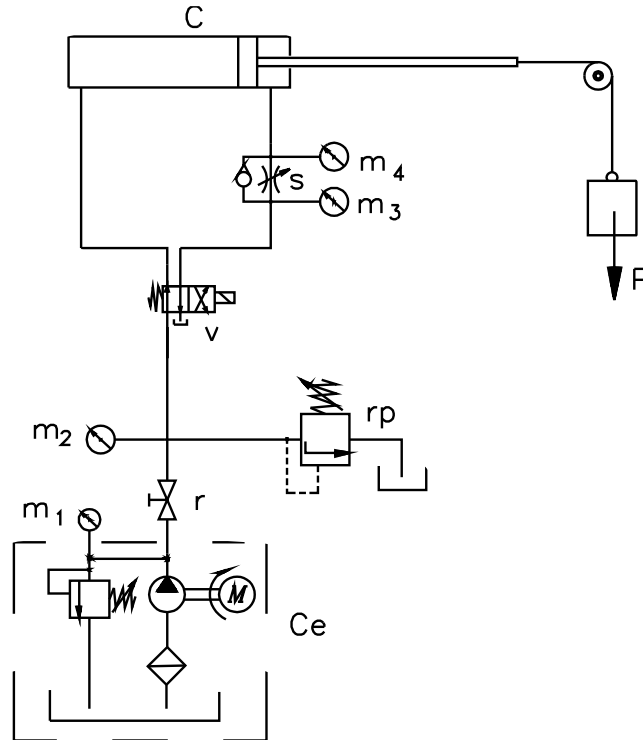
Infatti, aumentando F , aumenta la pressione p_1 ; mentre p_1 , per l'azione della valvola di regolazione R , rimane costante. In tal modo diminuisce la variazione di pressione Δp e, per l'espressione (4) diminuisce Q_2

 IN LABORATORIO

9.8.1 Controllo delle pressioni nelle varie sezioni dell'impianto contenente il regolatore di flusso di flusso

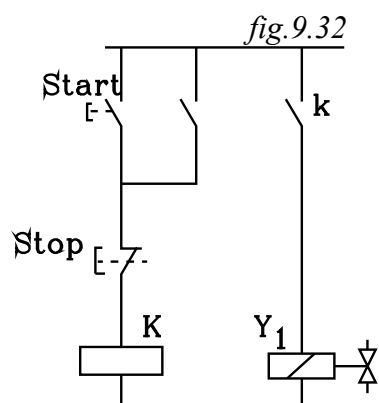
Si monti l'impianto idraulico come riportato nella *fig. 1*

fig. 9.31



Componente	Sigla
Cilindro a doppio effetto	<i>C</i>
Regolatore di flusso unidirezionale	<i>s</i>
Valvola 4/2 monostabile	<i>v</i>
Regolatore di pressione	
Manometro	<i>m₁</i>
Manometro	<i>m₂</i>
Manometro	<i>m₃</i>
Manometro	<i>m₄</i>
centralina	<i>Ce</i>
Peso	<i>P</i>

Il peso *P* viene sollevato inviando il liquido nella camera del cilindro contenente lo stelo. Vengono utilizzati tre manometri *m₂, m₃, m₄* oltre *m₁* installato sulla centralina.



L'esercitazione ha lo scopo di verificare il valore assunto dalle pressioni a monte e a valle della strozzatura sia a riposo che durante il sollevamento del peso P .

Il segnale di pilotaggio della valvola 4./2 monostabile venga ricavato attraverso un comando indiretto, ponendo il circuito della bobina Y_1 dell'elettrovalvola "v" in serie ad un contatto NA di una bobina posta su un circuito con automantenimento eccitato da uno Start e diseccitato da uno Stop (*fig.9.32*).

- | | |
|-----------------|--|
| Manometro m_1 | Montato sulla centralina in corrispondenza della valvola di sicurezza. Su di esso vi è segnata una banda rossa indicante la pressione massima di esercizio consentita. |
| Manometro m_2 | Montato nel nodo di derivazione della valvola regolatrice "rp" di pressione con il condotto di alimentazione dell'impianto. |
| Manometro m_3 | Montato a monte dello strozzatore "s" |
| Manometro m_4 | Montato a valle dello strozzatore "s". Misura la pressione esistente entro la camera del cilindro lato stelo, utilizzata per il sollevamento del peso. |

All'uscita della centralina vi sono due pomelli a vite. Uno comanda la molla della valvola di sicurezza e serve per regolare la pressione massima di esercizio, oltre la quale si ha direttamente lo scarico del fluido nel serbatoio. L'altro pomello regola l'apertura della valvola di intercettazione "r" che può escludere la centralina dal resto del circuito.

Nelle condizioni iniziali la valvola "v" invia il fluido nella camera di fuoriuscita stelo.

Si proceda nella seguente maniera:

Misure a riposo con stelo fermo

- Si chiuda completamente il rubinetto di intercettazione "r". In tal caso si raggiunge il valore massimo della pressione regolato attraverso la tensione della molla della valvola di sicurezza e il fluido viene direttamente scaricato nel serbatoio.
Osservare che chiudendo la vite di regolazione aumenta la pressione indicata dal manometro m_1 .
Portare la pressione ad un valore alto, al disotto della banda rossa.
Si indichi con p_{max} detta pressione.
- Allentare la tensione della molla sulla valvola "rp" di regolazione della pressione ed aprire il rubinetto di intercettazione "r". Si noterà ora che la pressione misurata dal manometro della centralina si porterà al valore segnato dal manometro posto sulla valvola di regolazione della pressione. Infatti, raggiunta la pressione impostata sulla valvola regolatrice di pressione il fluido viene scaricato nel serbatoio e non può raggiungere il valore p_{max} .
- Si aumenti la pressione di esercizio, avvitando la vite che pone in tensione la molla della valvola del regolatore di pressione "rp". I manometri m_1, m_2 aumenteranno contemporaneamente la loro indicazione fino a ché non si raggiunge la pressione massima p_{max} impostata precedentemente sulla valvola di sicurezza della centralina. Raggiunta tale pressione, questa non varierà più pur continuando ad avvitare la vite di tensione della molla

del regolatore di pressione, perché il fluido si scaricherà questa volta nel serbatoio attraverso la valvola di sicurezza.

- A riposo i due manometri m_3 , m_4 indicano la stessa pressione degli altri due

Misure durante il sollevamento del peso

- Si attivi lo Start. A seconda della apertura del regolatore di flusso "s" il peso viene sollevato con una diversa velocità:

$$Q_2 = C \cdot A_s \sqrt{\Delta p}$$

Quando si attiva lo Start e si fa fluire il fluido nella strozzatura si noterà un istantaneo aumento di pressione indicato da manometro m_3 che si riporta poi la valore normale.

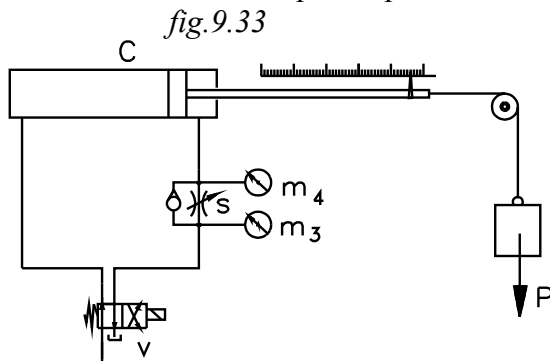
Ciò dimostra quanto detto precedente nel punto 9.8.

IN LABORATORIO

9.8.2 Variazione della velocità (portata) al variare del carico.

L'esercitazione ha lo scopo di dimostrare che il regolatore di flusso costituito dalla semplice strozzatura non permette una portata costante al variare del carico: la velocità dello stelo dipende così da carico che deve trasportare.

Sia montato ancora l'impianto precedentemente considerato di *fig.9.31*.



Si aggiunga un'asta metrica in posizione parallela allo stelo. Un indice solidale a questo scorre sulla scala graduata durante il moto di sollevamento del peso.

In tal modo con un cronometro si potrà rilevare la velocità di sollevamento.

Si imposti il regolatore di flusso in modo che il sollevamento avvenga con velocità

moderata. La pressione di esercizio sia tale da essere sufficiente al sollevamento del peso (non troppo elevata altrimenti non viene marcato il fenomeno).

Si abbiano più pesi da poter aggiungere a quello iniziale.

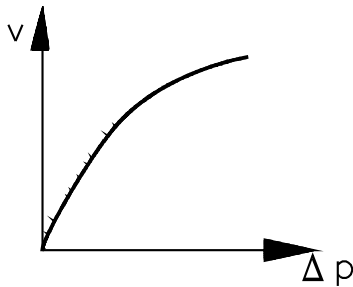
Si operi nella seguente maniera:

- Collegato il peso minimo alla estremità della fune si avvii con lo Start il sollevamento. Durante questo si leggano i valori delle pressioni sui manometri m_3, m_4 e il tempo impiegato dall'indice a percorrere una lunghezza "l" nota (*l'esercitazione è di gruppo*).
- Si aggiunge un peso al precedente e si ripete la prova rilevano i nuovi valori delle pressione e del tempo di percorrenza della lunghezza "l".
- Si effettuano più prove aggiungendo via via un peso maggiore, fino a che il sistema non ha più la capacità di sollevamento.

Alla fine si effettua la tabella

Peso P	manometro m_3	manometro m_4	lunghezza l	tempo t	$\Delta p = m_3 - m_4$	velocità v

Si calcola la variazione della pressione tra valle e monte della strozzatura:



$$\Delta p = m_2 - m_1$$

Si calcola la velocità dello stelo:

$$v = \frac{l}{t}$$

Si possono riportare i valori ottenuti su un diagramma.

Esso è del tipo riportato in figura *fig.9.34*.

