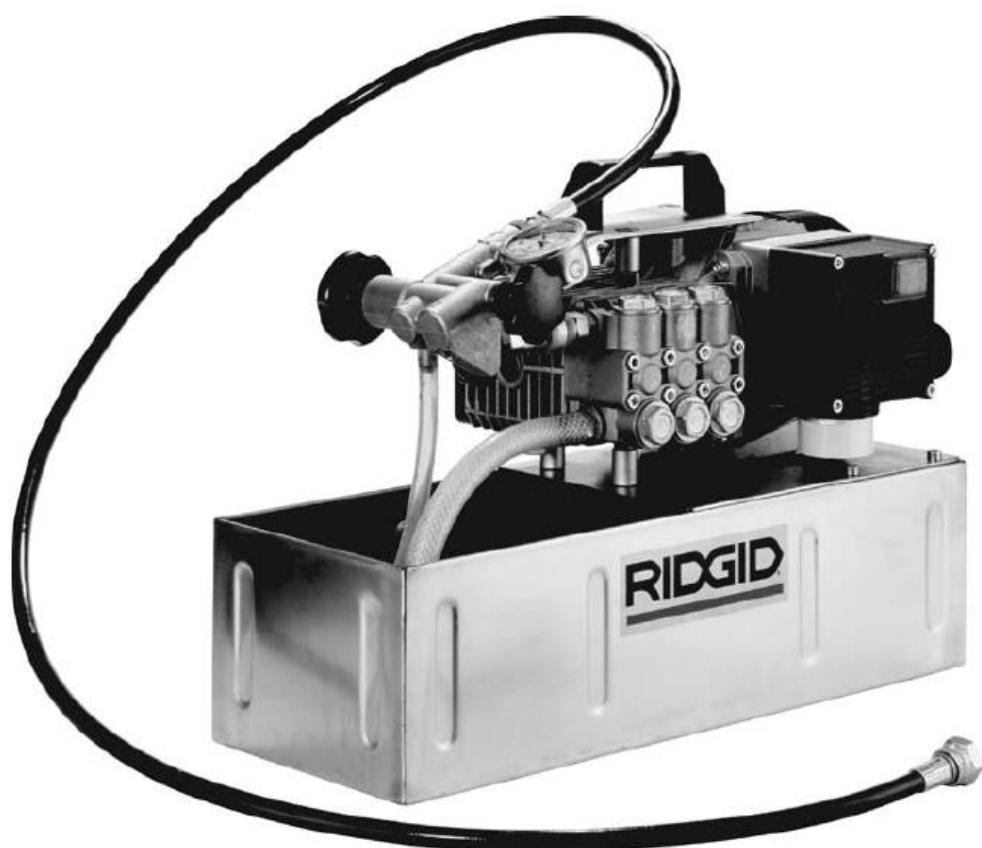


CIRCUITO CON POMPA VOLUMETRICA



SOMMARIO

Sommario

UNITA' DI MISURA E TABELLE DI CONVERSIONE	3
Premessa	5
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E DELLE APPARECCHIATURE PRINCIPALI	6
GENERALITA' SULE POMPE VOLUMETRICHE.....	6
Le pompe a pistone	7
Pompe volumetriche rotative.....	7
Pompe ad ingranaggi	7
Pompe a lobi.....	7
DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA	8
USO E MANUTENZIONE	10
Operazioni preliminari all'uso	10
Istruzioni per l'uso	10
ESPERIENZE GUIDATE	11
ESPERIENZA 1	11

