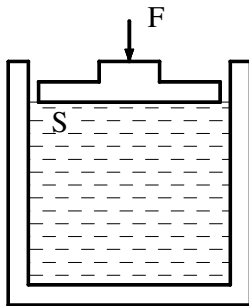


IDRAULICA

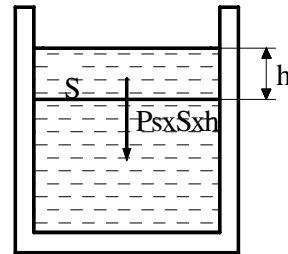
Marino prof. Mazzone

PRESSIONE IDROSTATICA E LEGGE DI STEVINO

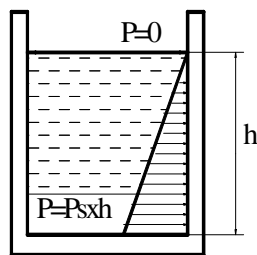


$$p = \frac{F}{S}$$

$$p = P_s \cdot S \cdot h / S = P_s \cdot h$$

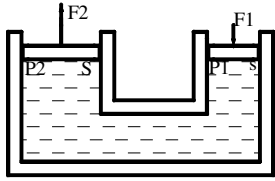


p = pressione
 P_s = peso specifico
 h = profondità



Andamento della pressione in funzione dell'altezza soprastante di liquido.

PRINCIPIO DI PASCAL E LEGGE DI EULERO

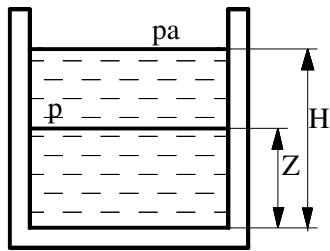


Torchio idraulico.

$$p_1 = p_2$$

$$F_1 < F_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$



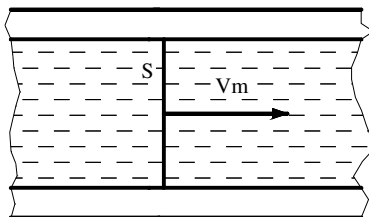
$$Z + \frac{p}{\rho_s} = \text{cost}$$

$$H + \frac{p_a}{\rho_s} = Z + \frac{p}{\rho_s}$$

Z = altezza geometrica

$\frac{p}{\rho_s}$ = altezza piezometrica.

EQUAZIONE DI CONTINUITA'



$$Q = S \times V_m$$

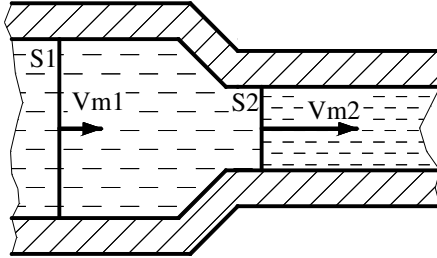
Q = portata

Litri al 1''

Litri al 1'

m^3 / ora

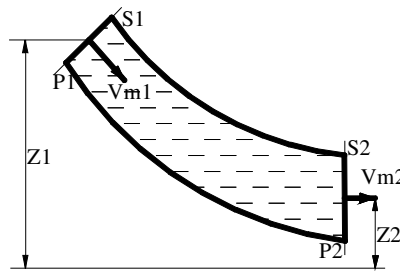
$m^3 / 1'$



$$S_1 \cdot v_{m1} = S_2 \cdot v_{m2}$$

Principio di conservazione della massa.

TEOREMA DI BERNOULLI = Principio di conservazione dell'energia
LEGGE DI TORRICELLI



Assenza di attrito e di viscosità (condizione ideale e puramente teorica)

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2g} + Z = \text{costante}$$

Z = Altezza geometrica; $\frac{P}{\rho g}$ = altezza piezometrica; $\frac{V^2}{2g}$ = altezza cinetica

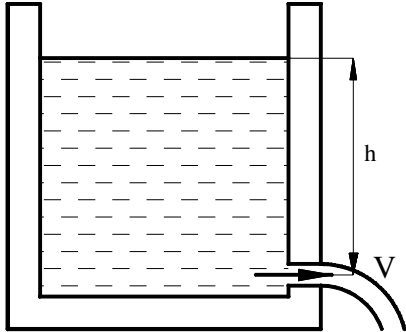
$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \quad E_1 = E_2$$

Ricordo che: Energia cinetica = $\frac{1}{2} m v^2$

Energia potenziale gravitazionale = $m g h$

Teorema di Torricelli



$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ La velocità di efflusso dipende dall'accelerazione di gravità e dalla quota del battente h .

Perdite di carico:

CAUSA: attrito fra fluido e condotto
attrito fra fluido e fluido (viscosità)

Indicando con la lettera y le perdite di carico o perdite d'energia, Bernoulli diventa:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho_s} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho_s} + \frac{v_2^2}{2g} + y$$

Trasformazione dell'energia nelle installazioni idrauliche.

Ene elettrica → Ene idraulica → Ene idraulica → Ene meccanica

Motore el = | ≠ Pompa id → App idr e di comando → Motore id = | ≠ utiliz.

Grandezze fisiche e unità idrauliche. (misurabili)

Velocità - pressione - tempo - temperatura (per esempio)
Sistema Internazionale (S.I.)

Lunghezza metri (m); Massa chilogrammi (kg); Tempo secondi (s); Temperatura Kelvin (K); Temperatura gradi Celsius (C°)

Il Principio della dinamica:

$$F = m \cdot a \quad F = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{Unità di forza} = \text{Newton (N)}$$

$$1\text{N} = 1\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad p = \frac{F}{S} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pascal (Pa)}$$

1 Pascal = un foglio di carta di 100 grammi su un m² di superficie. O se preferite pensate di spalmare un panino di un m² con 100 grammi di burro.