La portata è funzione della radice quadra di Δp :

$$Q = C \cdot A_s \sqrt{\Delta p} \quad \text{fig.9.34}$$

e lo sarà pure la velocità del pistone essendo anche:

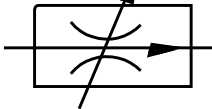
$$Q = v \cdot A \quad v = \frac{Q}{A}$$

9.9 Regolatore di portata a due vie

Tale regolatore permette di mantenere la portata costante per variazioni della pressione che si possono verificare sia all'ingresso che in uscita di esso. Si ha così la possibilità di ottenere una portata pressoché costante inviata all'attuatore e quindi una costanza della velocità dell'organo in movimento al variare del carico.

Il regolatore può essere realizzato in due versioni.

fig.9.35



In ogni caso il regolatore di portata a due vie viene rappresentato, nella forma semplificata, dal simbolo riportato qui accanto.

9.9.1 I soluzione

Nello schema seguente viene rappresentata una versione del regolatore che soddisfa alla condizione di mantenere costante la portata inviata in uscita; per una migliore leggibilità esso è stato posto a monte della valvola 5/2; in pratica conviene porlo a valle di essa.

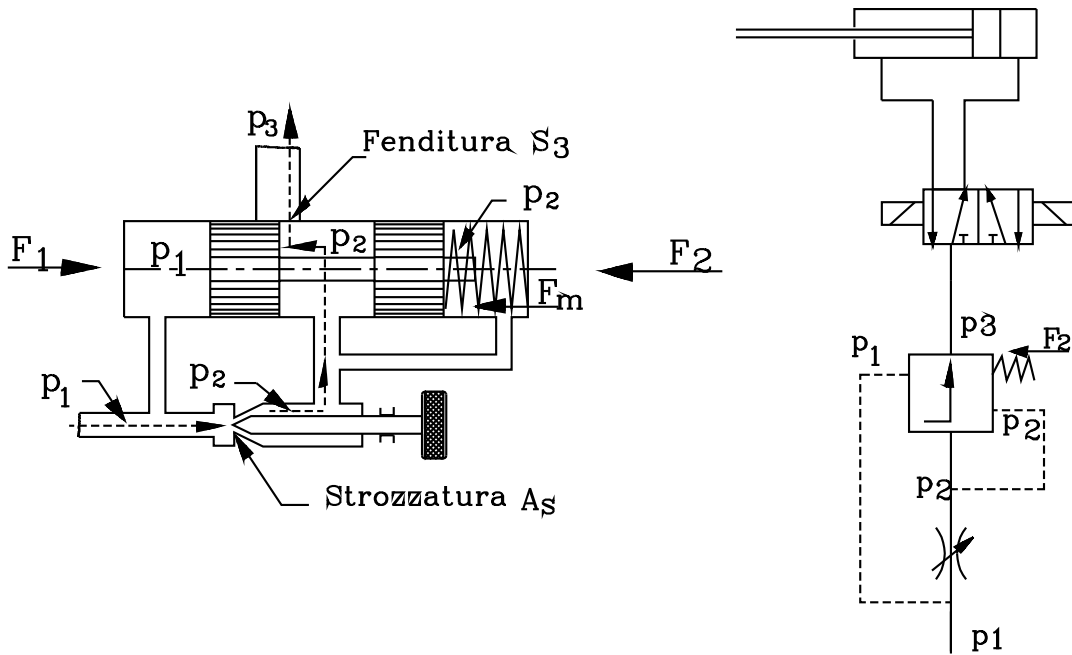
Dallo schema di *fig.9.36* si nota che il cursore viene spinto dalla pressione p_1 a chiudere la fenditura S_3 . Di contro la tensione della molla e il liquido a pressione p_2 tendono a spingere il cursore in senso contrario, in modo da aprire detta fenditura S_3 .

L'otturatore a spillo, muovendosi verso la sede conica, realizza la strozzatura di sezione A_s regolabile, che determina la variazione di pressione Δp , per effetto della quale la pressione di ingresso p_1 cade alla pressione p_2 .

Il liquido, a pressione p_2 , a valle della strozzatura, entra nella camera centrale tra i due pistoni e si porta verso la fenditura S_3 che si ha tra il pistone e l'orifizio di uscita.

Il liquido posto nella camera interna, tra i due pistoni non ha alcun effetto sul moto di questi: la pressione agisce nei due sensi opposti.

fig.9.36



Il liquido alla pressione p_2 entra nella camera contenente la molla e spinge, insieme a questa, il cursore nel senso di aprire la luce S_3 .

Il liquido, passando nella strozzatura A_S , subisce una caduta di pressione:

$$p_2 < p_1 \quad (9.9.1)$$

Sul cursore interno agiscono due forze in senso opposto:

Sulla parte a pressione p_1 agisce la forza:

$$F_1 = p_1 \cdot A \quad (9.9.2)$$

Sulla parte sottoposta alla pressione p_2 agisce la forza dovuta, sia a detta pressione, che all'azione della molla F_m :

$$F_2 = p_2 \cdot A + F_m \quad (9.9.3)$$

Per l'equilibrio dovrà essere:

$$F_1 = F_2 \quad (9.9.4)$$

$$p_1 \cdot A = p_2 \cdot A + F_m \quad \text{da cui}$$

$$p_1 = p_2 + \frac{F_m}{A} \quad \text{per cui}$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{F_m}{A} = \text{Costante} \quad (9.9.5).$$

La variazione di pressione Δp dipende solo dalla tensione della molla: se questa è costante, anche Δp è costante.

Essendo Δp costante, lo sarà anche la portata all'uscita della strozzatura se la sua sezione anulare A_S rimane invariata.

$$Q_2 = C \cdot A_S \sqrt{\Delta p} = \text{Costante} \quad (9.9.6)$$

9.9.1.1 Regolazione

Aumento della pressione p_1 in ingresso

Si supponga che, durante il funzionamento, aumenti p_1 .

Aumenterà la forza $F_1 = p_1 \cdot A$, a sinistra del pistone di regolazione, che si sposterà verso destra (secondo fig.9.36), riducendo la fenditura S_3 .

Al diminuire di S_3 aumenta la variazione di pressione $p_2 - p_3$, ed essendo p_3 invariato, dovrà aumentare p_2 ; questa andrà ad agire sulla parte opposta a quella ove è applicata la pressione p_1 , e, dopo il transitorio, si ristabilirà equilibrio:

$F_1 = F_2$ risulterà ancora:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{F_m}{A} = \text{Costante}$$

La fenditura S_3 è più stretta, ma risulta maggiore la differenza di pressione $p_2 - p_3$ per cui la portata rimane costante.

Durante il processo *la pressione p_3 rimane costante*: essa dipende dal carico sul pistone del cilindro.

Diminuzione della pressione p_1 in ingresso

Si supponga che diminuisca p_1 .

La molla spinge il pistone ad aprire la fenditura S_3 .

All'aumentare di S_3 diminuisce il salto di pressione $p_2 - p_3$ e, quindi diminuisce p_2 ; allora, dopo un transitorio si ristabilisce l'equilibrio:

$F_1 = F_2$ risulterà ancora:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{F_m}{A} = \text{Costante}$$

Per cui, risulta più grande la fenditura S_3 , ma, essendo più piccolo il salto di pressione $p_2 - p_3$, la portata rimane costante.

Diminuzione della pressione p_3 di uscita

Si supponga che si abbia, in uscita, una diminuzione di pressione p_3 per effetto della variazione del carico.

Diminuirà, momentaneamente, anche p_2 e il pistone, spinto da p_1 , si sposterà verso destra, diminuendo la fenditura S_3 .

Al diminuire di S_3 aumenta il salto di pressione $p_2 - p_3$ e aumenterà p_2 ; fino a che, dopo il transitorio, si ristabilisce l'equilibrio:

$F_1 = F_2$ risulterà ancora:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{F_m}{A} = \text{Costante}$$

In tal modo, diminuisce la fenditura anulare S_3 , ma aumenta il salto di pressione $p_2 - p_3$ e la portata rimane costante.

L'inverso avviene all'aumentare di p_3 .

9.9.2 II soluzione

Il fluido passa attraverso la fenditura S_1 , tra la luce d'ingresso e il pistone, e subisce una diminuzione di pressione dal valore p_1 al valore p_2

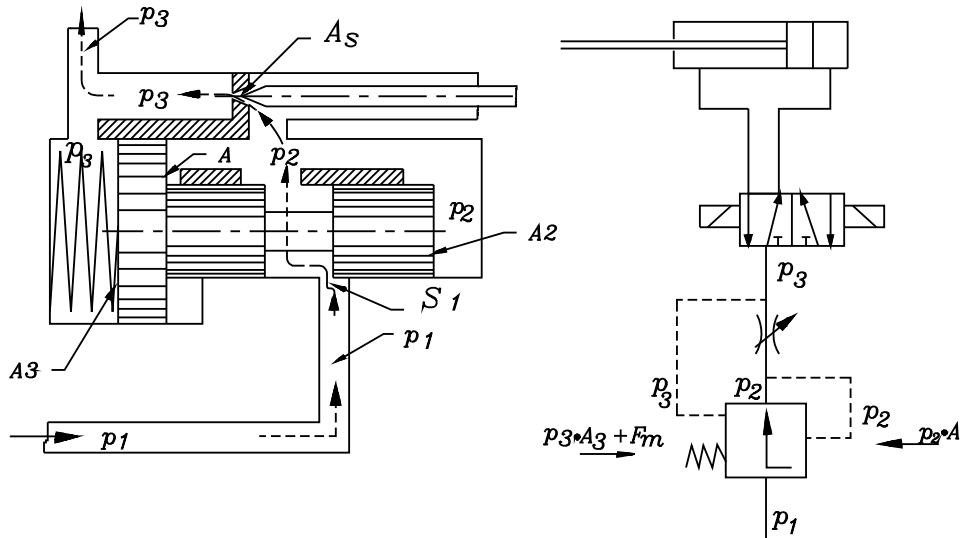
$$p_2 < p_1$$

Il fluido, a pressione p_2 , perviene nella camera ove agisce lo spillo di regolazione e attraversa la strozzatura regolabile A_s , subendo un ulteriore abbassamento di pressione da p_2 a p_3 .

$$p_3 < p_2$$

Sul cursore agisce, da una parte la forza dovuta all'azione della molla " F_m " e alla pressione p_3 , dall'altra, in senso opposto, la forza dovuta alla pressione p_2 .

fig.9.37



Indichiamo con:

- A_3 L'area, a sinistra del pistone più grande, ove agisce la pressione p_3 e la forza F_m della molla.
- A_2 L'area, a destra del pistone più piccolo, ove agisce la pressione p_2 .
- A L'area anulare, a destra del pistone più grande, ove agisce la pressione p_2 .