UNITA' DI MISURA E TABELLE DI CONVERSIONE

Volume		
metro cubo	m ³	1 m ³ = 1'000 dm ³ = 35,3146 ft ³ = 61'023,744 in ³ = 1,308 yd ³ = 264,20 galUS = 219,97 galUK
decimetro cubo; litro	dm ³	1 dm ³ = 1 l = 0,001 m ³ = 61,024 in ³ = 0,0353 ft ³ = 0,00131 yd ³ = 0,26417 galUS = 0,21997 galUK
centimetro cubo	cm ³ , cc	1 cm ³ = 0,001 dm ³ = 0,001 l = 0,061 in ³ = 0,000264 galUS = 0,00022gal UK
cubic inch	in ³	1 in ³ = 0,0000164 m ³ = 0,0164 dm ³ = 0,0005787 ft ³ = 0,0043 galUS = 0,0036 galUK
cubic foot	ft ³	1 ft ³ = 0,02832 m ³ = 28,32 dm ³ = 1'728 in ³ = 0,037 yd ³ = 7,48 galUS = 6,23 galUK
cubic yard	yd ³	1 yd ³ = 0,764 m ³ = 764,55 dm ³ = 46'656 in ³ = 27 ft ³ = 201,97 galUS = 168,18 galUK
gallon US	gal _{US}	1 galUS = 0,00378 m ³ = 3,785 dm ³ = 231 in ³ = 0,134 ft ³ = 0,0049 yd ³ = 0,833 galUK
gallon UK	gal _{UK}	1 galUK = 0,00455 m ³ = 4,546 dm ³ = 277,42 in ³ = 0,16 ft ³ = 0,0059 yd ³ = 1,2 galUS

Pressione - Forza/Superficie		
pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² 1 kPa = 0,01 bar = 0,1 N/cm ² = 0,10 mH ₂ O = 7,5 mmHg = 0,0099 atm = 0,145 psi = 0,02088 lbf/ft ² = 0,334 ftH ₂ O
bar	bar	1 bar = 100'000 Pa = 100 kPa = 1,0197 kg/cm ² = 10,198 mH ₂ O = 750 mmHg = 0,987 atm = 14,5 psi = 33,455 ftH ₂ O
millibar	mbar	1 mbar = 100 Pa = 0,010 mH ₂ O = 0,750 mmHg = 0,00102 kg/cm ² = 0,0145 psi = 2,088 lbf/ft ² = 0,033 ftH ₂ O
millimetri di mercurio	mm _{Hg}	1 mmHg = 133,322 Pa = 0,133 kPa = 0,00133 bar = 0,0136 mH ₂ O = 0,00131 atm = 0,00136 kg/cm ² = 0,01934 psi = 2,78 lbf/ft ² = 0,045 ftH ₂ O
atmosfera tecnica = kgf/cm²	at, kg/cm ²	1 at = 1 kg/cm ² = 735,56 mmHg = 10 mH ₂ O = 98066,50 Pa = 98,067 kPa = 0,981 bar = 0,968 atm = 14,22 psi = 2048,16 lbf/ft ² = 32,81 ftH ₂ O
atmosfera metrica	atm	1 atm = 101'325 Pa = 760 mmHg = 1,033 at = 10,33 mH ₂ O = 1,01 bar = 14,696 psi = 2116,22 lbf/ft ² = 33,9 ftH ₂ O
metri colonna d'acqua	m _{H₂O}	1 mH ₂ O = 9806 Pa = 0,09806 bar = 73,55 mmHg = 0,9806 N/cm ² = 0,09678 atm = 0,0999 at = 1,4224 psi = 204,8 lbf/ft ² = 3,28 ftH ₂ O
foot of water	ft _{H₂O}	1 ftH ₂ O = 2988,87 Pa = 0,0299 bar = 0,3048 mH ₂ O = 22,419 mmHg = 0,0295 atm = 0,03048 kg/cm ² = 0,4335 psi = 62,42 lbf/ft ²
pounds per square inch	psi	1 psi = 6'894,76 Pa = 6,894 kPa = 0,069 bar = 0,703 mH ₂ O = 51,715 mmHg = 0,689 N/cm ² = 0,068 atm = 0,0703 kg/cm ² = 144 lbf/ft ² = 2,31 ftH ₂ O
pounds per square foot	lbf/ft ²	1 lbf/ft ² = 2'988,87 Pa = 2,99 kPa = 0,0299 bar = 0,3048 mH ₂ O = 22,418 mmHg = 0,299 N/cm ² = 0,0295 atm = 0,0305 at = 0,433 psi = 62,424 lbf/ft ²