1000 Pa = 1 chilopascal = kPa multiplo del chilopascal è il bar

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \quad 1.01 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$$

Con \dot{V} si intende la portata volumetrica che in idraulica si esprime:

$$\dot{V} = \frac{V}{t} \quad \text{dove } V \text{ è la quantità del fluido espressa in litri e } t \text{ è il tempo in minuti primi.}$$

$$V = \frac{V}{t} = \frac{1}{1'} \quad \text{che in rapporto alla velocità diventa:}$$

$$\dot{V} = S \cdot v \quad \text{dove } S = \text{sezione trasversale della condotta.}$$

QUALCHE ESERCIZIO PER IMPRATICHIRSI.

Dati:

Superficie piana di 1 cm²

Pressione di 5000 kPa

Valore della forza applicata?

Ricordo che: $100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

$$5000 \text{ kPa} = 50 \text{ bar}$$

$$p = \frac{F}{S} \quad F = p \cdot S \quad 5000 \text{ kPa} = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$F = 1 \text{ cm}^2 \cdot 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 500 \text{ N}$$

----- ... -----

Dati:

Ad una trancia è applicata $F = 100 \text{ kN}$

Il cilindro idraulico ha un pistone di $S = 200 \text{ cm}^2$

Pressione minima per trasmettere la forza F al pistone?

$$P = \frac{F}{S} \quad 100 \text{ kN} = 100000 \text{ N} \quad p = \frac{100000 \text{ N}}{200 \text{ cm}^2} = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$p = 5000 \text{ kPa} = 50 \text{ bar}$$

----- ... -----

Dati:

Che la forza F rimanga invariata!
dimezzato o raddoppiato!

Applicandola ad un pistone

$F = 1000 \text{ N}$ Superficie del pistone A = 5 cm^2

$$p_1 = \frac{1000 \text{ N}}{5 \text{ cm}^2} = 200 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 20 \text{ bar}$$

Superficie del pistone B = 10 cm^2

$$p_2 = \frac{1000 \text{ N}}{10 \text{ cm}^2} = 100 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 10 \text{ bar}$$

----- ... -----

Calcolare la pressione in una pressa idraulica

Esempio:

$F_1 = 600 \text{ N}$ $S_1 = 2 \text{ cm}^2$ $S_2 = 200 \text{ cm}^2$ $F_2 ?$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \quad \text{pertanto:} \quad F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1} \quad \text{sostituendo i valori:}$$

$$F_2 = \frac{60 \text{ N} \cdot 200 \text{ cm}^2}{2 \text{ cm}^2} = 6000 \text{ N}$$

----- ... -----

Tubo iniziale	$S_1 = 10 \text{ cm}^2$
Velocità del liquido	$v_1 = 20 \text{ cm /s}$
Tubo finale	$S_2 = 2 \text{ cm}^2$
Velocità finale??	$V_2 = ??$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad v_2 = \frac{S_1 \cdot v_1}{S_2} = \frac{10 \text{ cm}^2 \cdot 20 \text{ cm/s}}{2 \text{ cm}^2} = 100 \text{ cm/s}$$

----- ... -----
 In un cilindro a semplice effetto:

$$V = 10 \frac{\text{dm}^3}{1'} \quad D \text{ pistone} = 70 \text{ mm} \quad S_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 70^2}{4} = 3846.5 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ litri}/1' = 10 \text{ dm}^3/1' \quad S_p = 0.38465 \text{ dm}^2 \quad V = \frac{V}{S} = \frac{10}{0.38465} = 25.997$$

arrotondato a $26 \text{ dm}/1' = 2.6 \text{ m}/1' = 0.043 \text{ m/s}$ se $L =$ corsa del
 pistone $= 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$ ed essendo $t = s/v$ $L/v = 0.3/0.043 = 6'' 976$
 uguale a 7 secondi circa.

CARATTERISTICHE DEI FLUIDI IDRAULICI

I liquidi o “fluidi idraulici” sono:

1. acqua
2. olii minerali vari
3. emulsioni di acqua e olio
4. soluzioni di acqua e glicoli (liquido antigelo, solventi)
5. fluidi sintetici (esteri fosforici, idrocarburi clorurati, siliconi)

All'infuori dell'acqua, gli altri sono mescolati a additivi anticorrosione, antischiuma, antiusura ...).

Acqua: impianti notevoli tipo saracinesche delle dighe, impianti antincendio, antinquinamento di prodotti alimentari, farmaceutici...

Olii minerali: i più usati nelle apparecchiature oleodinamiche.

CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE:

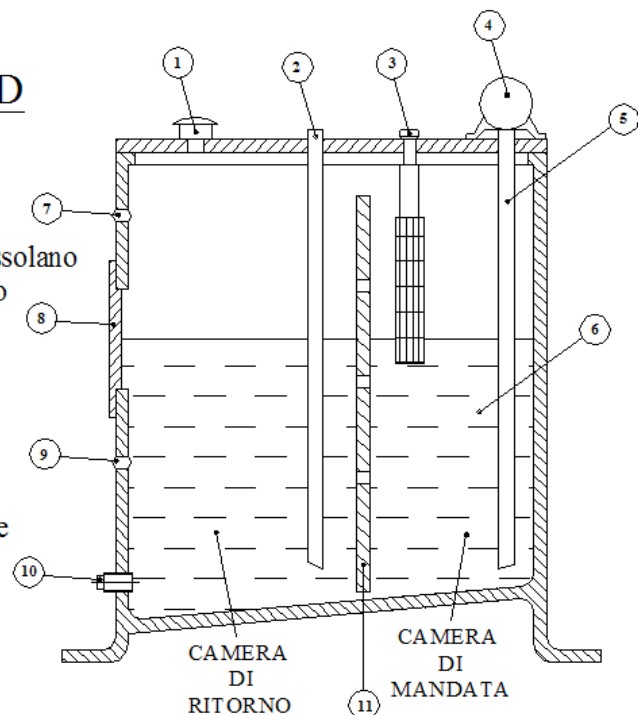
- a) bassa infiammabilità
- b) elevata resistenza all'invecchiamento
- c) basso potere corrosivo
- d) elevato potere disincrostante
- e) buon potere lubrificante