Si osservi che l'area A_3 , a sinistra del pistone più grande, è uguale alla somma dell'area anulare A a destra di detto pistone e dell'area A_2 a destra del pistone più piccolo:

$$A_3 = A + A_2 \quad (9.9.8)$$

Per l'equilibrio delle forze sul cursore si avrà:

$$F_m + p_3 \cdot A_3 = p_2 \cdot A + p_2 \cdot A_2$$

$$F_m + p_3 \cdot A_3 = p_2 \cdot (A + A_2)$$

ma $A + A_2 = A_3$ per cui:

$$F_m + p_3 \cdot A_3 = p_2 \cdot A_3$$

$$p_2 - p_3 = \frac{F_m}{A_3}$$

Quindi risulta:

$$\Delta p = p_2 - p_3 = \frac{F_m}{A_3}$$

La differenza di pressione $\Delta p = p_2 - p_3$, che si riferisce alla strozzatura di regolazione, dipende solo dalla tensione della molla; per cui, se questa durante il funzionamento rimane invariata, risulterà costante detta variazione di pressione Δp .

Regolata la strozzatura con l'otturatore a spillo, si avrà una variazione di pressione $p_2 - p_3$ che determinerà una portata, che rimane costante al variare della pressione di ingresso p_1 o di uscita p_3 .

9.9.2.1 Regolazione

Aumento della pressione in ingresso p_1

Aumentando la pressione p_1 aumenta anche la pressione p_2 , per cui il cursore si sposta verso sinistra, restringendo la feritoia S_1 .

Nel transitorio si ha un aumento momentaneo della variazione di pressione p_2-p_3 (p_3 rimane costante); ma restringendosi la feritoia S_1 diminuisce p_2 , fino a che si ripristina nell'equilibrio il salto di pressione :

$$\Delta p = p_2 - p_3 = \frac{F_m}{A_3}$$

L'equilibrio si ottiene con un salto di pressione p_1-p_2 più elevato di quello che si aveva prima dell'aumento di p_1 , ma con una feritoia S_1 più piccola; per cui la portata di liquido che passa attraverso la feritoia è la stessa.

L'inverso avviene alla diminuzione di p_1

Aumento della pressione di uscita p_3

Quando aumenta la pressione p_3 il cursore viene spinto verso destra, ingrandendo la fenditura S_1 .

All'aumentare di S_1 diminuisce il salto di pressione p_1-p_2 , ed essendo p_1 rimasto invariato, aumenta la pressione p_2 ; fino a che si ripristina nell'equilibrio il salto di pressione :

$$\Delta p = p_2 - p_3 = \frac{F_m}{A_3}$$

L'equilibrio si ottiene con una fenditura S_1 più grande di quella che si aveva prima dell'aumento di p_3 , ma con un salto di pressione p_1-p_2 più piccolo; per cui la portata attraverso S_1 rimane costante.

L'inverso avviene al diminuire della pressione p_3 .

9.10 Regolazione della portata

Per ottenere una diversa velocità di spostamento dello stelo di un cilindro si può regolare la portata o "a monte", nel condotto di mandata, o "a valle", nel condotto di scarico.

9.10.1 Regolazione a monte

Si debba regolare la velocità di fuoriuscita dello stelo di un cilindro. Per ottenere ciò, a seconda delle esigenze di regolarità del moto, si può inserire nel condotto di mandata o il semplice regolatore di portata o quello a due vie.

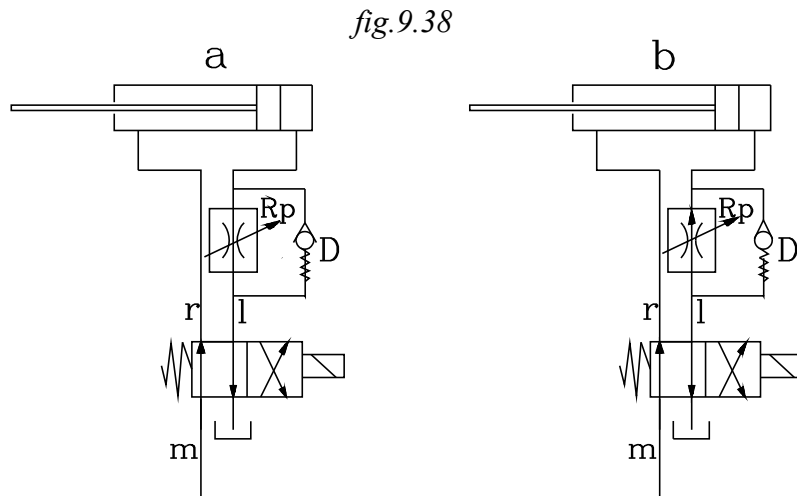
Se si inserisce un regolatore semplice, a seconda della apertura della sezione di strozzatura, viene regolata la portata e quindi la velocità di fuoriuscita dello stelo; ma, la costanza di questa, non viene assicurata al variare del carico. Inserendo invece un regolatore di portata a due vie, si assicura una maggiore costanza della velocità di fuoriuscita dello stelo, anche al variare del carico e alle variazioni di pressioni in ingresso o in uscita.

Se si vuole che la corsa di ritorno sia rapida, ottenuta con il libero defluire del liquido nel serbatoio, si pone in parallelo al regolatore di portata una valvola direzionale che impedisca il passaggio del liquido nel senso che va dalla valvola di distribuzione al cilindro, mentre si apra nel senso contrario permettendo lo scarico libero nel serbatoio.

La regolazione della portata "a monte" può essere realizzata con i semplici impianti rappresentati con gli schemi di figura:

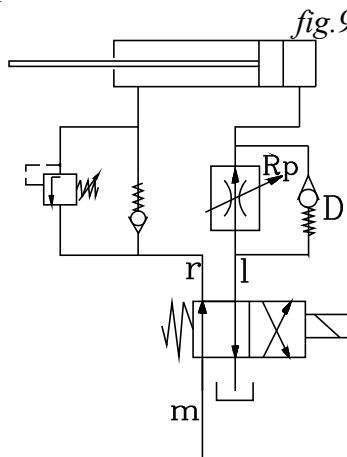
fig.9.38 a Regolazione della velocità di fuoriuscita dello stelo mediante un semplice regolatore di flusso. Non è garantita la costanza della velocità. La valvola direzionale permette la corsa rapida di ritorno

fig.9.38 b Regolazione della velocità di fuoriuscita dello stelo mediante un regolatore di portata a due vie. È garantita una discreta costanza della velocità. La valvola direzionale permette la corsa rapida di ritorno.



I due impianti proposti possono presentare un grave difetto. Durante la corsa di lavoro, quando nella camera del cilindro non contenente lo stelo viene introdotto il liquido sotto pressione, nella camera opposta avviene lo scarico del fluido nel serbatoio a pressione atmosferica.

Si supponga ora che, durante la corsa di lavoro, vi sia applicata allo stelo la sola forza di attrito che si opponga al moto, o addirittura una forza nello stesso senso del moto; in tal caso, mancando, nella camera dove viene evacuato il liquido, una contro-pressione opposta a quella che si ha nell'altra contenente il fluido di spinta, il pistone può facilmente "impuntarsi" e procedere a scatti: fenomeno che va sotto il nome di "stick - slip".



Per ovviare a detto inconveniente si modifica l'impianto come da schema rappresentato in fig. 9.39, il quale si riferisce ad una regolazione mediante regolatore di portata a due vie.

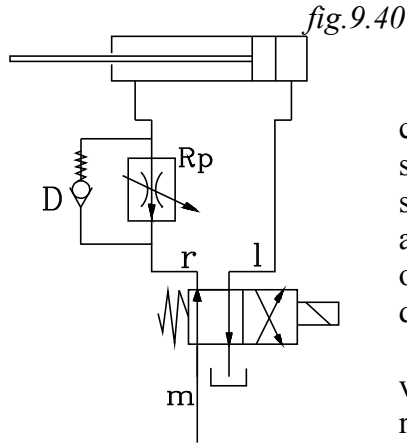
Si deve assicurare nella camera di evacuazione del liquido una contro-pressione a quella di spinta che si ha nell'altra camera di immissione del fluido. Per ottenere ciò si inserisce nella condotta di scarico r , prima della valvola di distribuzione, un limitatore di pressione che funzioni da valvola di sequenza: essa non apre il passaggio verso la valvola distributrice 4/2 che scarica nel serbatoio, fintantoché non si raggiunge una pressione

impostata dalla tensione della molla.

Si assicura così in ogni caso, anche in una corsa a vuoto, la contro-pressione necessaria ad impedire l'impuntamento del pistone.

La regolazione della portata a monte viene impiegata per spostare in senso contrario al moto un carico costante, come si presenta nelle piattaforme di sollevamento.

9.10.2 Regolazione della portata a valle



La regolazione della portata viene effettuata inserendo nel condotto di scarico, all'uscita del cilindro, il regolatore di portata semplice o a due vie. Strozzando il passaggio del liquido nello scarico, si regola la portata che può defluire dal cilindro e quindi anche quella che entra nella camera opposta, potendo così ottenere una variazione della velocità dello stelo in funzione dell'area di strozzatura.

La strozzatura del regolatore di portata determina una variazione di pressione Δp , per cui l'uscita della valvola regolatrice è posta alla pressione di scarico nel serbatoio, praticamente uguale a quella atmosferica, mentre l'ingresso, rispetto a questa, si porta ad un valore superiore di Δp .