Portata in Volume		
metri cubi al secondo	m ³ /s	1 m ³ /s = 60 m ³ /min = 3'600 m ³ /ora = 1'000 l/s = 60'000 l/min = 6'102'374,42 in ³ /s = 2'118,88 ft ³ /min = 15'850,32 gpm = 13'198,13 l gpm
metri cubi al minuto	m ³ /min	1 m ³ /min = 0,0167 m ³ /s = 60 m ³ /h = 16,67 l/s = 1'000 l/min = 35,31 ft ³ /min = 264,17 gpm = 219,97 l gpm
metro cubo all'ora	m ³ /h	1 m ³ /h = 0,000278 m ³ /s = 0,0167 m ³ /min = 0,28 l/s = 16,67 l/min = 1017,06 in ³ /min = 0,588 ft ³ /min = 4,40 gpm = 3,66 l gpm
litri al secondo	l/s	1 l/s = 0,001 m ³ /s = 0,06 m ³ /min = 3,6 m ³ /h = 60 l/min = 3661,42 in ³ /min = 2,12 ft ³ /min = 15,85 gpm = 13,198 l gpm
litri al minuto	l/min	1 l/min = 0,001 m ³ /min = 0,06 m ³ /h = 0,0167 l/s = 61,024 in ³ /min = 0,035 ft ³ /min = 0,264 gpm = 0,22 l gpm
cubic inch per minute	in ³ /min	1 in ³ /min = 0,00027 l/s = 0,016 l/min = 0,00058 ft ³ /min = 0,0043 gpm = 0,0036 l gpm
cubic foot per minute	ft ³ /min	1 ft ³ /min = 0,00047 m ³ /s = 0,028 m ³ /min = 1,7 m ³ /h = 0,472 l/s = 28,32 l/min = 1'728 in ³ /min = 7,48 gpm = 6,23 l gpm
gallon per minute	gpm	1 gpm = 0,0038 m ³ /min = 0,227 m ³ /h = 0,063 l/s = 3,785 l/min = 231 in ³ /min = 0,134 ft ³ /min = 0,833 l gpm
imperial gallon per minute	l gpm	1 l gpm = 0,000076 m ³ /s = 0,00454 m ³ /min = 0,273 m ³ /h = 0,076 l/s = 4,55 l/min = 277,42 in ³ /min = 0,16 ft ³ /min = 1,2 gpm

Potenza - Lavoro/Tempo		
kilowatt	kW	1 kW = 1,36 CV = 1,34 hp = 737,56 lbf·ft/s = 4'4253,7 lbf·ft/min = 859,84 kcal/h = 3'412,14 btu/h = 101,97 kgf·m/s
cavallo vapore	CV	1 CV = 0,735 kW = 0,986 hp = 75 kg·m/s = 542,47 lbf·ft/s = 632,41 kcal/h = 2'509,62 btu/h = 75 kgf·m/s
kilogrammo forza per metri al secondo	kgf·m/s	1 kgf·m/s = 0,01 kW = 0,013 CV = 0,013 hp = 7,23 lbf·ft/s = 433,98 lbf·ft/min = 8,43 kcal/h = 33,46 btu/h
kilocaloria all'ora	kcal/h	1 kcal/h = 0,0012 kW = 0,0016 CV = 0,00156 hp = 0,8578 lbf·ft/s = 51,47 lbf·ft/min = 3,97 btu/h = 0,12 kgf·m/s
horsepower	HP	1 HP = 1,014 CV = 0,746 kW = 550 lbf·ft/s = 33000 lbf·ft/min = 641,19 kcal/h = 2'544,43 btu/h = 76,04 kgf·m/s
foot pound force per second	lbf·ft/s	1 lbf·ft/s = 0,0013 kW = 0,0018 CV = 0,0018 hp = 60 lbf·ft/min = 1,166 kcal/h = 4,63 btu/h = 0,138 kgf·m/s
foot pound force per minute	lbf·ft/min	1 lbf·ft/min = 0,000023 kW = 0,0167 lbf·ft/s = 0,019 kcal/h = 0,077 btu/h = 0,0023 kgf·m/s
british thermal unit per hour	BTU/h	1 btu/h = 0,00029 kW = 0,216 lbf·ft/s = 12,97 lbf·ft/min = 0,25 kcal/h = 0,030 kgf·m/s

