

Capitolo 14

VALVOLE DI CONTROLLO DIREZIONALE

- 14.1 Valvole di controllo direzionale
- 14.2 Metodi di costruzione
- 14.3 Comandi delle valvole
- 14.4 Portata dei distributori

14.1 Valvole di controllo direzionale

Le valvole di controllo direzionale deviano un flusso d'aria tra le vie interne scambiando le connessioni mediante azionamenti o comandi esterni.

Le valvole sono caratterizzate da:

- numero di vie
- numero di posizioni
- tipo di azionamento

Numero di vie e posizioni

2/2 si deve intendere due vie / due posizioni

3/2 si deve intendere tre vie / due posizioni

4/2 si deve intendere quattro vie / due posizioni

5/2, 5/3 etc

La prima cifra indica il numero di bocche disponibili sul corpo valvola, esempio 2 ingresso - uscita, 3 ingresso, uscita e scarico, la seconda cifra indica il numero di posizioni che la valvola può assumere, compresa la posizione di riposo.

Viene definita via normalmente chiusa (N.C.) quella in cui l'aria di alimentazione è intercettata, normalmente aperta (N.A.) quella in cui l'aria è libera di fluire verso la via di uscita.

In una valvola 2/2 N.C. il flusso d'aria è intercettato in alimentazione. Questo significa che in assenza di comando non esiste segnale pneumatico in uscita.

Il segnale nella bocca di utilizzo ci sarà solo quando un qualsiasi segnale di comando attiverà la seconda posizione della valvola.

Nel caso di valvole a tre posizioni, la terza posizione dev'essere specificata. Ad esempio "centri chiusi", "centri aperti" e "centri in pressione".

Normalmente questa è la posizione centrale di riposo, ottenuta tramite la forza contrapposta di due molle calibrate.

Le valvole con riposizionamento tramite molla meccanica sono definite "monostabili".

Una valvola che non abbia posizione preferenziale e che rimanga in una delle sue due posizioni fino a quando uno dei due comandi non sia azionato viene definito "bistabile" o "memoria".


Il distributore bistabile permane nella posizione che gli è stata fatta assumere dal segnale arrivato per primo. Un segnale opposto è inefficace finché il primo non sia annullato.

La rappresentazione grafica di una valvola si ha in base a:

- numero di posizioni

Ogni posizione dell'elemento mobile viene indicato con un quadratino:

2 posizioni 

3 posizioni 

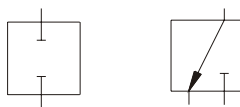
Si assume come posizione preferenziale o di riposo il quadrato a destra per le valvole a 2 posizioni, quello centrale per le valvole a tre posizioni.

- Numero delle vie (bocche di ingresso e uscite)

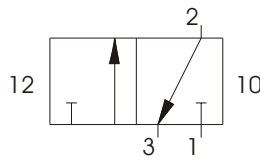
All'interno dei quadrati linee continue indicano le vie percorse dal passaggio d'aria e le frecce la direzione.

Le vie intercettate all'interno della valvola sono contrassegnate da trattini perpendicolari.

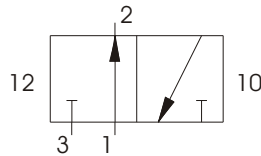
All'esterno trattini continui indicano le connessioni delle condotte collegate.



Ogni quadratino contiene quindi le informazioni riferite allo stato della valvola (a riposo o azionata) e la funzione. Il simbolo grafico seguente rappresenta una valvola 3/2 N.C.



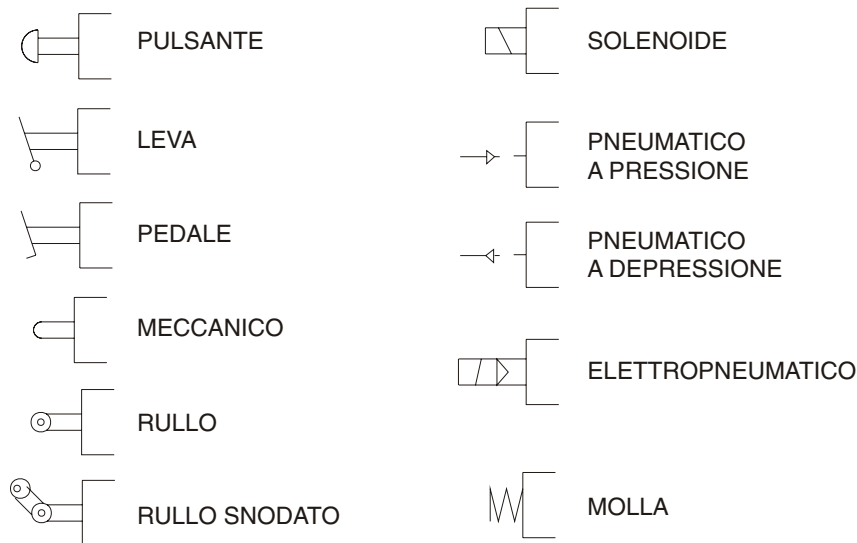
È opportuno sottolineare che le valvole vengono sempre rappresentate nella loro posizione di riposo e vengono numerate le connessioni utilizzate in tale posizione. Quando il comando 12 sarà inviato, simbolicamente la valvola assume la posizione adiacente a tale comando.