Con tale assetto, durante la corsa di lavoro, nella camera di scarico del liquido è assicurata una contro-pressione che garantisce un regolare funzionamento, senza il pericolo di puntamento del pistone.

Nella corsa di ritorno, quando il liquido entra nella camera contenente lo stelo e la valvola 4/2 è nella posizione di figura, si apre la valvola direzionale in parallelo al regolatore di portata, lasciando il libero passaggio del fluido verso il cilindro.

La regolazione della portata a valle è adatta ad essere impiegata nel comando delle macchine utensili per le quali è richiesto un movimento regolare. Verrà adoperata la valvola di regolazione a due vie quando è richiesto una uniformità del moto pur nelle variazioni di coppia resistente sia di intensità che di direzione.

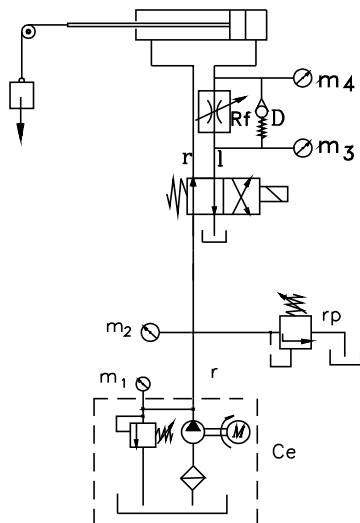
IN LABORATORIO

9.10.3 Regolazione della portata a monte, senza l'inserimento del limitatore di pressione nella camera di evacuazione del fluido.

L'esercitazione ha lo scopo di dimostrare il fenomeno dello spostamento a scatti nella regolazione della portata a monte, nel condotto di mandata senza l'inserimento nel condotto di scarico della valvola limitatrice di pressione avente lo scopo di creare nella camera di evacuazione del fluido una contropressione che bilanci quella esistente nella camera di mandata.

Il fenomeno si presenta specialmente alle basse velocità.

Fig. 9.41



Montare l'impianto di figura.

L'elettrovalvola sarà comandata dal solito circuito con Start e Stop di fig. 9.32.

Variare la sezione di apertura della valvola strozzatrice, chiudendo la vite che comanda lo spillo.

Si potrà notare alle basse velocità la tendenza del moto dello stelo a procedere a scatti.

la dimostrazione è soltanto visiva.

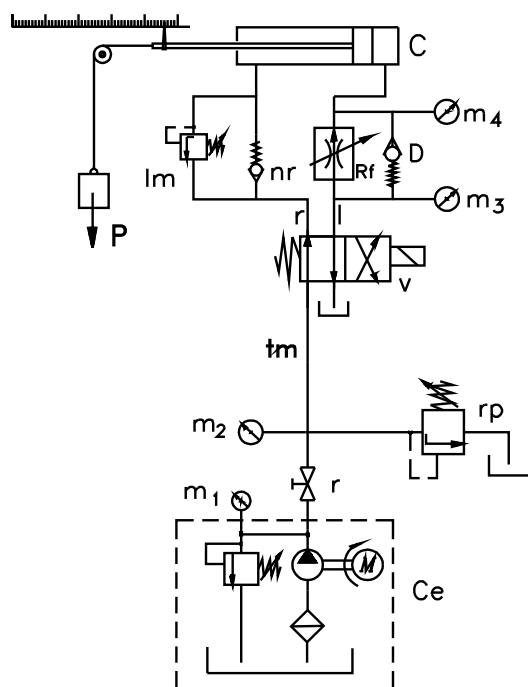
IN LABORATORIO

9.10.4 Regolazione della portata a monte con inserzione nel condotto di scarico di una valvola limitatrice di pressione.

Regolazione mediante un regolatore un regolatore di portata a due vie.

Controllo della costanza della portata al variare del carico.

fig.9.42



Componente	Sigla
Cilindro a doppio effetto	<i>C</i>
Regolatore di flusso a due vie	<i>Rp</i>
Valvola 4/2 monostabile	<i>V</i>
Regolatore di pressione	<i>rp</i>
limitatore di pressione	<i>lm</i>
Valvola unidirezionale	<i>nr</i>
Valvola unidirezionale	<i>D</i>
Manometro	<i>m₂</i>
Manometro	<i>m₃</i>
Manometro	<i>m₄</i>
centralina	<i>Ce</i>
Peso	<i>P</i>

L'esercitazione ha più scopi.

- Si vuole dimostrare che nella regolazione di portata a monte con l'inserzione nel condotto di scarico di una valvola limitatrice di pressione si evita il fenomeno dello "stick - slip".
- Si vuole dimostrare che, una volta regolata l'apertura della strozzatura della valvola regolatrice di portata a due vie, la portata rimane costante al variare del carico.

Si procede nella seguente maniera:

Dimostrare che non si presente il fenomeno di "Stick- Slip"

Si regoli la pressione della valvola limitatrice di pressione posta nel condotto di scarico ad un valore inferiore a quello posto nel condotto di mandata (ciò è ovvio, altrimenti l'impianto si blocca).

Variare l'apertura della strozzatura nel regolatore di portata a due vie, variando così la velocità del moto dello stelo. Si osservi che in questo caso, anche per basse velocità il moto è regolare e non procede a scatti.

Rilievo della velocità del moto di fuoriuscita dello stelo e discesa del carico

Si proceda come nell'esercizio 9.8.2:

- Collegato il peso minimo alla estremità della fune si avvii con lo Start il sollevamento. Durante questo si leggano i valori delle pressioni sui manometri m_3, m_4 ed il tempo impiegato dall'indice a percorrere una lunghezza "l" nota.
- Si aggiunge un peso al precedente e si ripete la prova rilevano i nuovi valori delle pressione e del tempo di percorrenza della lunghezza "l".
- Si effettuano più prove aggiungendo via via un peso maggiore, fino a che il sistema non ha più la capacità di sollevamento.

Alla fine si effettua la tabella

Peso P	manometro m_3	manometro m_4	lunghezza l	tempo t	$\Delta p = m_3 - m_4$	velocità v

Si calcola la variazione della pressione tra valle e monte della strozzatura:

$$\Delta p = m_3 - m_4$$

Si calcola la velocità dello stelo:

$$v = \frac{l}{t}$$

Si possono riportare i valori ottenuti su un diagramma che fornisce il valore della velocità a variare del carico. Il diagramma risulterà pressoché una retta parallela all'asse delle ascisse.

Infatti la velocità dello stelo dipende dalla portata:

$$v = \frac{Q}{A}$$

La portata è funzione della radice quadra di Δp :

$$Q = C \cdot A_s \sqrt{\Delta p}$$

Nel regolatore di portata a due vie, come si è dimostrato, Δp è costante, e quindi tale risulterà la portata e la velocità dello stelo.

9.11 Cicli con comandi ON - OFF in oleodinamica

Con comandi di tipo *ON OFF* si possono impiegare nell'oleodinamica le stesse tecniche utilizzate in elettropneumatica.

Come si è studiato nei capitoli precedenti, in tecnica oleodinamica sono state messe a punto valvole direzionali simili a quelle utilizzate nella tecnologia elettropneumatica.

Si possono così ottenere cicli da risolvere attraverso i metodi impiegati nell'elettropneumatica: Mappe di Karnaugh - Circuiti di tipo sequenziale, memorie in cascata.

Le caratteristiche particolari che contraddistingue un impianto oleodinamico da quello pneumatico sono legate alla proprietà della indeformabilità del fluido liquido rispetto invece alla compressibilità dell'aria.

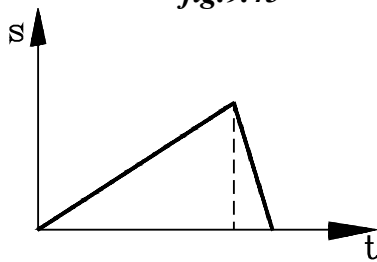
Data la incompressibilità si possono ottenere regolazioni precise della portata della pressione e quindi della velocità di moto dello stelo di un cilindro o del numero di giri di un motore idraulico.

Diamo qui due esempi semplici di cicli con comandi ON - OFF e regolazioni delle velocità del moto degli steli.

IN LABORATORIO

9.10.5 Impiego del regolatore di portata a due vie per un ciclo con finecorsa.

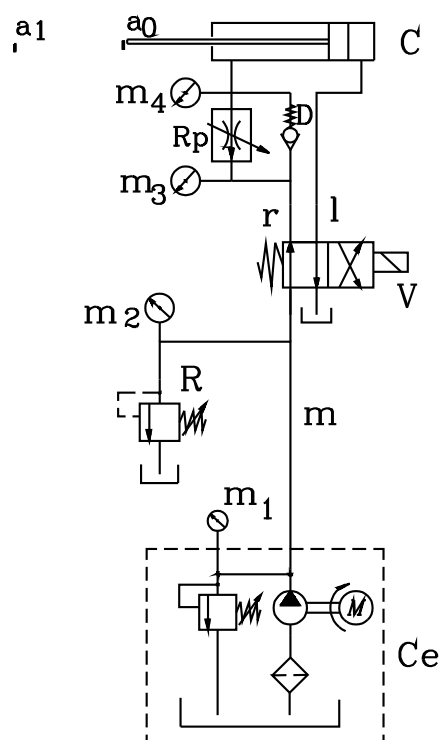
fig. 9.43



Una slitta deve effettuare una corsa di lavoro con velocità moderata, uniforme e regolabile. La corsa di ritorno deve essere rapida.

Viene adoperato un regolatore di portata a due vie, posto a valle del cilindro, nel condotto collegato con la camera contenente lo stelo, ove avviene lo scarico del liquido nel serbatoio, durante la corsa di lavoro.

fig. 9.44



Componente	Sigla
Cilindro a doppio effetto	C
Regolatore di flusso a due vie	Rp
Valvola 4/2 monostabile	V
Valvola unidirezionale	D
Manometro	m_2
Manometro	m_3
Manometro	m_4
centralina	Ce

Lo schema è quello di figura.
Viene adoperata una elettrovalvola 4/2 monostabile.