Temperatura				
Kelvin	K	K = °C + 273,15	K = 1,8 · °R	K = [5/9 · °F] + (459,67/1,8)
grado Celsius	°C	°C = (°F - 32) · 5/9	°C = K - 273,15	°C = (5/9) · °F - (32/1,8)
grado Fahrenheit	°F	°F = 9/5 · °C + 32	°F = °R - 459,67	°F = (9/5) · K - 459,67
grado Rankine	°R	°R = (5/9) K	°R = 491,67 + (9/5) · °C	°R = 459,67 + °F

Premessa

L'impianto a cui fa riferimento questo manuale risponde ad esigenze prettamente didattiche, pur mantenendo caratteristiche molto prossime alle realizzazioni industriali e navali.

Pertanto le apparecchiature e la strumentazione installate sono state scelte nell'ambito di quelle correntemente in uso nelle applicazioni impiantistiche.

L'impianto è concepito di dimensioni contenute per trovare facile sistemazione in aule o laboratori. La progettazione è stata eseguita in modo che nessuna manovra errata possa arrecare danni né all'impianto, né agli allievi

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO E DELLE APPARECCHIATURE PRINCIPALI

GENERALITA' SULE POMPE VOLUMETRICHE

A differenza delle pompe dinamiche, le pompe volumetriche trasportano la stessa quantità di liquido per ogni ciclo di rotazione dell'elemento pompante. Questo comportamento è dovuto alla scarsa tolleranza dell'accoppiamento elemento pompante- corpo pompa.

La quantità di liquido che fluisce nell'intercapedine fra corpo pompa ed elemento pompante, per via della scarsa tolleranza di accoppiamento è assolutamente trascurabile rispetto alla reale portata di fluido inviata alla bocca di mandata della pompa. Ne consegue che il volume di liquido pompato, per ciclo, rimane pressoché costante al variare della pressione opposta dal circuito al funzionamento della pompa.

Ciò si traduce in una curva caratteristica pressoché verticale, con portata q poco variabile con la prevalenza H , a parità di velocità di rotazione, come si evince dalla fig.1

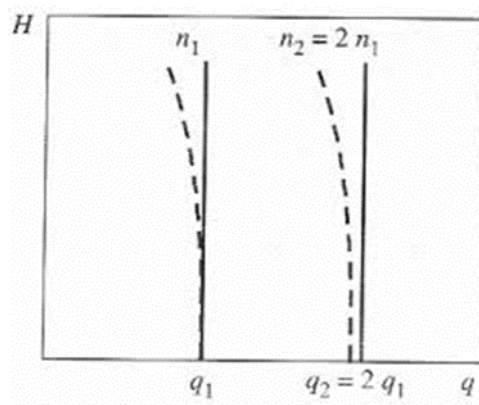


Fig.1 : tipica curva caratteristica (H,q) per una pompa volumetrica

Qualora tale portata subisse rilevanti variazioni, al variare della pressione indotta dal circuito, avremmo un reflusso elevato, sintomo di malfunzionamento della pompa stessa che ne consiglia la riparazione o la sostituzione.

Le pompe volumetriche possono anche essere distinte in pompe a camera fissa o variabile:

nelle pompe a camera fissa il volume di fluido pompato durante ogni ciclo rimane costante ad una data velocità di rotazione

nelle pompe volumetriche a camera variabile invece il volume pompato può essere cambiato tramite la variazione della geometria della camera di pompaggio.

Le pompe a pistone

Le pompe a pistone sono caratterizzate da un pistone che scorre all'interno di un cilindro, opportune valvole di ritegno in aspirazione e mandata, consentono il fluire del liquido in una sola direzione.

Durante la fase di aspirazione il pistone si sposta aumentando il volume della camera di pompaggio e creando una depressione che richiama liquido all'interno della camera stessa dal circuito nella bocca di aspirazione, la bocca di mandata resta chiusa dalla valvola di ritegno.

Raggiunto il volume massimo di aspirazione, il pistone inverte la sua corsa, producendo una riduzione della camera di pompaggio, con conseguente incremento della pressione che forza il liquido a fluire attraverso la bocca di mandata, il reflusso verso la bocca di aspirazione è impedito dalla valvola di ritegno posta in aspirazione.