CENTRALINA OLEODINAMICA

CENTRALINA STANDARD

Legenda:

- 1. Sfiatatoio
- 2. Ritorno olio
- 3. Bocca di riempimento con filtro grossolano
- 4. Pompa volumetrica+ motore elettrico
- 5. Tubo di aspirazione
- 6. Olio
- 7. Livello massimo olio
- 8. Coperchio ispezione e lavaggio
- 9. Livello minimo olio
- 10. Tappo di svuotamento
- 11. Paratia stabilizzazione e decantazione

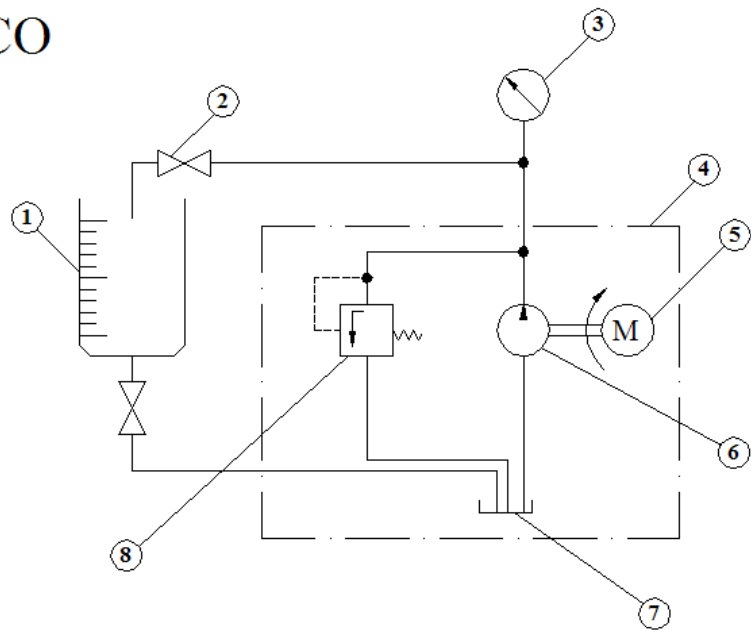


SCHEMA DELL'IMPIANTO

IMPIANTO IDRAULICO

Legenda:

1. serbatoio graduato
2. valvola di intercettazione
3. manometro
4. gruppo generatore
5. motore elettrico
6. pompa idraulica
7. serbatoio
8. limitatore di pressione



ALCUNI COMPONENTI OLEODINAMICI

Nello schema dell'impianto non sono rappresentati i filtri depuratori che servono a garantire un buon funzionamento dei vari componenti mobili; attuatori, valvole, regolatori di portata e quant'altro.

I filtri si caratterizzano per i loro differenti posizionamenti :

- a) filtri in aspirazione
- b) filtri in mandata sotto pressione
- c) filtri in scarico

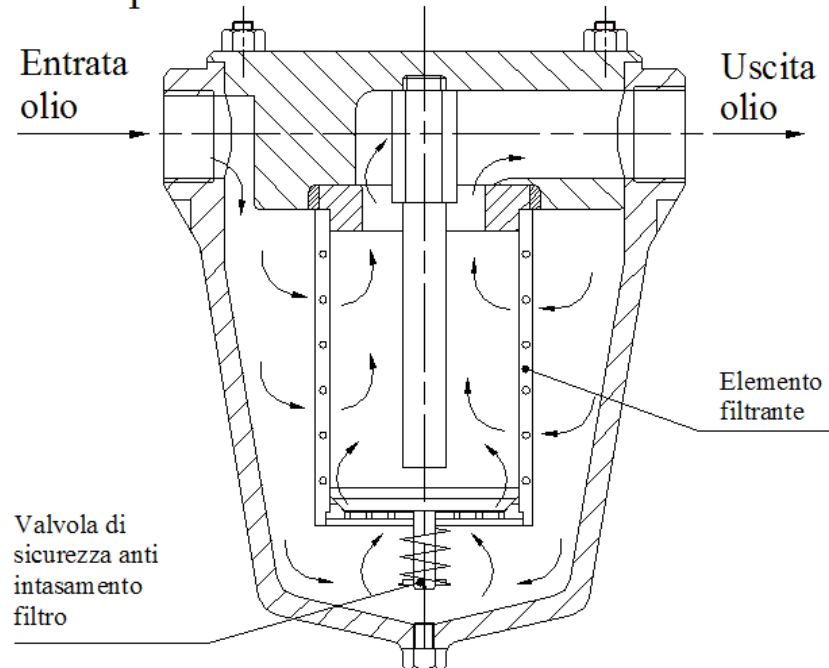
I primi, (in aspirazione) proteggono la pompa e tutte le componenti del circuito. Sono di difficile controllo posizionati come sono prossimi alla vasca di raccolta dell'olio e prima della pompa. Fra l'altro producono inevitabilmente cavitazione alla pompa stessa.

I secondi, (in mandata) devono essere di struttura robusta perché devono sopportare alte pressioni e non proteggono la pompa. Sono utilizzati molto raramente, anche perché il loro costo è notevole.

I terzi, (in ritorno) sulla condotta che porta al serbatoio. Sono i più usati anche se non difendono i vari elementi dell'impianto da eventuali distacchi di bave, pezzi di guarnizioni che cedono da elementi vetusti o difettosi.