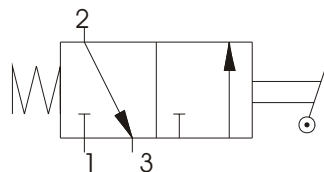
Come si può notare in posizione di riposo la condotta 2 è a scarico verso l'atmosfera mentre l'alimentazione 1 è intercettata. Con l'invio del segnale 12 connettiamo l'alimentazione 1 con l'uscita 2 e lo scarico 3 è intercettato.

Costruito il simbolo della valvola base occorre specificare il tipo di azionamento utilizzato per azionare e riposizionare l'organo di distribuzione all'interno della valvola.

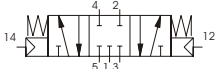
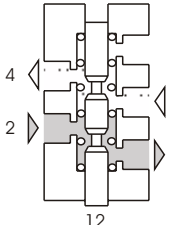
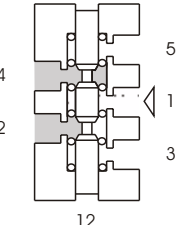
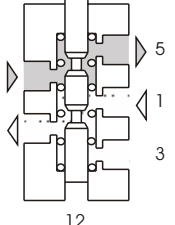

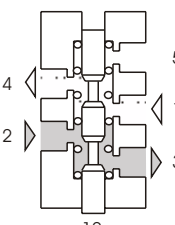
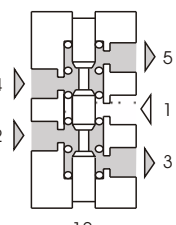
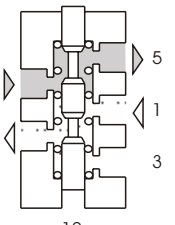
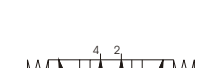
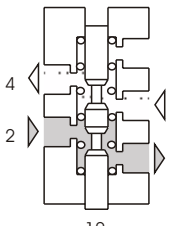
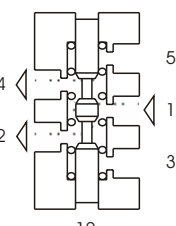
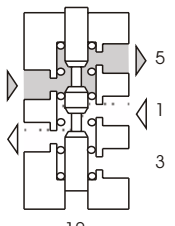
I simboli di uso più comune sono:



In tutte le valvole monostabili con ritorno a molla la posizione di riposo viene rappresentata dal quadrato adiacente alla molla, mentre la posizione di valvola azionata dal quadrato adiacente al comando.



SIMBOLO	SCHEMA FUNZIONALE	FUNZIONE	APPLICAZIONE
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>A RIPOSO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>AZIONATA</p> </div> </div>	<p>2/2 N.C.</p>	<p>MOTORI</p> <p>ED</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>A RIPOSO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>AZIONATA</p> </div> </div>	<p>2/2 N.A.</p>	<p>UTENSILI</p> <p>PNEUMATICI</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>A RIPOSO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>AZIONATA</p> </div> </div>	<p>3/2 N.C.</p>	<p>CILINDRI</p> <p>A SEMPLICE</p> <p>EFFETTO,</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>A RIPOSO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>12</p> <p>10</p> <p>AZIONATA</p> </div> </div>	<p>3/2 N.A.</p>	<p>INVIO DI</p> <p>SEGNALI</p> <p>PNEUMATICI</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>14</p> <p>12</p> <p>A RIPOSO</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>14</p> <p>12</p> <p>AZIONATA</p> </div> </div>	<p>5/2</p>	<p>CILINDRI</p> <p>A DOPPIO</p> <p>EFFETTO</p>

SIMBOLO	SCHEMA FUNZIONALE	FUNZIONE	APPLICAZIONE
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>A RIPOSO</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> </div>	<p>5/3 CENTRI CHIUSI</p>	<p>CILINDRI A DOPPIO EFFETTO CON STOP INTERMEDI</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>A RIPOSO</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> </div>	<p>5/3 CENTRI APERTI</p>	<p>CILINDRI A DOPPIO EFFETTO CON CAMERE IN SCARICO</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>A RIPOSO</p> <p>14</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>AZIONATA</p> <p>14</p>  </div> </div>	<p>5/3 CENTRI IN PRESSIONE</p>	<p>APPLICAZIONI CON BLOCCO MECCANICO DELLO STELO</p>

Le vie delle valvole sono identificate secondo le normative ISO da numeri che sostituiscono le vecchia identificazione con lettere dell'alfabeto.
 Il prospetto che segue confronta la definizione delle connessioni con la normativa CETOP.

DEFINIZIONE DELLE CONNESSIONI									
Pneumatica						3-VIE		5-VIE	
ISO	1	2	3	4	5	12	10	14	12
CETOP	P	B	S	A	R	Z	Y	Z	Y

CONNESSIONI PER VALVOLE 3 VIE

- 1 = alimentazione
- 2 = mandata
- 3 = scarico

CONNESSIONI PER VALVOLE 5 VIE

- 1 = alimentazione
- 2 e 4 = mandate
- 3 e 5 = scarichi

CONNESSIONI DI CONTROLLO

10 = usata per valvole a 2 o 3 vie.

Connessione che, riferita ad una normalmente chiusa, mantiene quando il segnale è presente la connessione **1** chiusa.