Pompe volumetriche rotative

In una pompa volumetrica di tipo rotativo il flusso di liquido è generato da un movimento rotativo degli elementi pompanti. Le pompe volumetriche rotative sono usualmente classificate sulla base del tipo di elemento pompante che trasporta il liquido.

Per questo motivo sentiamo parlare di: pompe ad ingranaggi, pompe a lobi, pompe a camera variabile.

Pompe ad ingranaggi

La pompa ad ingranaggi produce il flusso di fluido attraverso i denti di due ingranaggi. Un ingranaggio è collegato all'albero motore, l'altro è folle, quindi condotto dall'altro. Fra i denti degli ingranaggi ed il corpo pompa si formano dei vani che concorrono al moto del fluido dalla bocca di aspirazione a quella di mandata.

Durante la rotazione degli ingranaggi, viene creata una depressione in aspirazione, il liquido viene intrappolato fra i denti degli ingranaggi ed il corpo pompa e condotto verso la mandata della pompa.

L'efficienza volumetrica di una pompa volumetrica in condizioni ottimali può arrivare fino al 93%. Le pompe ad ingranaggi raggiungono la massima efficienza alla loro massima velocità di rotazione.

Pompe a lobi

Le pompe a lobi sono pompe volumetriche rotative che differiscono dalle pompe ad ingranaggi per la forma degli elementi pompanti e per il fatto che mentre nelle pompe ad ingranaggi un ingranaggio conduce l'altro, nelle pompe a lobi entrambi i lobi sono guidati da una serie di ingranaggi posti all'esterno del corpo pompa.

Il principio di funzionamento è simile alla pompa ad ingranaggi.

DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA

L'apparecchiatura didattica è costituita da un circuito idraulico asservito da una pompa volumetrica, articolato nei seguenti componenti:

1. Gruppo pompa volumetrica-motore elettrico
2. Regolatore di pressione
3. Serbatoio in pressione
4. Vasca di raccolta acqua
5. Manometri



Fig. 2 Pompa volumetrica e vasca di raccolta acqua

La pompa (fig.2) aspira l'acqua dalla vasca di raccolta a pressione atmosferica e la manda al serbatoio in pressione posizionato nella parte superiore dell'apparecchiatura. Una valvola di laminazione posta a valle del serbatoio in pressione, mantiene nel serbatoio una pressione pari a quella a valle del regolatore, a meno del battente idrostatico.

Le caratteristiche tecniche del gruppo pompa sono di seguito riportate in tabella 1.

Tab.1 : caratteristiche tecniche gruppo pompa

<i>Motore</i>	<i>230 V, 50 Hz, 1580 W</i>
<i>Peso</i>	<i>20 kg</i>
<i>Pressione</i>	<i>25 bar</i>
<i>Portata d'acqua</i>	<i>9 l/min</i>
<i>Capacità serbatoio</i>	<i>12 l</i>
<i>Olio lubrificante</i>	<i>SAE 30 o 15W40</i>

Il regolatore di pressione a valle della pompa (fig.3) consente di realizzare diversi valori di pressione nel serbatoio, visualizzabili attraverso i manometri su di esso installati.