Filtro oleodinamico.

Filtro da porre sulla condotta di ritorno al serbatoio



LE POMPE OLEODINAMICHE.

Definizione:

Si definisce pompa una macchina operatrice capace di convertire l'energia prelevata dall'albero di un motore primo (elettrico o termico), in energia idraulica (in prevalenza energia di pressione) conferita al liquido che l'attraversa.

Le pompe si dividono in due gruppi: **pompe volumetriche** e **turbopompe**.

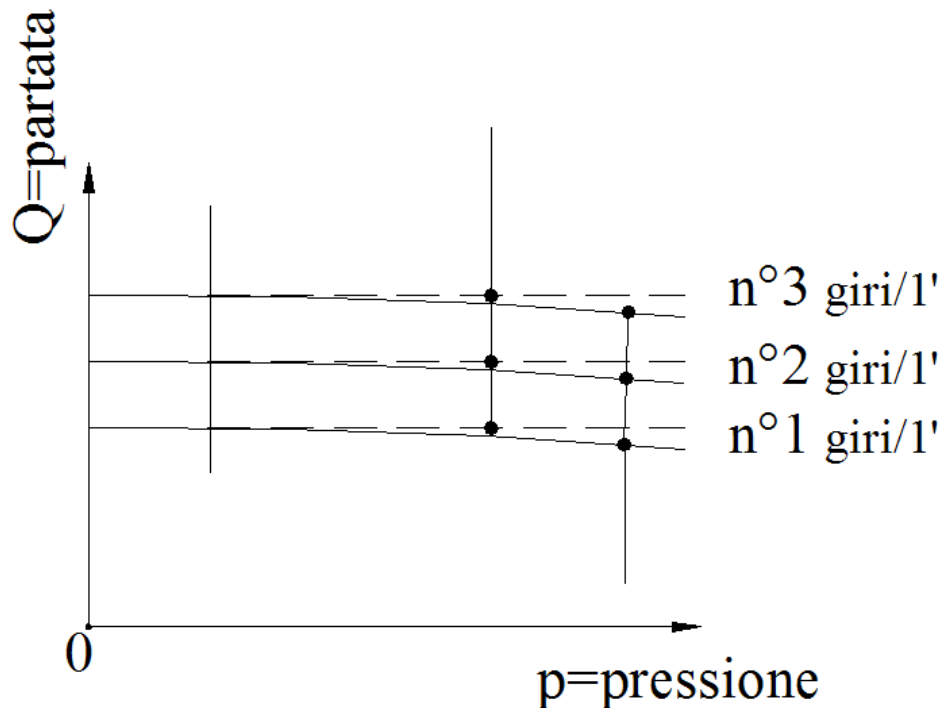
Nelle pompe volumetriche il fluido è messo in pressione da una riduzione di volume che lo contiene.

I parametri e le prestazioni fondamentali delle pompe volumetriche sono: **cilindrata** e **portata**.

La cilindrata si esprime in cm^3 e corrisponde ad una rotazione completa dell'albero. Nel caso più semplice della pompa a pistoni essa è data dalla corsa per l'alesaggio per il numero dei cilindri.

La portata (teorica) si esprime in litri/minuto primo ($\ell/1'$) ed è proporzionale al prodotto della cilindrata per la velocità di rotazione (giri/1') dell'albero motore sempre il minuto primo.

In realtà a causa delle perdite idrauliche generate dai difetti di riempimento, dai trafileamenti che aumentano con l'aumentare della pressione, della non perfetta incomprimibilità del liquido, la portata teorica si riduce generando la portata effettiva. Il rapporto tra portata effettiva e portata teorica prendono il nome di “Rendimento volumetrico”.



Curva portata – pressione per le pompe volumetriche.

I costruttori di pompe volumetriche forniscono alcuni valori.

Pressione (prevalenza). Si esprime in bar.

Pressione nominale; ammessa per servizio.

Pressione massima; ammessa in caso di funzionamento intermittente (lunghi periodi di servizio = minore durata della pompa).

Pressione minima di funzionamento.

Velocità di rotazione che sono anch'esse: nominali, massime e minime.

Potenza idraulica si esprime in kW e corrisponde al prodotto della portata erogata per la prevalenza (pressione).

Rendimento complessivo vale a dire il rapporto tra potenza idraulica e potenza meccanica prelevata dall'albero del motore primo.

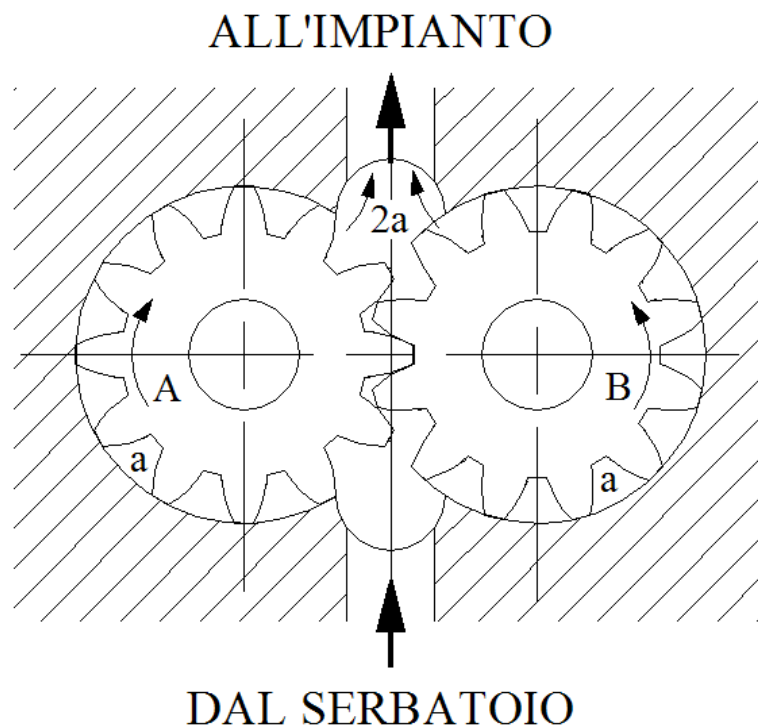
Durata difficilmente valutabile poiché dipende: dal tipo di servizio, tipo di fluido idraulico usato, pressione di servizio, velocità nominale, cavitazione, manutenzione dell'impianto, ecc...