12 = usato per valvole a 2 o 3 vie e 4 o 5 vie.

É la connessione che con presenza di segnale collega **1** con **2**.

14 = usato per valvole a 4 o 5 vie.

É la connessione che in presenza di segnale collega **1** con **4**.

14.2 Metodi di costruzione

A seconda dell'elemento mobile le valvole di distribuzione possono essere:

- ad otturatore
- a cassetto o spola
- a pattino

Gli elementi mobili azionati mediante appositi comandi possono assumere 2 o 3 posizioni a seconda del tipo di valvola.

Detti comandi possono essere:

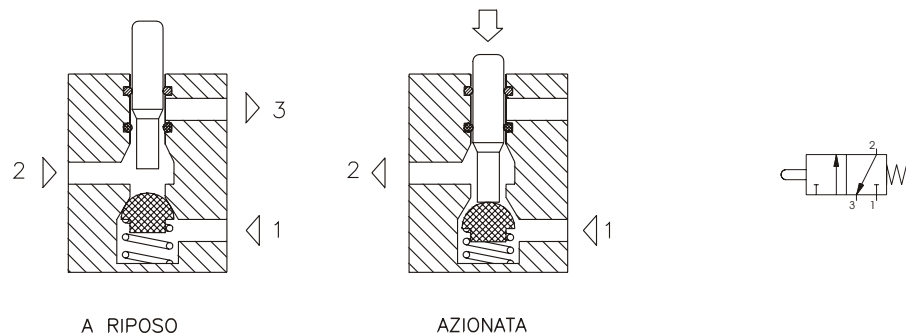
- manuali
- pneumatici
- meccanici
- elettrici

Valvole ad otturatore

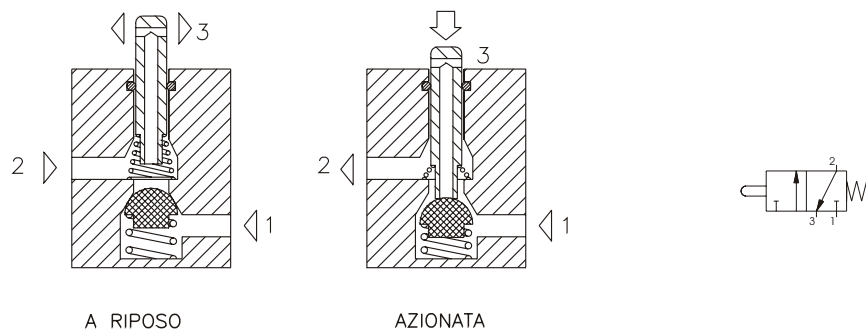
Le valvole ad otturatore sono controllate da un disco provvisto di guarnizione che si solleva perpendicolarmente dalla sede. In questa maniera vengono messe in comunicazione le condotte di alimentazione e mandata: Con questo metodo si possono realizzare tenute perfette anche se si richiedono forze di azionamento elevate. Queste forze aumentano con l'aumentare della pressione in quanto l'otturatore è a diretto contatto con la pressione di alimentazione.

Eseguono commutazioni molto rapide in funzione di corse di azionamento brevi, possono funzionare senza lubrificazione non avendo organi che strisciano.

Il punto di commutazione è esattamente definito. La figura mostra una valvola ad otturatore normalmente chiusa in condizioni di riposo e azionata.



Se l'elemento mobile durante il suo movimento, mette in comunicazione la bocca di alimentazione con quella di scarico anche per un breve tratto, la valvola è a "centro aperto". Qualora la commutazione avvenga tenendo isolate le bocche di alimentazione e scarico, la valvola è del tipo "a centro chiuso" come mostrato nello schema funzionale che segue.



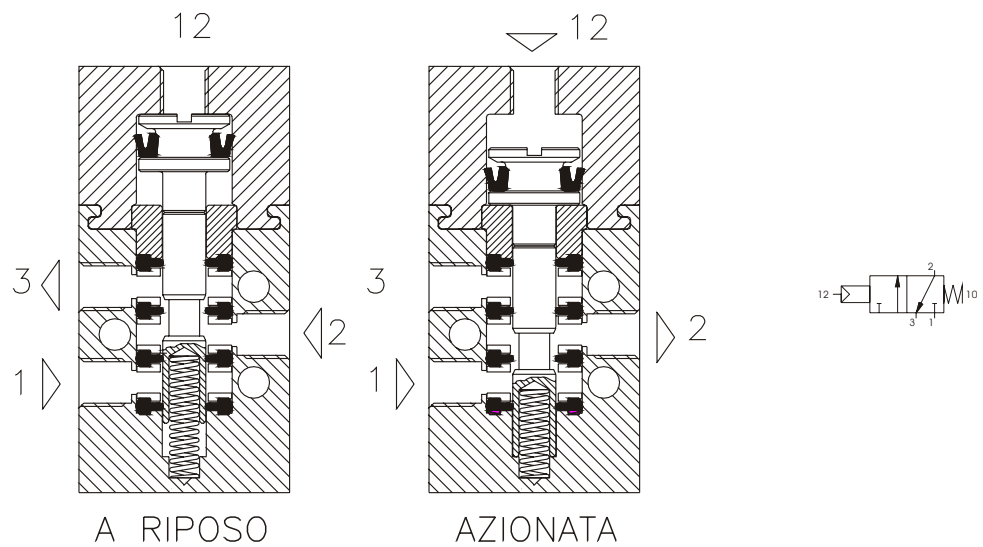
Questo è ottenuto utilizzando una molla con reazione superiore sull'otturatore inferiore rispetto a quella dell'otturatore superiore. Una volta azionata l'astina di comando chiuderà la via di scarico appoggiandosi all'otturatore inferiore, quindi aprirà l'otturatore stesso connettendo alimentazione 1 con mandata 2.