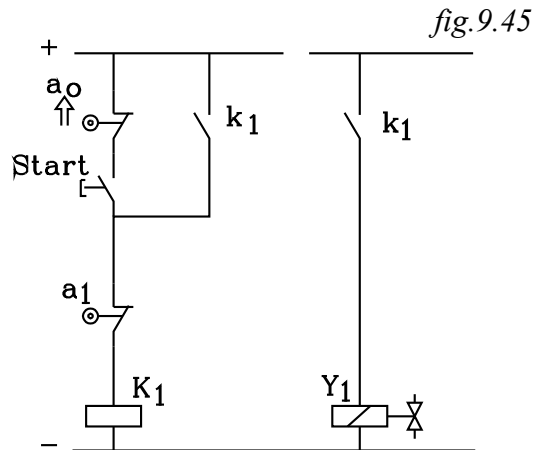
Per ottenere la corsa rapida di ritorno è posta in parallelo al regolatore di portata a due vie una valvola direzionale, la quale non permette il passaggio del fluido nel senso dello scarico, dal cilindro verso il serbatoio; mentre si apre e lascia libero il passaggio nel senso che va dalla valvola 4/2 all'alimentazione del cilindro.

Funzionamento

Nella condizione di riposo, quando la bobina della valvola 4/2 non è eccitata, il liquido è spinto a riempire la parte del cilindro contenente lo stelo. Questo è tutto rientrato. In tal modo il liquido erogato dalla centralina, raggiungendo la massima pressione stabilita dal regolatore di pressione R , in derivazione con il condotto di mandata m , si scarica tutto nel serbatoio.

Azionato lo Start, si commuta la valvola 4/2 e viene effettuata la corsa di lavoro. Il liquido, proveniente dalla condotta di mandata m , viene inviato dalla valvola 4/2 attraverso la condotta l a riempire la camera del cilindro non contenente lo stelo; Il liquido invece che riempie la camera opposta, viene scaricato nel condotto r ed è costretto a passare nella strozzatura del regolatore di portata a due vie Rp . Si ha così una corsa lenta, la cui velocità può essere variata, agendo sulla apposita vite di regolazione.

Quando lo stelo tocca il finecorsa a_1 si commuta la valvola 4/2, si inverte il senso del flusso del liquido nelle due condotte l, r ottenendo la corsa di ritorno. Il liquido, proveniente dalla condotta m viene inviato dalla valvola 4/2, attraverso la condotta r , nella parte del cilindro contenente lo stelo. La valvola direzionale D si apre e non oppone resistenza allo scorrimento del fluido in questo senso. Dall'altra parte del cilindro, non contenente lo stelo, viene scaricato il liquido nel serbatoio, attraverso la tubazione l e la valvola 4/2. In questa fase non essendo il liquido obbligato a passare entro strozzature si ottiene una corsa di ritorno rapida.

Circuito elettrico di comando**Equazioni logiche:**

$$A^+ = a_0 \cdot Start$$

Adoperando una bobina ausiliaria K_1 :

$$K_1 \begin{cases} Set & A^+ = a_0 \cdot Start \\ Reset & A^- = a_1 \end{cases}$$

$$K_1 = (a_0 \cdot Start + K_1) \cdot a_1$$

*IN LABORATORIO***9.10.6 Corse di fuoriuscita e rientro dello stelo percorsi a tratti con diverse velocità.***Tema*

Si vuole effettuare un impianto idraulico nel quale si abbia una prima corsa rapida di fuoriuscita dello stelo fino all'attivazione di un finecorsa. Segue la corsa di lavoro di fuoriuscita dello stelo con velocità costante, regolabile e indipendente dal carico. Ultimata la corsa di lavoro segue un ritorno rapido dello stelo.

Si adoperi come valvola di potenza una 4/3 con posizione intermedia di ostruzione dei condotti di mandata e scarico.

Condizioni al contorno

Con uno Start S_1 si avvii un solo ciclo con un altro S_2 con aggancio meccanico più cicli continui.

Con due pulsanti S_3, S_4 si possa spostare a mano lo stelo in una posizione qualsiasi della corsa dello stelo e bloccare il cilindro in tale posizione.

Per dimostrare che con l'impiego della valvola 4/3 richiesta si possa bloccare il cilindro in qualsiasi posizione intermedia anche se vi è un carico, si prevede l'applicazione di un carico all'estremità dello stelo, come effettuato nelle esercitazioni precedenti.

Descrizione della soluzione del problema.

La regolazione della portata viene effettuata a valle nel condotto di scarico con semplificazione del circuito.

La regolazione della portata nella corsa di lavoro è ottenuta da un regolatore a due vie per ottenere una velocità costante dello stelo, indipendente dal carico.

In parallelo al regolatore di portata R_p viene posta la valvola V_1 2/2 monostabile NA, comandata dai finecorsa.

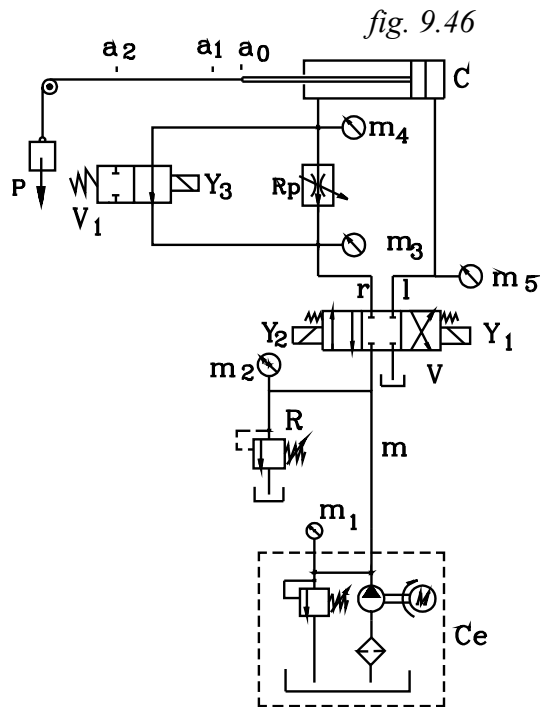
Nella corsa di fuoriuscita dello stelo la elettrovalvola V_1 non è commutata fino a che non viene toccato il finecorsa a_1 . Essendo la V_1 normalmente aperta il fluido liberamente si porta nella valvola 4/3 V e attraverso questa si scarica nel serbatoio.

In tal modo lo stelo fuoriesce con elevata velocità. Toccato il finecorsa a_1 questo comanda la commutazione della valvola della V_1 che si porta nella posizione in cui intercetta il passaggio del fluido.

Il liquido così è costretto a passare attraverso la strozzatura della valvola regolatrice di portata, ottenendo così un rallentamento della velocità di fuoriuscita dello stelo.

Toccato il fincorsa a_2 contemporaneamente si diseccita la bobina Y_3 della V_1 e deve avvenire il rientro dello stelo.

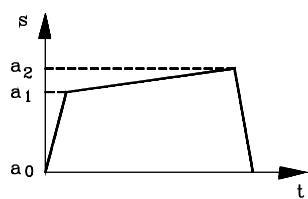
Nella diseccitazione di Y_3 la valvola V_1 si riporta nella posizione di riposo e il fluido può liberamente scaricarsi attraverso la 4/3 nel serbatoio.



Componente	Sigla
Cilindro a doppio effetto	C
Regolatore di flusso a due vie	Rp
Regolatore di pressione	R
Valvola 4/3 monostabile	V
Valvola 2/2 monostabile Normalmente Aperta	V_1
Valvola unidirezionale	D
Manometro	m_2
Manometro	m_3
Manometro	m_4
Manometro	m_5
centralina	Ce

Diagramma corsa tempo

fig.9.47

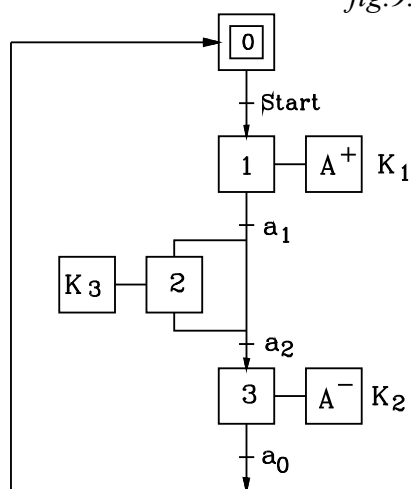


Il diagramma è costituito da tre tratti: Il primo di avvicinamento rapido alla zona di lavoro di fuoriuscita dello stelo fino al finecorsa a_1 ; un secondo tratto con velocità moderata e regolabile di lavoro di continuazione dello sfilamento dello stelo fino a toccare il finecorsa a_2 ; infine un terzo tratto di ritorno rapido fino a toccare il finecorsa

a_0 .

Circuito di comando

fig.9.48



Le tre bobine delle elettrovalvole sono eccitate da contatti comandati rispettivamente da tre bobine ausiliarie:

$$\begin{aligned} K_1 &\rightarrow Y_1 \\ K_2 &\rightarrow Y_2 \\ K_3 &\rightarrow Y_3 \end{aligned}$$

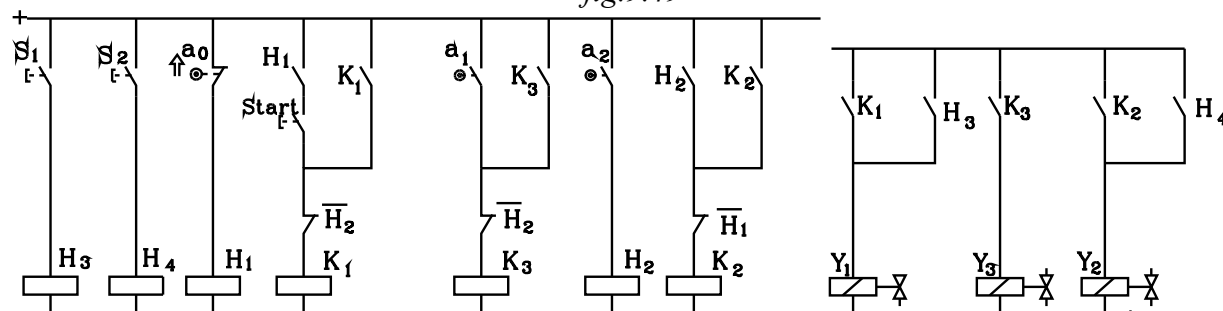
Si consideri una soluzione con circuito sequenziale.