Le pompe volumetriche sono in base alla cilindrata:

- a) a cilindrata fissa (portata variabile solo col variare del numero di giri)
- b) a cilindrata variabile (variazione della portata anche manualmente mantenendo fisso il numero di giri)

In base alla forma costruttiva:

- 1) a pistoni (applicazioni rarissime, portata discontinua)
- 2) a palette (per minori pressioni anche se poco costose)
- 3) a ingranaggi (le più diffuse)
- 4) a capsulismi dette anche a lobi (poco diffuse)
- 5) a vite (le migliori anche se molto costose)
- 6) multiple (a pistoni e ingranaggi, a pistoni e palette)

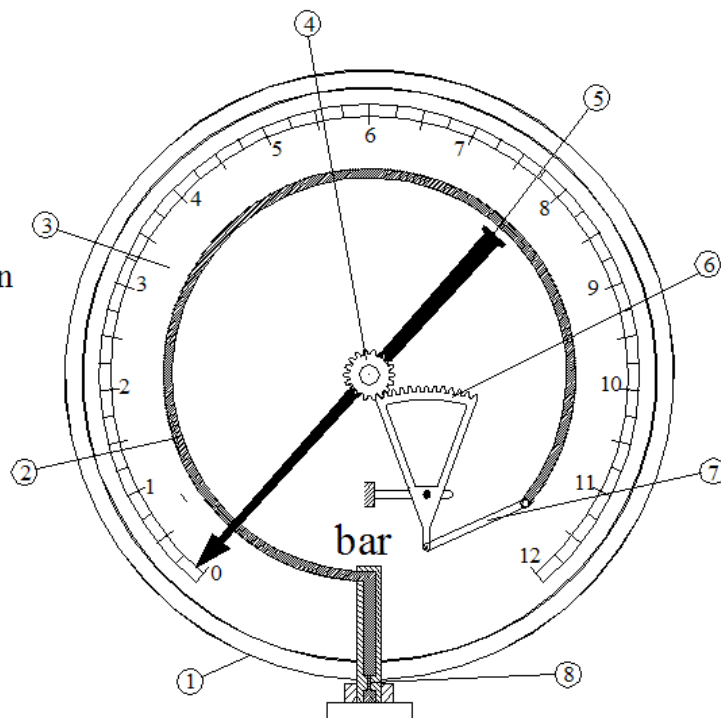


La pompa ad ingranaggi funziona in base al principio volumetrico.

Manometro oleodinamico.

Legenda:

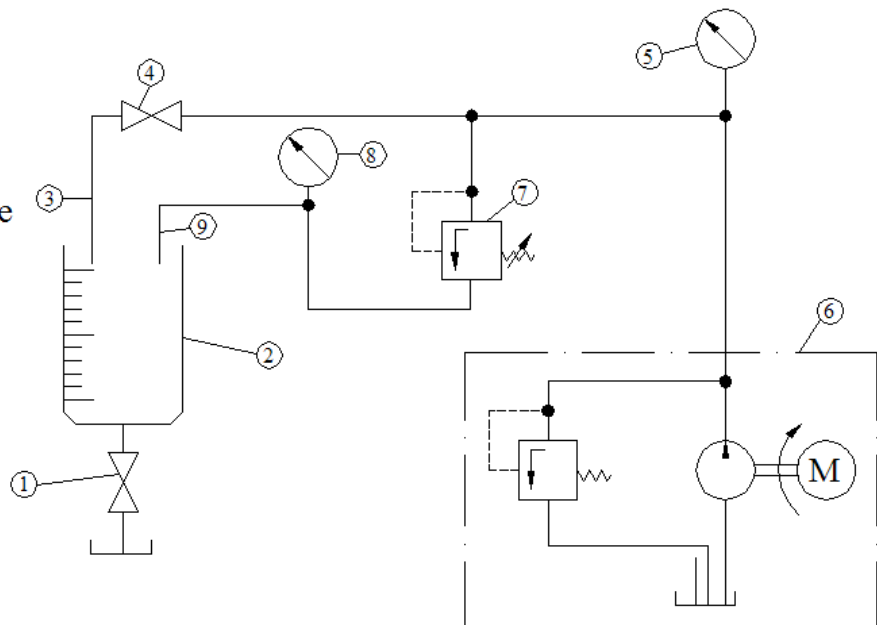
1. Cassa
2. Molla tubolare di bourdon
3. Quadrante graduato
4. Pignone
5. Indice
6. Settore dentato
7. Leva
8. Raccordo strozzato anti colpo d'ariete



Alcuni esempi di semplici circuiti

Legenda:

- 1- 4 Valvole d'intercettazione
2. Serbatoio graduato
3. Scarico n°1
- 5 - 8 Manometri
6. Gruppo generatore
7. Limitatore di pressione impianto
9. Scarico n°2



Un impianto idraulico deve essere costruito in base allo schema soprastante.