All'atto del rilascio l'otturatore inferiore verrà spinto contro la propria sede chiudendo l'alimentazione 1. L'astina continuando la corsa di ritorno spinta dalla propria molla (più debole) aprirà la via di scarico 3 connettendola con la mandata 2.

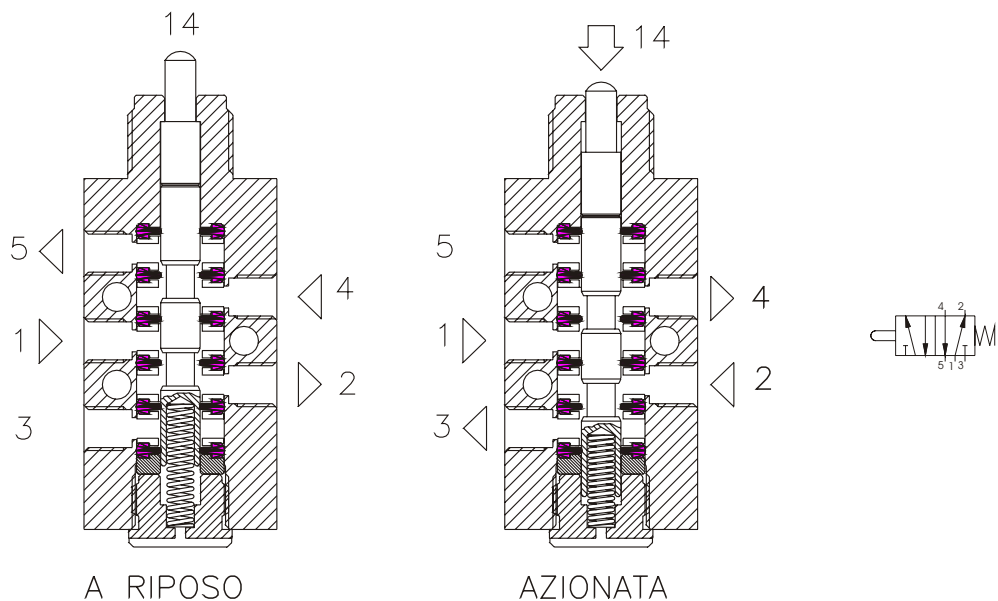
Valvole a cassetto o spola

Le valvole a cassetto o spola utilizzano il movimento a scorrimento rettilineo di un pistoncino all'interno di una sede per aprire e chiudere le vie di collegamento. Il cassetto scorre longitudinalmente nel corpo valvola mentre l'aria fluisce perpendicolarmente alla spola. Le aree di tenuta sono uguali, di conseguenza il cassetto è bilanciato.

Se paragonato a quelle ad otturatore, le valvole a cassetto hanno minore portata ed una corsa di commutazione superiore. Presentano il vantaggio che l'azionamento può essere di qualsiasi tipo ed applicato su entrambi i lati della spola. Le tenute possono essere realizzate con guarnizioni toroidali sistemate in cave sul corpo valvola, con guarnizioni poste nel corpo valvola trattenute in posizioni da distanziali oppure con guarnizioni montate direttamente a bordo della spola stessa. Le figure successive mostrano alcuni tipi di valvole a cassetto con tenute sul corpo valvola e distanziali.