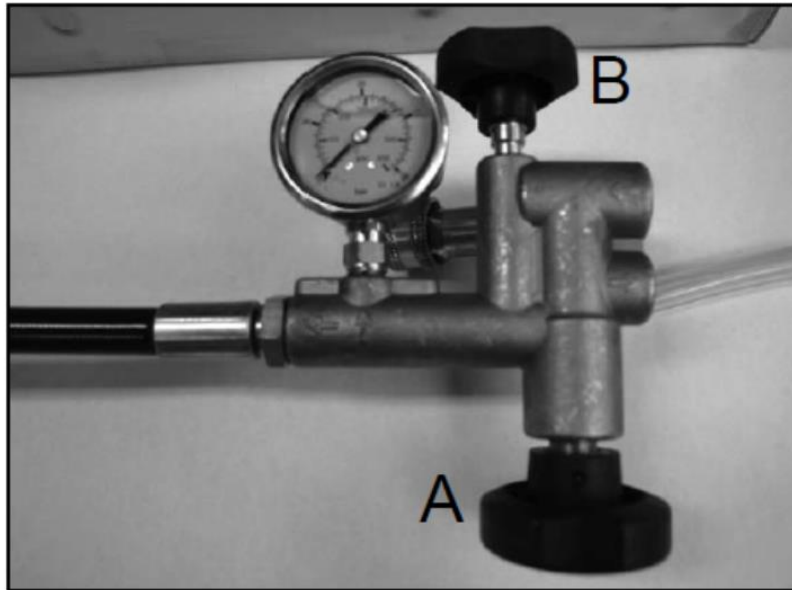


Fig. 3 Regolatore di pressione a valle della pompa

In fig.4 è riportato l'attacco del tubo in pressione sulla sezione di mandata della pompa.

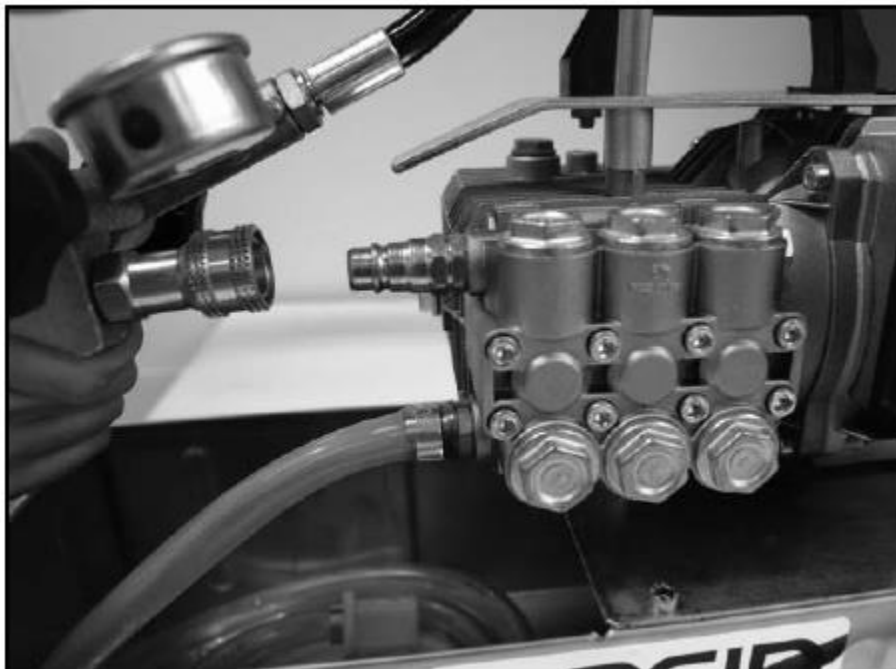


Fig.4: attacco tubo in pressione sulla mandata della pompa

USO E MANUTENZIONE

Operazioni preliminari all'uso

Prima dell'uso, verificare il livello dell'olio (vedi fig.5) con la pompa in piano e assicurarsi che il blocco di regolazione sia fissato correttamente al corpo della pompa.