In ordine:

- Pigiato lo Start si eccita la bobina Y_1 dell'elettrovalvola V e fuoriuscire lo stelo.
- Toccato a_1 si eccita la bobina Y_3 dell'elettrovalvola V_1
- Toccato a_2 si diseccita la bobine dell'elettrovalvola V_1 si diseccita la Y_1 , si eccita la Y_2 dell'elettrovalvola V e si ha la corsa di rientro dello stelo.

Nel graficet vi è una derivazione della fase 2 tra la due condizioni date dai finecorsa a_1 ed a_2 . La fase 2 inizia con l'attivazione del fine corsa a_1 e termina nello stesso istante in cui inizia la fase 3 di rientro dello stelo.

fig.9.49



Dal graphicet si ricavano facilmente le equazioni logiche:

- La bobina K_1 di comando A^+ è eccitata dalla condizione finale a_0 e dallo Start e viene diseccitata dalla condizione di rientro stelo dato da a_2 . Considerando che a_2 deve anche diseccitare K_3 , conviene assumere un'altra bobina ausiliaria H_2 comandata da a_2 :

$$H_2 = a_2$$

Così pure il finecorsa a_0 deve eccitare K_1 e diseccitare K_2 , quindi conviene assumere un'altra bobina ausiliaria H_1 comandata da a_0 :

$$H_1 = a_0$$

Così il circuito di memoria che comanda K_1 sarà:

$$K_1 = (H_1 \cdot \text{Start} + K_1) \cdot \overline{H_2}$$

- La bobina K_1 comanda Y_1 di fuoriuscita stelo

$$Y_1 = K_1$$
- La bobina di comando di eccitazione dell'elettrovalvola V_1 viene eccitata dal finecorsa a_1 e diseccitata da a_2 e quindi da un contatto normalmente aperto della bobina ausiliaria H_2 .

$$K_3 = (a_{1+} + K_1) \cdot \overline{H_2}$$
- La bobina di comando di A^- deve essere eccitata dal finecorsa a_2 e quindi da H_2 e diseccitata quando si eccita dal finecorsa a_0 e quindi dalla bobina H_1 .

$$K_2 = (H_2 + K_2) \cdot \overline{H_1}$$
- La bobina K_2 comanda Y_2 di rientro dello stelo

$$Y_2 = K_2$$
- Nelle condizioni al contorno vi è la prescrizione che lo stelo possa essere comandato manualmente attraverso due pulsanti S_1, S_2 .
 Il pulsante S_1 eccita una bobina ausiliaria H_3 che comanda direttamente Y_1 dell'elettrovalvola V per la fuoriuscita dello stelo.
 Il pulsante S_2 eccita una bobina ausiliaria H_4 che comanda direttamente Y_2 dell'elettrovalvola V per il rientro dello stelo.
 Così in parallelo al contatto K_1 viene posto H_3 e in parallelo al contatto K_2 viene posto H_4 .

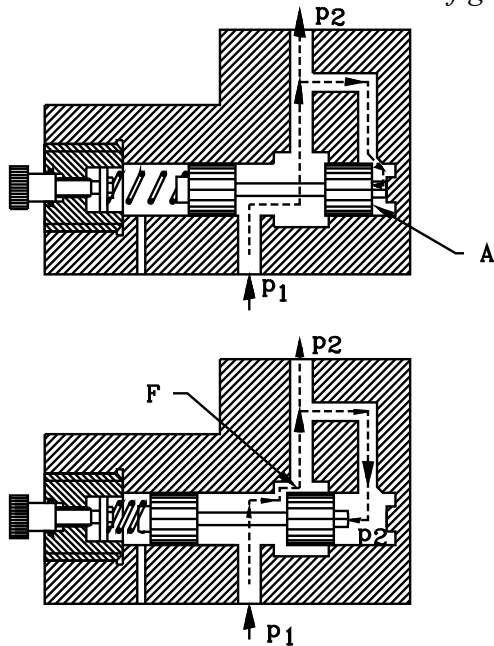
Funzionamento

- Nelle condizioni iniziali è toccato il finecorsa a_0 e quindi è eccitata la bobina ausiliaria H_1 .
- Pigiato lo Start si eccita K_1 che chiude il relativo contatto in serie con Y_1 . Si commuta la valvola 4/3 e si ottiene la fuoriuscita dello stelo. L'elettrovalvola V_1 è diseccitata per cui il liquido fuoriesce liberamente passando nella via aperta della stessa valvola V_1 e la 4/3 e scaricandosi nel serbatoio.
- Toccato finecorsa a_1 si eccita K_3 che chiude il relativo contatto in serie con Y_3 . Si eccita l'elettrovalvola V_1 che commutandosi intercetta il passaggio del liquido. Questo adesso è costretto a passare attraverso al strozzatura del regolatore di pressione a due vie. La corsa di fuoriuscita dello stelo rallenta.
- Toccato il finecorsa a_2 si eccita la bobina ausiliaria H_2 che diseccita sia l'elettrovalvola V_1 che la bobina Y_1 , mentre eccita la bobina Y_2 . In tal modo torna indietro lo stelo e l'elettrovalvola V_1 commutandosi, fornisce un passaggio libero al liquido di scaricarsi nel serbatoio, attraverso la valvola V_1 stesa e la 4/3.
- A ciclo fermo e Start non attivato, attraverso il pulsante S_1 si può far fuoriuscire lo stelo. Infatti pigiando S_1 si eccita H_3 che chiude il relativo contatto sulla Y_1 . Così pure pigiando S_2 si fa rientrare manualmente lo stelo.

Notare che attraverso i pulsanti S_1, S_2 si può portare lo stelo in qualsiasi posizione delle sua corsa. La posizione poi viene mantenuta indipendentemente dal carico applicato, in mancanza di eccitazione delle bobina Y_1, Y_2 .

9.11 Regolatore di pressione a due vie

fig. 9.50



In alcune applicazioni si vuole ridurre la pressione primaria p_1 in una secondaria p_2 regolabile ad un valore che si mantenga costante.

In figura è rappresentato schematicamente il regolatore di pressione a due vie.

Nelle condizioni di riposo la molla spinge il pistone verso destra fino a battuta.

Il liquido entra nel condotto di ingresso alla pressione p_1 e viene costretto a passare attraverso la fenditura "F" che si forma tra il pistone di destra e la condotta di uscita. Per effetto della strozzatura che si ha nella fenditura, la pressione nel liquido si riduce ad un valore $p_2 < p_1$.

Nel condotto di uscita viene derivata un altro condotto, che porta il liquido ad agire sulla superficie "A" del pistone, determinando su di esso una spinta F_2 :

$$F_2 = p_2 \cdot A$$

Tale spinta contrasta quella della molla F_m . Il liquido posto tra i due pistoni a pressione di ingresso p_1 non determina nessuna spinta risultante, agendo sulle due superfici di detti pistoni in senso opposto.

Per l'equilibrio dei pistoni occorre che la forza di spinta dell'olio a pressione p_2 , agente sulla superficie "A", uguagli la forza F_m della molla.

$$F_m = p_2 \cdot A \quad \text{da cui:}$$

$$p_2 = \frac{F_m}{A}$$

La pressione p_2 dipende solamente dalla tensione della molla: per $F_m = \text{Costante}$ risulta costante la pressione controllata p_2 di uscita dal regolatore.

Regolazione

Perché si possa effettuare la regolazione occorre, che risulti, sempre, la pressione regolata p_2 inferiore di quella primaria p_1 .

$$p_2 < p_1$$

Si supponga che, per una azione esterna sull'attuatore, la pressione p_2 a valle del regolatore si squilibri tendendo, momentaneamente, ad aumentare. All'aumento di p_2 corrisponde una spinta F_2 dell'olio sulla superficie "A" che supera la forza della molla F_m .

Viene così rotto l'equilibrio e i due pistoni sono spinti a sinistra, comprimendo la molla. Ma, nello spostamento del cursore viene a restringersi la fenditura "F" con strozzamento del liquido, il quale subisce un abbassamento di pressione $\Delta p = p_1 - p_2$, fino a che la pressione p_2 non raggiunge di nuovo il valore imposto dalla tensione della molla:

$$p_2 = \frac{F_m}{A}$$

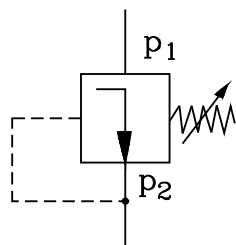
Si consideri ora il caso che la pressione p_2 , tenda, momentaneamente, a diminuire. Allora diminuirà la forza di spinta F_2 , che risulterà inferiore alla spinta della molla F_m . Si rompe l'equilibrio e i due pistoni si sposteranno verso destra, aprendo la sezione anulare della fenditura "F".

In tal caso, diminuendo la strozzatura del liquido diminuisce il salto di pressione $\Delta p = p_1 - p_2$. Aumenterà quindi p_2 fino a raggiungere di nuovo il valore imposto dalla tensione della molla.

$$p_2 = \frac{F_m}{A}$$

Simbolo del regolatore di pressione a due vie.

fig.9.51



Il simbolo secondo *ISO 1219* è quello di figura nel quale è schematicamente rappresentato il funzionamento. La molla equilibra la pressione p_2 e ne determina quindi il valore. Un aumento momentaneo di p_2 sposta il simbolo con strozzatura del passaggio del liquido verso l'uscita e, quindi, con diminuzione della p_2 stessa.