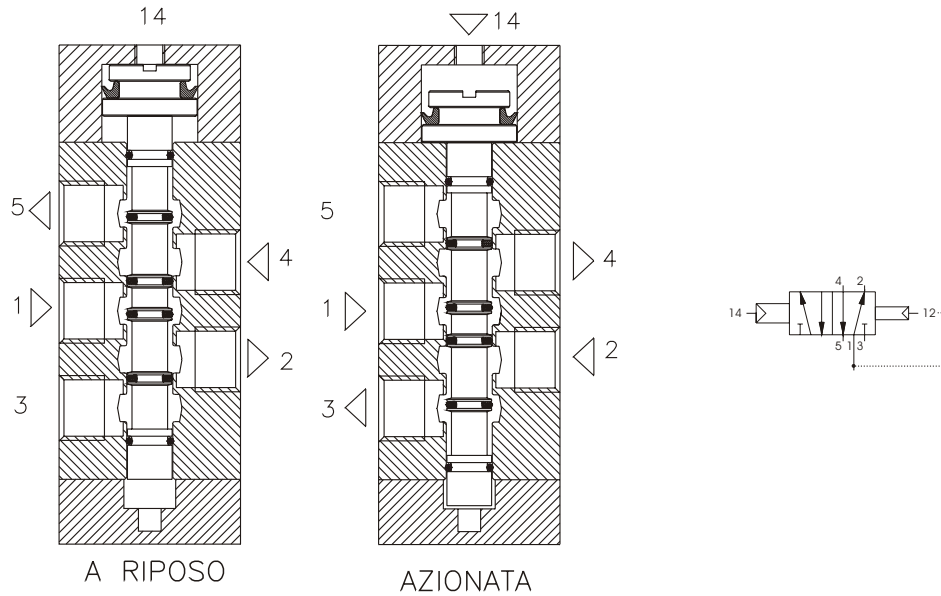


Valvola 3/2 N.C. comando pneumatico - ritorno a molla



Valvola 5/2 comando meccanico- ritorno a molla

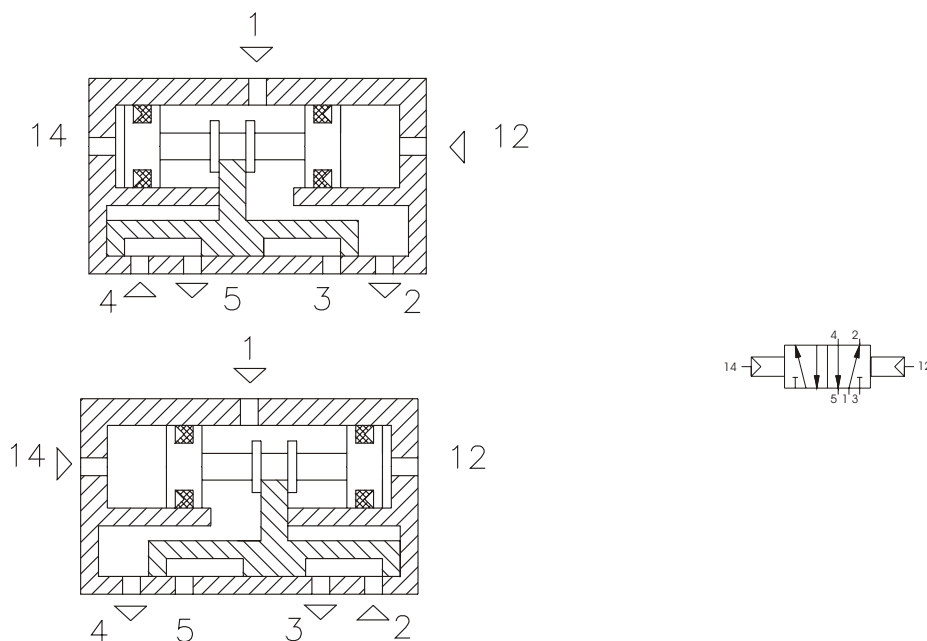
La figura seguente mostra una valvola che realizza le tenute montando direttamente a bordo della spola le guarnizioni.



Valvola 5/2
comando pneumatico / ritorno a molla pneumatica

Valvole a pattino

Nella valvole a pattino le bocche vengono messe in comunicazione da un pattino che può essere scorrevole oppure rotante. Nel tipo scorrevole il pattino viene azionato da una spola. Il pattino è mantenuto aderente al piano in cui sono ricavate le bocche di utilizzo e di scarico dalla stessa pressione di alimentazione. La figura successiva mostra la sezione schematica di una valvola a pattino scorrevole.

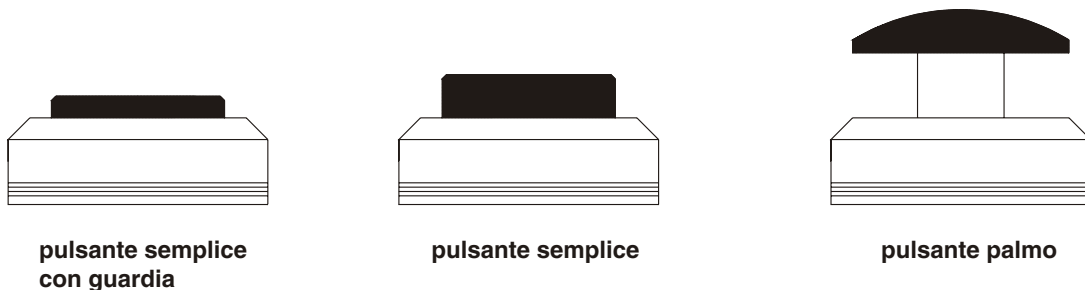


Valvola 5/2
doppio comando pneumatico

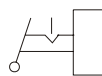
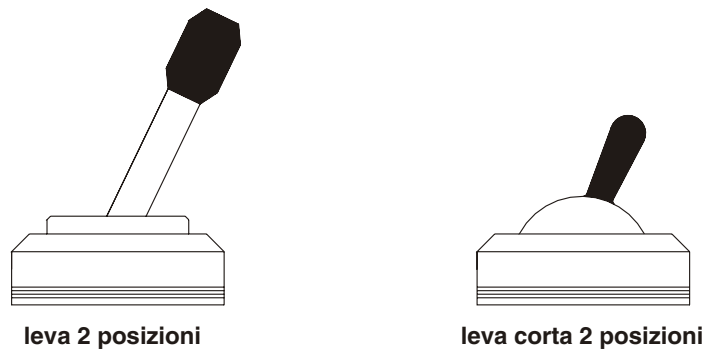
14.3 Comandi delle valvole

Manuale

L'azionamento manuale è ottenuto montando sulla valvola un elemento operatore azionato a mano. Qui di seguito sono rappresentati i più comuni comandi normali monostabili.