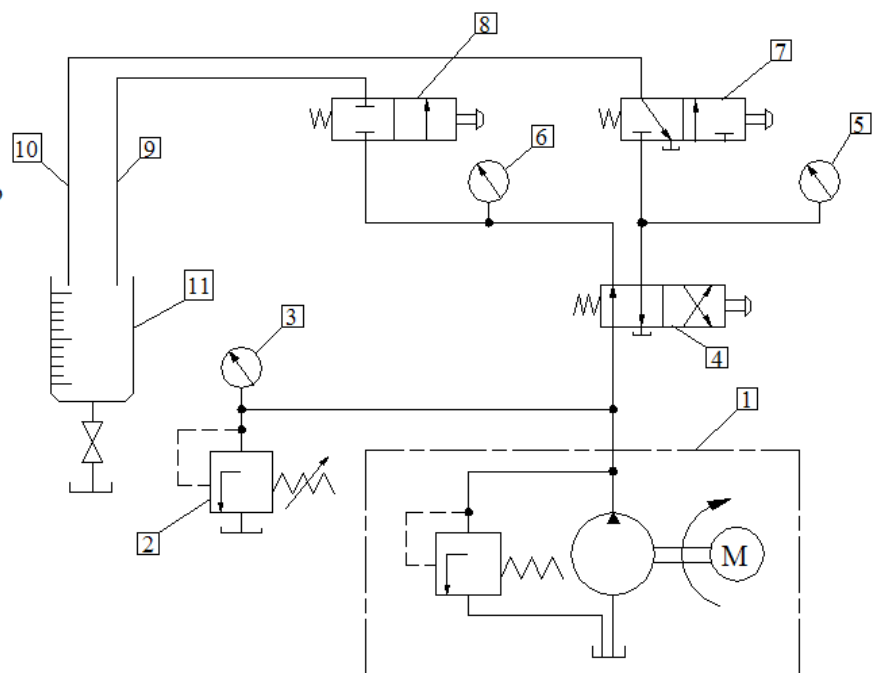
Il limitatore di pressione del gruppo generatore ha la funzione di salvare il motore primo da bloccaggi e quindi da danni irreversibili.

Il limitatore di pressione posto sull'impianto (7) è regolabile e permette all'operatore di variare la pressione d'esercizio in funzione delle esigenze prefissate nell'esperienza che intende condurre.

Per poter regolare il limitatore d'esercizio del circuito si dovrà chiudere la valvola d'intercettazione (4).

Legenda:

- 1. Gruppo generatore
- 2. Limitatore di pressione d'esercizio
- 4. Valvola 4/2 monostabile
- 3-5-6 Manometri
- 7. Valvola 3/2NC monostabile
- 8. Valvola 2/2NC monostabile
- 9-10 Scarichi
- 11. Serbatoio graduato



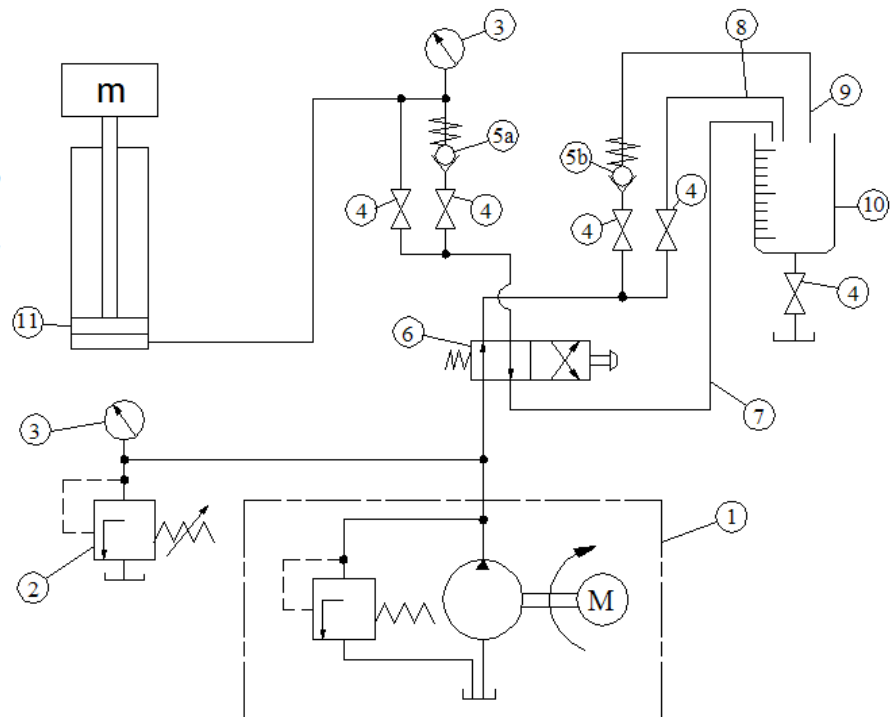
Esempio d'applicazione di valvole o distributori.

Si può notare che tutte le valvole sono monostabili e nella rappresentazione appaiono ribaltate sul piano orizzontale di 180° rispetto alle corrispondenti pneumatiche.

In particolare la 4 è una valvola tipicamente oleodinamica e poi c'è da segnalare la presenza di una specie di vaschetta sotto ogni scarico che rappresenta il ritorno dell'olio al serbatoio.