Il regolatore mantiene la pressione di uscita praticamente costante anche nel caso di una variazione della pressione di ingresso (la quale si deve mantenere però sempre superiore a quella di uscita)

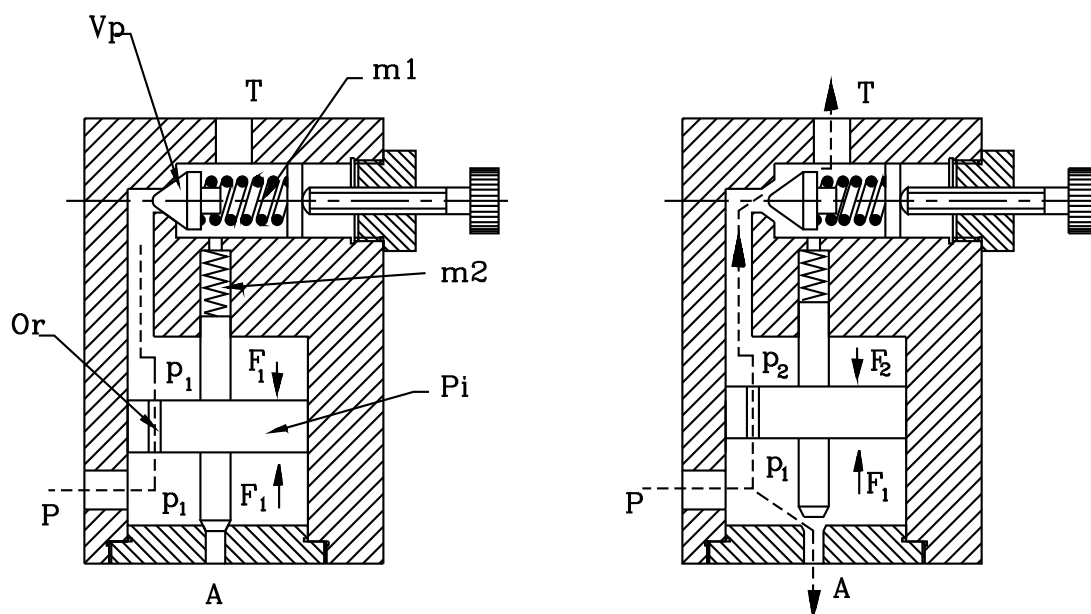
Il regolatore di pressione viene utilizzato quando a valle di esso occorre garantire una pressione che possa essere regolata e si mantenga costante nel tempo.

Così, per esempio, detto regolatore potrà essere adoperato, quando si vuole che lo stelo di un cilindro fuoriesca fino a toccare un oggetto e garantisca su di esso una forza costante di compressione. Il liquido di ingresso al cilindro proverrà dall'uscita del regolatore di pressione.

Il regolatore di pressione a due vie descritto non garantisce una protezione dai colpi di ariete dovuti a repentini ed elevati aumenti di pressione. Per la protezione dai colpi di ariete provenienti dagli attuatori occorre porre un limitatore di pressione in parallelo al regolatore descritto.

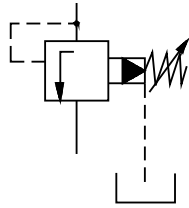
9.12 Valvola di sequenza pilotata

Con questa valvola si può aprire la comunicazione del fluido da una condotta ad un'altra solamente quando nella prima si raggiunge una certa pressione, preordinata attraverso una vite di regolazione posta sulla valvola stessa.



Nella figura fig.9.52 è riportato lo schema della valvola che ne descrive il principio di funzionamento.

fig.9.53



Rappresentazione simbolica della valvola di sequenza pilotata.

In sintesi la composizione della valvola è la seguente.

Il pistone Pi contiene un orifizio Or che pone in comunicazione la camera inferiore con quella superiore del cilindro entro cui può scorrere il pistone.

La molla $m2$ agisce sullo stelo del pistone che spinge l'otturatore conico ad esso solidale a chiudere il passaggio del fluido verso l'uscita A .

La parte superiore del cilindro è in comunicazione con la valvola pilotata Vp , costituita da un otturatore conico, spinto verso la sede conica dalla molla $m1$, la cui tensione è regolata da una vite.

La valvola pilotata Vp , spinta verso la sede conica, impedisce il passaggio del liquido, proveniente dal cilindro inferiore, verso la camera che è in comunicazione con lo scarico T nel serbatoio e con il cilindro contenente lo stelo del pistone e la molla $m2$.

Funzionamento

Avvitando la vite si dà una tensione alla molla $m1$ tale che la valvola pilotata Vp non abbandoni la sede conica fino a che il liquido che entra nell'ingresso P non raggiunge la determinata pressione di sequenza p_s , che porrà in comunicazione l'ingresso P con l'uscita A : $P \rightarrow A$.

Quando la pressione p_1 del liquido all'ingresso P è inferiore alla valore p_s che deve effettuare la sequenza del passaggio del fluido dalla condotta collegata in P con quella collegata in A , allora la valvola pilotata Vp non abbandona la sua sede. Il liquido è bloccato nelle due camere del cilindro contenente il pistone Pi . Queste sono in comunicazione tra loro attraverso l'orifizio Or , e quindi il liquido che agisce sulla due facce opposte del pistone si trova alla stessa pressione, comunicando al pistone due spinte $F_1 = p_1 \cdot A$ uguali ed in senso opposto.

In queste condizioni sul pistone agisce la sola forza dovuta alla tensione della molla $m2$ e quindi viene spinto in basso e l'otturatore conico va ad ostruire il passaggio verso A .

Quando il liquido che entra in P supera la pressione p_s di soglia prefissata con la vite V , allora la valvola pilotata Vp si stacca dalla sua sede conica, essendo ora la tensione della molla $m1$ inferiore alla spinta del fluido.

Il liquido così passa attraverso l'apertura che si viene a determinare nella sede conica e arriva nella camera che è in comunicazione con lo scarico T nel serbatoio.

A questo punto si stabiliscono nelle due camere opposte del cilindro contenente il pistone Pi due pressioni diverse nel liquido.

Infatti il regime non è più statico: vi è un flusso del liquido che scorre attraverso l'apertura che si è verificata nella sede conica della valvola Vp e si scarica in T .

Si ha un abbassamento di pressione del liquido contenuto nella camera al di sopra del pistone Pi .

Mentre la pressione p_1 nella camera inferiore sta aumentando, quella al di sopra si porta ad un valore $p_2 < p_1$. Tale variazione di pressione Δp è possibile per effetto del passaggio del liquido attraverso la strozzatura Or del pistone.

Si viene così a determinare una spinta differenziata tra le due superfici opposte del pistone: la spinta sulla superficie inferiore risulta superiore a quella applicata sulla superiore.

$$F_1 > F_2$$

Il pistone viene così sollevato, vincendo la tensione della molla m_2 , e l'otturatore conico apre il passaggio del liquido verso l'uscita A .

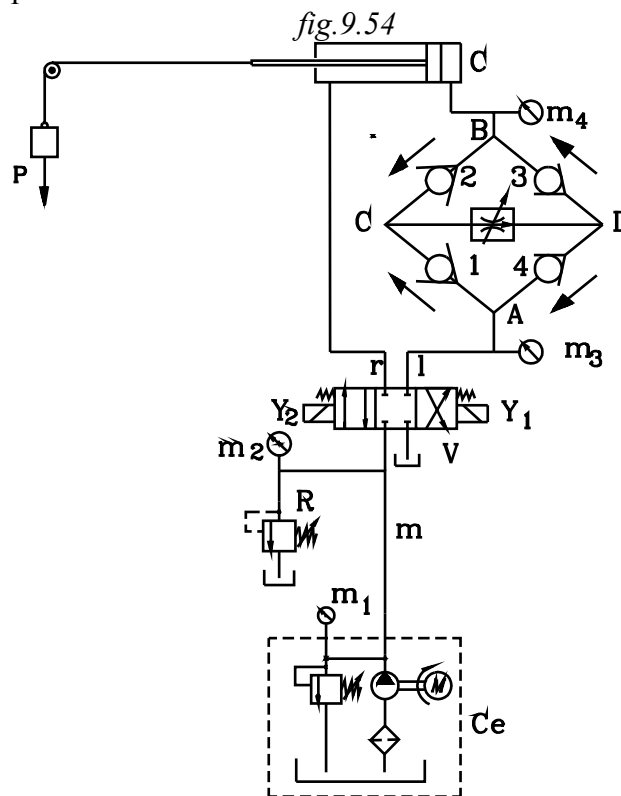
IN LABORATORIO

9.13 Ponte di Graetz

Si vuole montare un particolare circuito con il quale è possibile impiegare un solo regolatore di portata a due vie per regolare il flusso nei due sensi di marcia di un cilindro.

Ciò è possibile con l'impiego di quattro valvole direzionali poste ai quattro lati di un quadrilatero e disposte come in figura.

Su una diagonale del ponte vengono allacciate le tubazioni di alimentazione l nelle quali il flusso del liquido può scorrere nei due sensi opposti, per comandare le corse di fuoriuscita e rientro dello stelo del cilindro. Sull'altra diagonale è montato il regolatore di flusso che viene percorso dal liquido sempre nello stesso senso.



Funzionamento

Le bobine Y_1, Y_2 dell'elettrovalvola 4/3 siano eccitate e diseccitate con un semplice circuito con Start e Stop con autoritenuta.

Quando si eccita la bobine Y_1 la valvola si commuta e invia il liquido nella condotta l di mandata verso la camera del cilindro non contenente lo stelo.

Il fluido è interdetto dalla valvola 4 mentre può passare nella 1; percorre così il regolatore di flusso nel senso giusto CD (indicato dalla freccia). Giunto nel punto D il fluido passa sulla valvola 3 e viene inviato nella camera destra del cilindro.

Occorre osservare che la valvola 4 ha a valle il fluido con una pressione superiore di quella a monte, per cui è bloccata.

Quando si eccita la bobina Y_2 il fluido viene espulso dalla camera del cilindro ed è spinto da B verso A . Esso è interdetto dalla valvola 3 mentre può passare nella 2. Giunto nel punto C il fluido passa nel regolatore di flusso e da questo nella valvola 4 e si scarica attraverso la 4/3 nel serbatoio.