Le valvole monostabili (ritorno a molla) sono generalmente usate per impulsi di partenza-stop, emergenze etc. In altri casi è più utile usare valvole bistabili quando si voglia mantenere il segnale di comando. La posizione degli operatori è stabile in entrambe le direzioni.



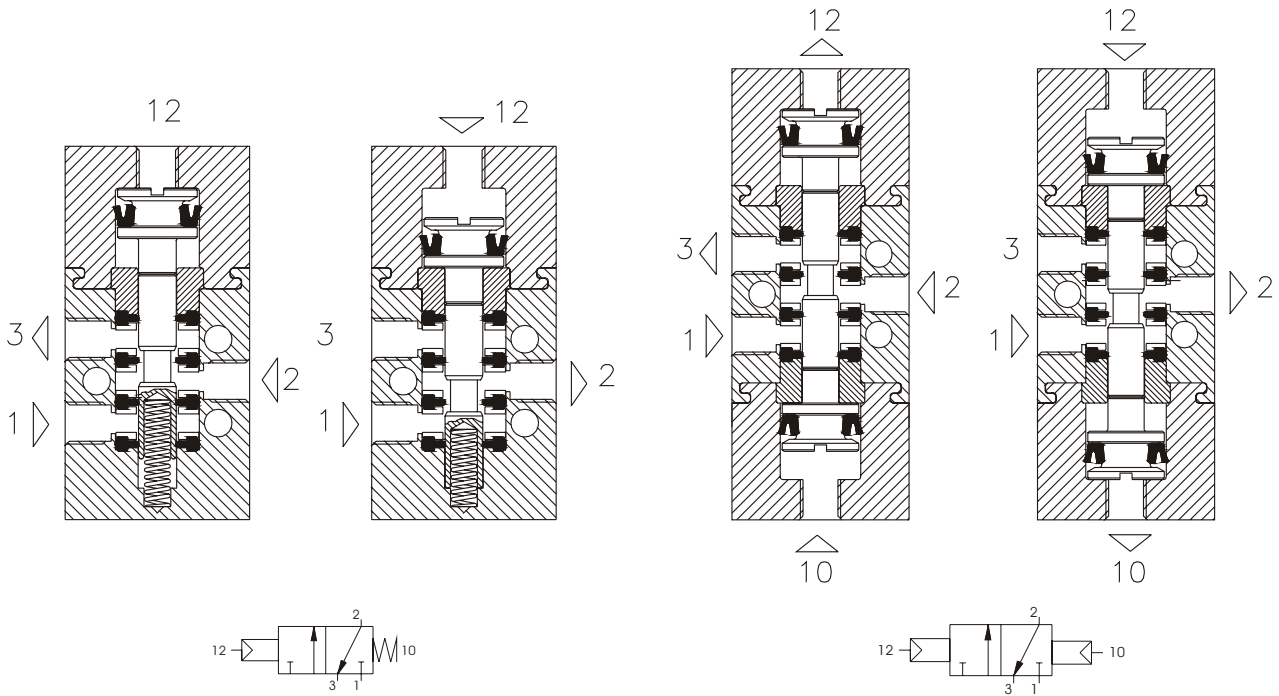
Una valvola con pilotaggio pneumatico è commutata dalla pressione agente su di una estremità del cassetto su di un pistone o direttamente su di essa.

Se la valvola è monostabile ritorna nella sua posizione iniziale per l'azione di una molla quando il segnale pneumatico è annullato.

La valvola bistabile o memoria ha un doppio pilota ed è concepita per rimanere stabile in entrambe le posizioni.

Può essere comandata da entrambi i lati con impulsi pneumatici agenti su pistoni posti alle estremità del cassetto. Il distributore, come già detto rimane in una delle due posizioni ed il segnale opposto è inefficace se il primo arrivato è ancora presente.

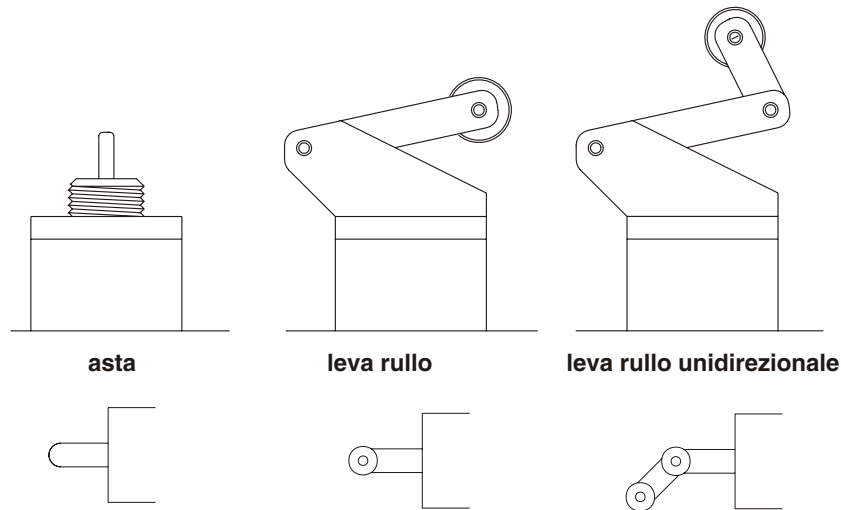
La figura che segue mostra una valvola a cui è applicato l'azionamento pneumatico. Il riposizionamento può essere effettuato o tramite molla o con l'azione di un secondo comando pneumatico.