Legenda:

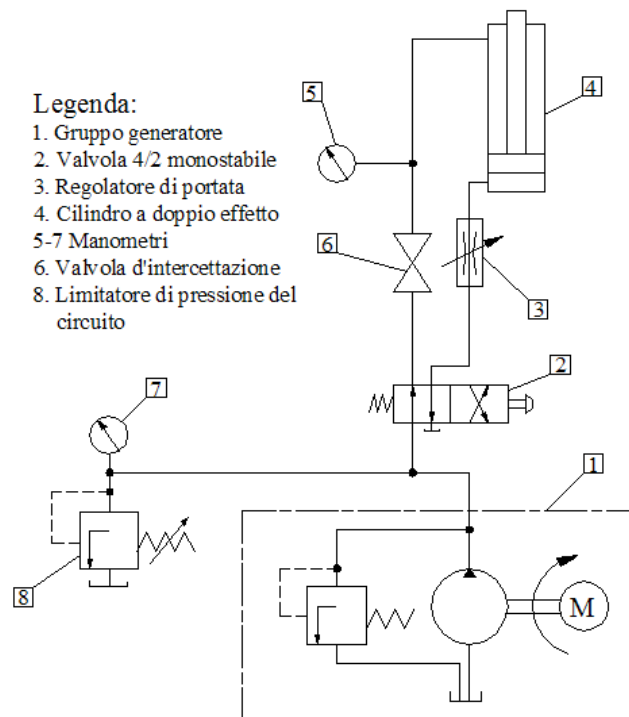
1. Gruppo generatore
2. Limitatore di pressione esercizio
3. Manometri
4. Valvole di intercettazione rapida
- 5a-5b Valvole unidirezionali
6. Valvola 4/2 monostabile
7. Scarico libero
8. Scarico intercettabile
9. Scarico colonna intercettabile
10. Serbatoio graduato
11. Cilindro a semplice effetto
- m Massa



L'attuatore è a semplice effetto. In oleodinamica raramente si usa la molla di ritorno come in pneumatica. La massa funge da molla quando le valvole d'intercettazione, sotto la valvola unidirezionale 5a sono aperte. L'olio nel lato pistone si scarica nel serbatoio graduato. Se poi la valvola d'intercettazione, quella a sinistra delle due, è chiusa, il pistone dell'attuatore non rientra impedito com'è dalla valvola unidirezionale. Non si deve considerare il sistema come impianto di sicurezza; i trafiletti dell'attuatore sono una vera minaccia a pompa ferma.

Commutando la valvola distributrice 4/2, l'olio percorre la condotta a destra dell'impianto. Le due valvole d'intercettazione permettono se aperte e non permettono se chiuse l'efflusso nel serbatoio graduato.

Come per il lato di sinistra, la valvola d'intercettazione a destra dell'unidirezionale 5b deve essere aperta per svuotare la tubatura soprastante. E' normale l'uso della valvola unidirezionale in quella posizione quando non si deve vuotare la tubatura e proteggere il motore primo in caso di riavvio della pompa dal carico idraulico soprastante.



L'attuatore è a doppio effetto.

A differenza della pneumatica, essendo il liquido incompressibile, un regolatore di portata regolabile 3, è sufficiente per fare rallentare l'uscita e anche il rientro dello stelo.

La valvola d'intercettazione ha solo la funzione, se chiusa, di impedire il movimento del pistone.

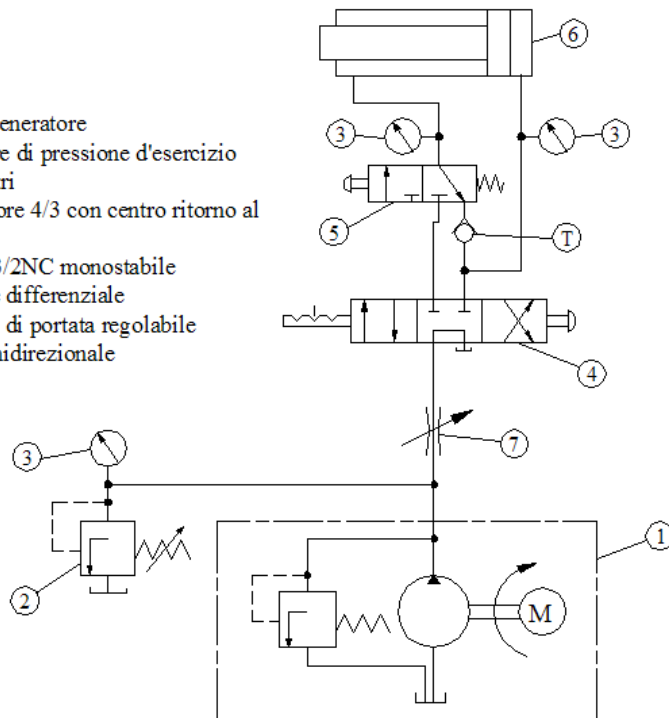
La velocità d'uscita dell'asta deve essere calcolata dividendo la portata volumetrica della pompa con la superficie attiva del pistone. Velocità espressa in m/sec.

La velocità di rientro dell'asta è pertanto maggiore di quella d'uscita, dovendo togliere alla superficie attiva del pistone la superficie dello stelo.

La forza agente sul lato pistone è maggiore della forza agente sul lato stelo ed è misurata normalmente in Newton su cm^2 .

Legenda:

1. Gruppo generatore
2. Limitatore di pressione d'esercizio
3. Manometri
4. Distributore 4/3 con centro ritorno al serbatoio
5. Valvola 3/2NC monostabile
6. Attuatore differenziale
7. Riduttore di portata regolabile
- T Tappo unidirezionale