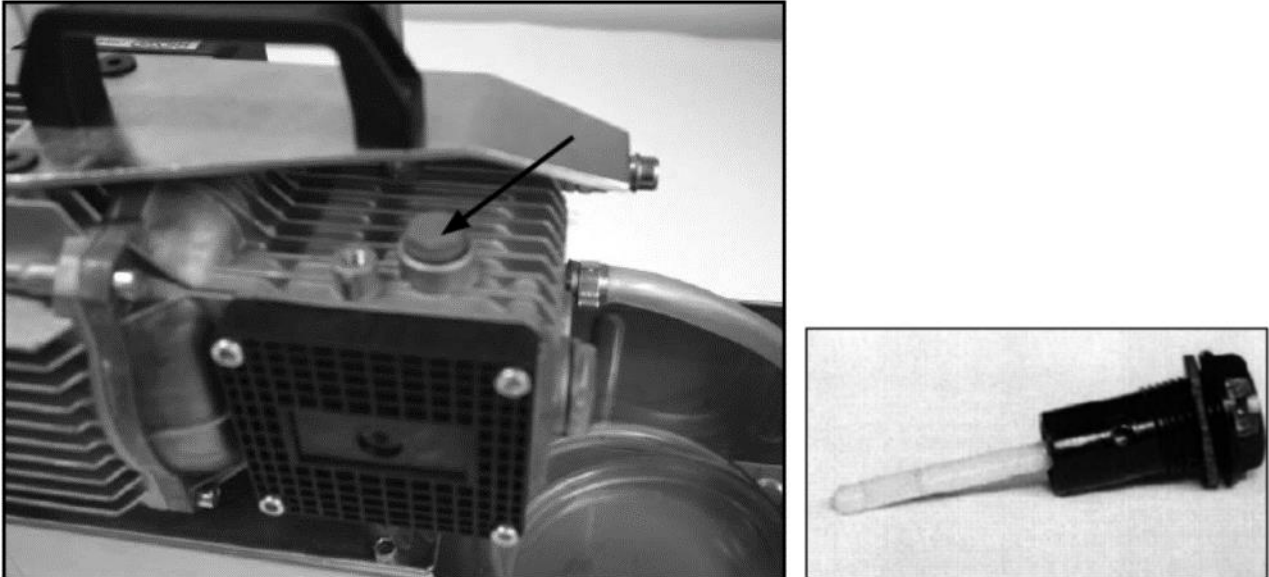


Fig.5 Sonda livello olio di lubrificazione

Istruzioni per l'uso

Per ogni utilizzo dell'apparecchiatura, seguire la seguente procedura:

1. Collegare il tubo di pressione (fig.4) alla linea da controllare.
2. Riempire il serbatoio con acqua pulita.
3. Aprire la valvola (a) e la valvola (b) di circa un giro (vedi fig.3). Non tentare di far partire la pompa con le valvole chiuse.
4. Azionare la pompa quando l'impianto è riempito. La pressione aumenterà di ± 3 bar. Non fissare un valore di pressione che possa danneggiare l'impianto.
5. Alimentare il serbatoio con acqua in modo da mantenere il livello sopra il filtro di aspirazione. Al fine di evitare danneggiamenti alla pompa, non lasciare funzionare la pompa a secco.

ESPERIENZE GUIDATE

In questa sezione del manuale vengono riportate alcune esperienze guidate che si possono realizzare grazie all'impianto con pompa volumetrica, al fine di comprenderne al meglio i principi di funzionamento.

ESPERIENZA 1

Costruzione per punti della curva caratteristica della pompa

Scopo della esperienza è quello di rilevare sperimentalmente alcuni punti di funzionamento della pompa, in termini di portata Q e prevalenza H e riportarli sul piano Q - H , costruendo così per punti la curva caratteristica.

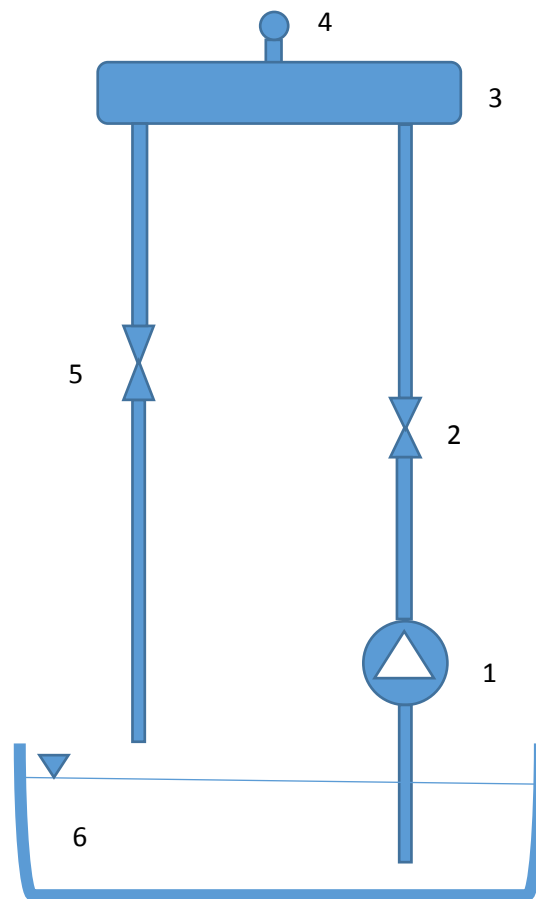


Fig.6: schema impianto

Ciascuna condizione di funzionamento della pompa 1 (vedi fig.6), viene impostata attraverso il grado di chiusura della valvola 5. Al crescere del grado di chiusura di tale valvola, la pressione nel serbatoio

3 aumenta fino al valore massimo di pressione fornito dalla pompa. La pressione nel serbatoio 3 può essere letta tramite il manometro 4 posizionato sul serbatoio stesso.