Il comando pneumatico può essere effettuato a distanza da un'altra valvola ed è anche detto "telecomando".

Meccanici

Gli azionamenti meccanici possono rilevare la posizione, sentire parti di macchina in movimento ed inviare, una volta azionati, segnali per il controllo del ciclo di lavoro. La figura mostra schematizzati i più comuni azionamenti meccanici



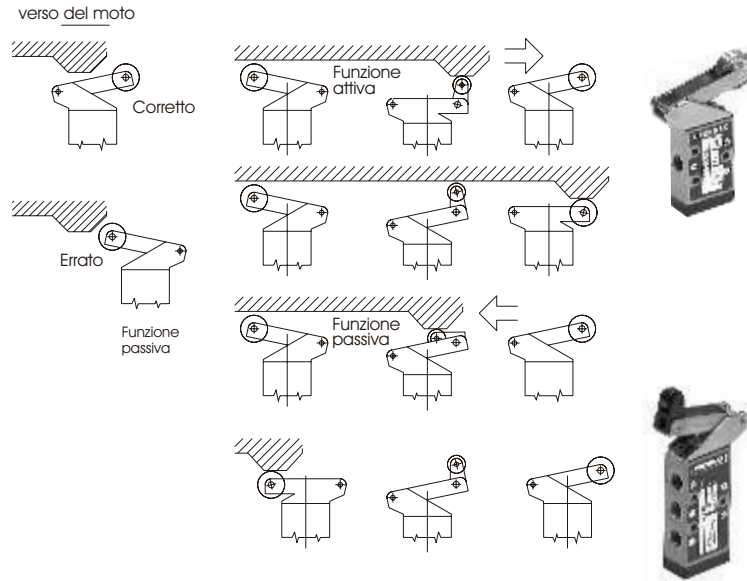
Particolare attenzione dev'essere posta quando si usano camme per azionare valvole con leva a rullo. La corsa totale del rullo non deve superare il fine corsa dell'elemento mobile della valvola allo scopo di evitare danni alla stessa.

L'inclinazione della camma dev'essere di 25° - 30°.

Inclinazioni superiori possono produrre dannosi sforzi meccanici sulla leva.

Il rullo unidirezionale agisce solo in una direzione commutando la valvola in un solo senso. In senso opposto la commutazione non avviene perché il rullo si abbatte senza azionare la valvola.

Nella figura sono rappresentate le successioni degli azionamenti attivati da una camma nel suo movimento di avanzamento ed il corretto posizionamento degli azionamenti stessi.



Azionamento elettrico

"L'elettrovalvola" è l'elemento che permette di trasformare un segnale elettrico in segnale pneumatico. Le elettrovalvole sono apparecchi molto diffusi negli impianti pneumatici e vengono usate quando il criterio di organizzazione di un sistema automatico prevede come uscite dei segnali elettrici (es. sistemi di controllo elettronici).

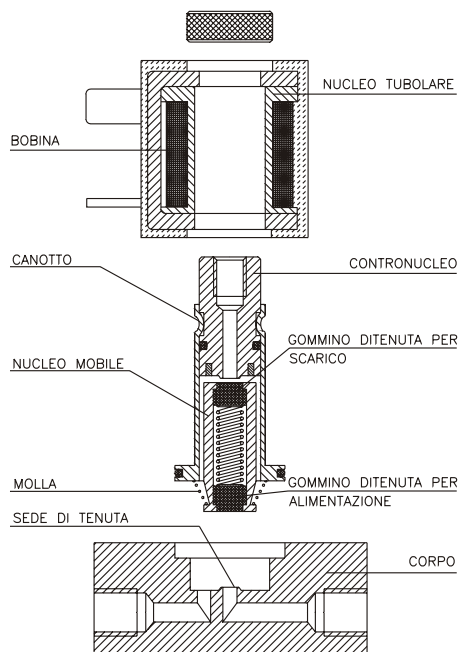
Le elettrovalvole sono costituite da due tipi così definiti:

- 1) ad azionamento diretto
- 2) ad azionamento indiretto.

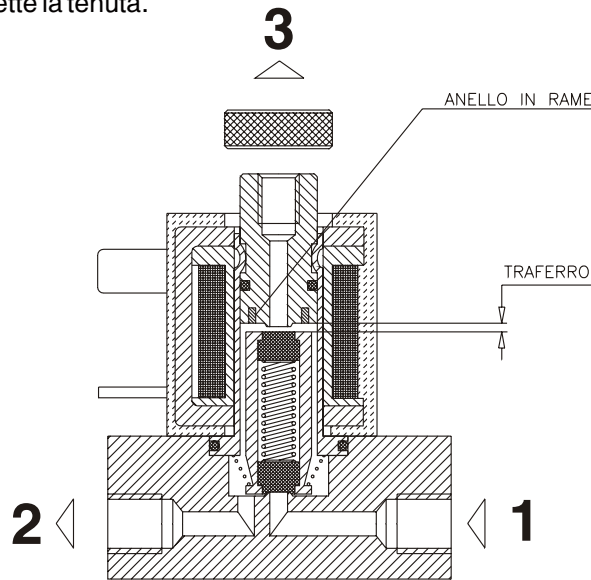
La parte elettrica di una elettrovalvola è costituita da una bobina che sostanzialmente è un cavo arrotolato ad un nucleo tubolare di materiale non magnetico.