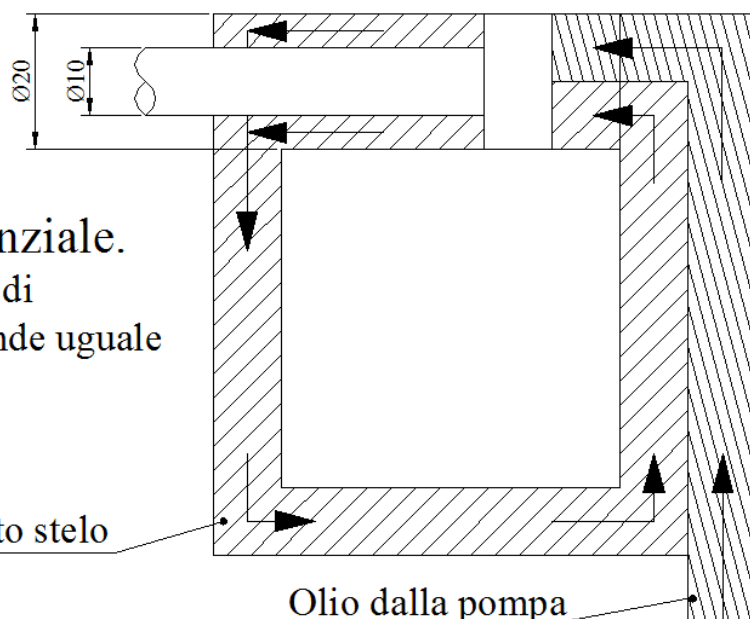


Cilindro differenziale.

E' un cilindro a doppio effetto le cui superfici attive sono in rapporto 2:1; cioè la superficie del pistone è il doppio della superficie anulare dell'asta (stelo).

Lo scopo è quello di rendere le velocità d'uscita stelo uguale alla velocità di rientro stelo. L'impianto rappresenta la soluzione a tale problema.

Grazie al tappo T, il liquido del lato stelo confluisce, integrando quello della pompa per la metà del necessario, a riempire il lato pistone.

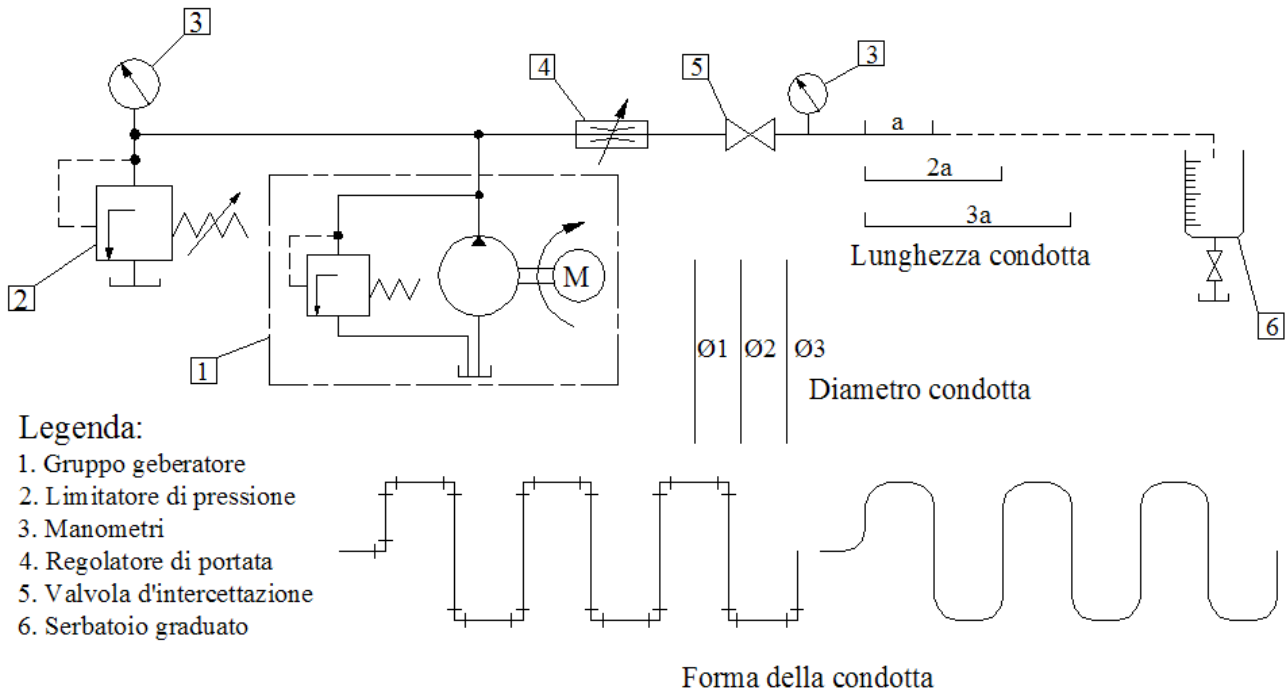


Impianto differenziale.

Aumenta la velocità di avanzamento e la rende uguale a quella di ritorno.

Olio lato stelo

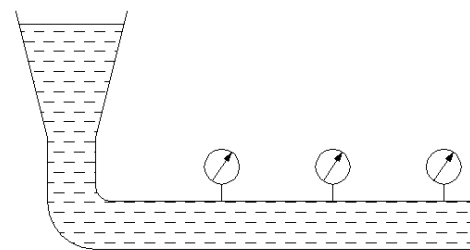
Olio dalla pompa



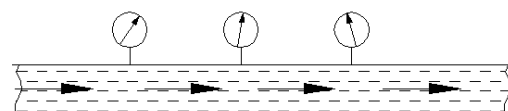
Lo schema rappresenta alcune delle possibili cause comunemente chiamate **“Perdite di carico”**.

In un impianto idraulico, quando il fluido è fermo, esercita una pressione che è identica in ogni parte del contenitore.

Quando un fluido si sposta in una condotta, le pressioni misurate nel senso dello scorrimento risultano sempre più ridotte.



Fluido statico=pressione uguale



Fluido in movimento=pressione sempre più ridotta

La caduta di pressione dipende da molteplici fattori, quali ad esempio:

1) La lunghezza della condotta; 2) il diametro dei tubi; 3) la forma della condotta; 4) la rugosità interna della stessa 5) la viscosità del fluido 6) il regime (laminare o turbolento) del fluido