La curva caratteristica ideale di una pompa volumetrica di tale tipo è verticale, vale a dire che la portata rimane inalterata al variare della prevalenza. Nella realtà, al crescere della prevalenza, si riscontra una leggera diminuzione di portata, come evidenziato in fig.7.

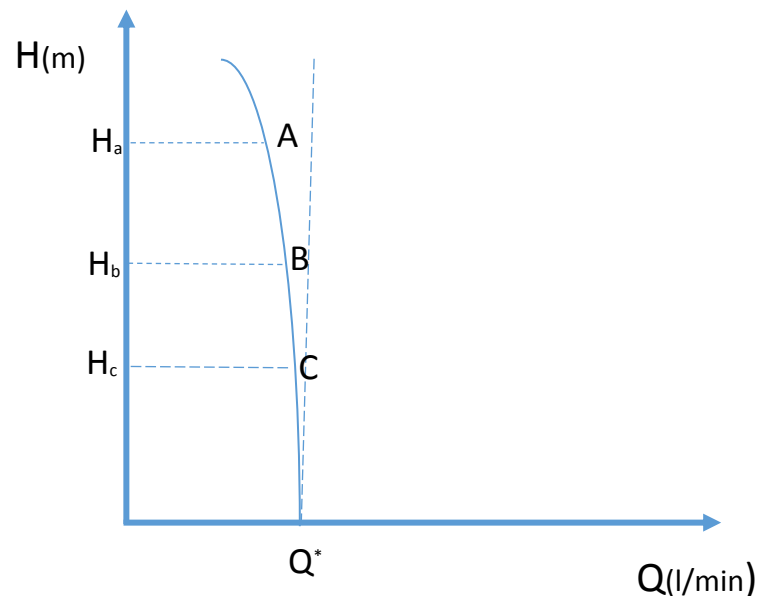


Fig.7: curva caratteristica della pompa nel piano Q-H

La prevalenza H può essere ricavata in base ai valori di pressione tra il serbatoio e la vasca di raccolta, in base alla relazione:

$$H = (p_s - p_v) / (\rho \cdot g)$$

dove:

p_s = pressione nel serbatoio [MPa]

p_v = pressione nella vasca [MPa]

ρ = densità dell'acqua [kg/m^3]

g = accelerazione di gravità [m/s^2]

La pressione riportata dal manometro è in bar e va quindi convertita in Pa attraverso le tabelle di conversione.

La portata può essere valutata mediante un misuratore di portata montato sulla tubazione di mandata o di ritorno oppure misurando la quantità di acqua che viene pompata in un'altra vasca graduata e il corrispondente tempo di riempimento.

Il rapporto tra i litri pompati nella vasca di misura e i minuti impiegati a pomparli, ci fornisce la portata Q in litri/min.

Ripetendo la prova per almeno tre valori di pressione al serbatoio, si possono ricavare le coppie (Q,H) per i punti A,B,e C. Riportando sul grafico tali punti, è possibile costruire per punti la curva caratteristica di funzionamento, come rappresentato in fig. 7.

MODULI RIPRODUCIBILI PER ESPERIENZE GUIDATE

Si riporta di seguito un modulo utilizzabile da ciascun allievo per descrivere l'esperienza guidata, riportare i dati rilevati ed eventualmente fare un grafico per visualizzare i risultati.

Esperienza guidata n° ...

Corso	
Allievo	

Descrizione del test

Test n°	Parametro 1	Parametro 2	Parametro 3	Parametro 4
1				
2				
3				
4				

Grafico

PARTE V
ALLEGATI