Occorre osservare che la valvola 1 ha a monte il fluido con una pressione superiore di quella a valle, per cui è bloccata.

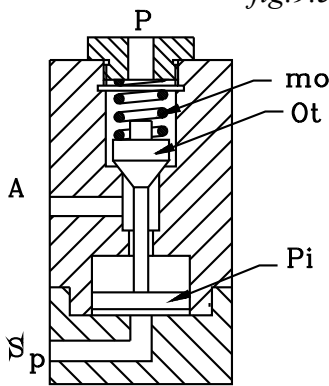
Dalla lettura dei manometri verificare quanto detto.

9.14 Valvola direzionale pilotata

In alcune applicazioni occorre che il liquido possa essere interdetto nel fluire in una certa direzione e poter avere libero accesso in questa solamente dietro un comando di pressione.

Nella figura *fig.9.55* è schematizzata una valvola unidirezionale pilotata.

fig.9.55



L'otturatore Ot è spinto dalla molla mo e dalla pressione del liquido che entra in P a chiudere il passaggio verso l'uscita A .

Il liquido può invece percorrere la valvola liberamente in senso inverso da A verso P , essendo la tensione della molla molto piccola rispetto alle pressioni del liquido in gioco.

Ora si supponga che il liquido tenti di passare nel senso che va da P verso A ; allora se nel condotto Sp non vi è liquido, oppure è presente, ma con una pressione molto piccola rispetto

a quella esistente al di sopra dell'otturatore Ot , questo è spinto nella sua sede ed interdice il passaggio del liquido da P verso A .

Inviando nel condotto Sp il liquido in pressione la spinta che si esercita al di sotto del pistone può vincere quella data dalla molla e dal liquido che agiscono sull'otturatore Ot . Questo può innalzarsi e lasciare libero il passaggio da P verso A .

IN LABORATORIO

9.14.1 Utilizzazione delle valvole unidirezionali pilotate

Si monti l'impianto rappresentato in figura *fig.9.56*

Si deve innalzare un carico Q . L'impianto deve garantire che in condizioni di riposo, quando la valvola 4/3 non è eccitata, il carico Q rimanga fermo nella posizione assunta e non scenda.

La prova può essere anche effettuata con il carico appeso alla fune, utilizzato nelle precedenti esercitazioni.

Per garantire che il pistone del cilindro resti bloccato nella posizione raggiunta, quando si diseccita la valvola 4/3, si utilizzano due valvole direzionali pilotate, poste sulle due condotte comunicanti con le due camere del cilindro e il cui segnale di pilotaggio di una valvola si deriva dalla condotta a monte dell'altra.

Così la valvola V_{p1} ha il condotto di pilotaggio collegato con la condotta l , mentre il pilotaggio di V_{p2} è collegato con la condotta r .

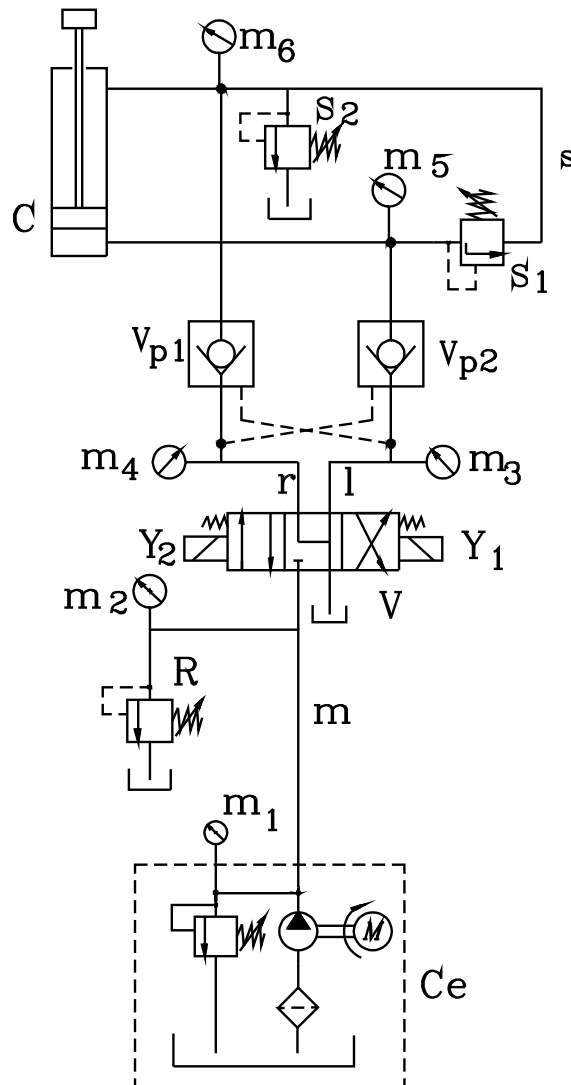
Sulle due condutture di mandata e di scarico del cilindro sono poste due valvole di sicurezza per prevenire le sovrappressioni che si determinano nella condutture quando si toglie bruscamente l'eccitazione della valvola 4/3.

Funzionamento

Eccitando l'elettrovalvola Y_1 si commuta la valvola 4/3 e si invia il liquido nella tubazione l . In tal modo il liquido passa liberamente attraverso la valvola V_{p2} ed entra nella camera destra del cilindro, inoltre il liquido viene inviato nel tubo di pilotaggio della valvola V_{p1} sollevando l'otturatore, liberando il passaggio nella direzione di scarico verso la tubazione r .

Così mentre il liquido entra nella camera del cilindro non contenete lo stelo, quella che lo contiene, potrà scaricare il liquido contenuto, attraverso la tubazione r e la valvola 4/3 nel serbatoio.

fig.9.56



L'inverso avviene se si eccita la bobine Y_2 . Il liquido passa nella tubazione r e viene inviato sia nella camera sinistra del cilindro che nella tubazione di pilotaggio della valvola V_{p2} , aprendo il passaggio nella direzione di scarico nella tubazione l . In tal modo il liquido entra nella camera sinistra del cilindro, mentre quello contenuto nella camera destra viene scaricato nella tubazione l e da questa, attraverso la valvola 4/3, nel serbatoio.

Quando si toglie l'eccitazione in entrambe le bobine, la valvola 4/3 si pone nella posizione mediana, nella quale entrambe le tubazioni sono in comunicazione con lo scarico nel serbatoio.

Nelle tubazioni l , r la pressione è quella atmosferica, per cui nella tubazioni di pilotaggio delle valvole direzionali V_{p1} , V_{p2} non vi è la pressione necessaria per liberare il passaggio verso lo scarico.

Le due valvole direzionali V_{p1} , V_{p2} impediscono il passaggio del liquido verso lo scarico e lo stelo del cilindro si blocca nella posizione raggiunta, contrastando l'azione del peso che tende a spostarlo.

Temi proposti

1°

Si realizzi un impianto idraulico composto da un cilindro la cui corsa di lavoro si, ottiene alimentando la camera non contenente lo stelo.

Venga effettuata una regolazione della portata a monte con una contropressione a valle ottenuta da un limitatore di pressione.

La velocità di spostamento dello stelo deve essere costante ed indipendente dal carico.

Impiegare quindi un regolatore di portata a due vie.

la corsa di lavoro è regolabile, mentre quella di rientro stelo è veloce.

Come valvola di potenza si impieghi una 4/2 monostabile.

Rilevare le pressioni nelle sezioni caratteristiche del circuito, sia a riposo che durante il moto con carichi variabili.

Spiegare il comportamento.

2°

Si realizzi l'impianto come descritto nel tema precedente utilizzando un regolatore di portata semplice, e come valvola di potenza una 4/3 con intercettazione dei flussi in posizione di riposo.

Rilevare le pressioni nelle sezioni caratteristiche del circuito, sia a riposo che durante il moto con carichi variabili.

Notare che in condizioni di riposo la pressione rilevata nella camera contenente lo stelo è superiore a quella rilevata nell'altra: spiegare il perché.

3°

Si vuole effettuare un impianto idraulico nel quale si abbia una prima corsa rapida di fuoriuscita dello stelo fino all'attivazione di un finecorsa. Segue la corsa di lavoro di fuoriuscita dello stelo con velocità costante, regolabile e indipendente dal carico. Ultimata la corsa di lavoro segue un ritorno rapido dello stelo.

Si adoperi come valvola di potenza una 4/2 Monostabile.

Suggerimenti

Per ottenere sulla stessa corsa due velocità di verse si faccia riferimento dell'esercizio svolto 9.10.6

Per il circuito elettrico si impieghino due memorie una per l'elettrovalvola 4.2 monostabile e l'altra per la 2/2 NA...

4°

Si deve sollevare un carico con velocità regolabile la discesa è rapida.

La salita e la discesa del carico vengono comandati manualmente a distanza mediante l'azionamento di due pulsanti.

Il carico deve poter rimanere sollevato in qualsiasi posizione con la garanzia del blocco dello stelo del cilindro.

Condizioni al contorno:

Un finecorsa interdice l'azionamento del sollevamento quando si raggiunge l'altezza massima; così pure un fine corsa interdice l'azionamento della discesa quando si è raggiunta l'altezza minima.

Effettuare l'impianto occorrente allo scopo

Suggerimenti:

Per la regolazione del flusso basta l'impiego di un regolatore semplice di portata unidirezionale. Per la garanzia del blocco del cilindro impiegare due valvole direzionali pilotate.

5°

Nell'impianto descritto nel punto precedente occorre che la regolazione del flusso avvenga nei due sensi di sollevamento e discesa del carico, impiegando un solo regolatore di portata a due vie che garantisce la costanza del flusso.

Effettuare l'impianto.

Suggerimenti

Per ottenere la regolazione nei due sensi con un solo regolatore di portata occorre l'utilizzo di un ponte di Graetz



Avanti...

[Clic per continuare](#)



Indietro...

[Clic per precedente](#)



Indietro...

[Clic per la pagina iniziale](#)