All'interno del nucleo tubolare viene inserito un canotto in materiale non magnetico con un'estremità aperta e l'altra chiusa. Sul lato aperto viene inserito un nucleo mobile libero di scorrere nel canotto tubolare amagnetico.

Il lato chiuso del canotto è costituito da un contro nucleo in cui è ricavata una via di scarico. Il nucleo mobile è equipaggiato alle due estremità di due gommini che servono per le tenute.



Il nucleo mobile è spinto da una molla inserita tra nucleo e canotto contro la sede di tenuta sul corpo, da cui c'è immissione d'aria.
 Il gommino inferiore ne permette la tenuta.



La distanza tra nucleo e contronucleo è chiamata traferro. Quando s'invia corrente alla bobina si concatena un flusso tra avvolgimento e nucleo mobile, costituito da materiale magnetizzabile, e lo stesso viene attirato verso il contro nucleo. L'aria può fluire da 1 verso l'uscita 2 in quanto si è aperta una luce di passaggio. Contemporaneamente il gommino superiore del nucleo mobile chiude lo scarico 3.

L'elettrovalvola si comporta esattamente come una valvola a 3 vie con 2 posizioni comandata elettricamente con sistema costruttivo ad otturatore a "centro aperto".

Una elettrovalvola così conformata è definita ad "azionamento diretto".

La forza di attrazione generata dalla bobina in corrente continua è data dalla seguente relazione:

$$F \cong \frac{V^2}{R^2 \epsilon^2} \quad \text{dove} \quad \frac{V^2}{R^2} = I^2 \quad \text{per cui} \quad F \cong \frac{I^2}{\epsilon^2}$$

dove:

- F = forza di attrazione
- V = tensione applicata
- R = resistenza del filo
- ϵ = traferro
- I = intensità di corrente

La forza di attrazione è proporzionale al quadrato della corrente e inversamente proporzionale al quadrato del traferro.

Di conseguenza un piccolo aumento del traferro corrisponde ad una notevole diminuzione della forza di attrazione.

In corrente alternata la forza di attrazione è:

$$F \cong \frac{V^2}{\omega^2 L^2 \epsilon^2}$$

dove:

- F = forza di attrazione
- V = tensione applicata
- ϵ = traferro
- L = induttanza della bobina
- $\omega = 2 \pi f$ con f = frequenza

La forza dipende dall'induttanza della bobina che dipende essa stessa dalla permeabilità magnetica del materiale e dal traferro.

Data una tensione V , l'intensità I della corrente aumenta all'aumentare del traferro poiché diminuisce l'induttanza. Per questo motivo la forza di attrazione in corrente alternata è maggiore che in corrente continua.

L'induttività cambia con la posizione del nucleo mobile. Inizialmente con massimo traferro la forza è molto bassa ed è bassa anche la resistenza induttiva. Una forte corrente passerà quindi nella bobina; questa forte corrente fa reagire la bobina in corrente alternata più violentemente che in corrente continua.

Quando il traferro si annulla, la resistenza induttiva aumenta mentre diminuisce la corrente,

La potenza necessaria quindi è massima con il massimo traferro (potenza di spunto) e più bassa anche in maniera considerevole con il circuito di traferro chiuso (potenza di mantenimento).

Quando il tempo di reazione del solenoide in corrente continua dev'essere accorciato si può applicare una tensione più alta del normale per una durata di pochi millisecondi. L'effetto risultante è molto simile allo spunto di una bobina in corrente alternata. Quando il nucleo mobile giunge alla fine della propria corsa la tensione può essere ridotta fino alla metà del suo valore nominale.

Anello di sfasamento

É presente nel contronucleo nel funzionamento in corrente alternata.

Ogni volta che la corrente alternata ritorna a zero il nucleo incomincia a ritornare sotto la spinta della molla. Si libera dal contronucleo, ma poi, quando la corrente aumenta di nuovo, viene attratta nuovamente. Tutto ciò crea il fastidioso ronzare dell'elettrovalvola.

Il nucleo continua a sbattere per cento volte al secondo causandone una precoce usura.

All'inconveniente si rimedia creando un secondo campo magnetico sfasato di circa 90° inserendo nel contronucleo un anello di rame chiuso.

Il sistema così concepito funzionerà come un trasformatore, in cui la bobina è l'avvolgimento primario e l'anello in rame l'avvolgimento secondario, costituito da una sola spira.

Non avendo resistenza la spira secondaria genera una corrente indotta sfasata molto alta.

Questa corrente genera un campo magnetico sfasato di circa 90° rispetto a quello principale.

Il risultato sarà che la forza di attrazione generata dalla risultante dei due campi magnetici non avrà mai valore zero.

É possibile utilizzare equipaggi magnetici con anello in rame anche in corrente continua, visto che l'effetto della spira in questo caso è nullo.

L'assorbimento in potenza delle bobine alimentate in corrente continua è indicato in WATT. Il valore corrisponde alla potenza assorbita a temperatura di regime.

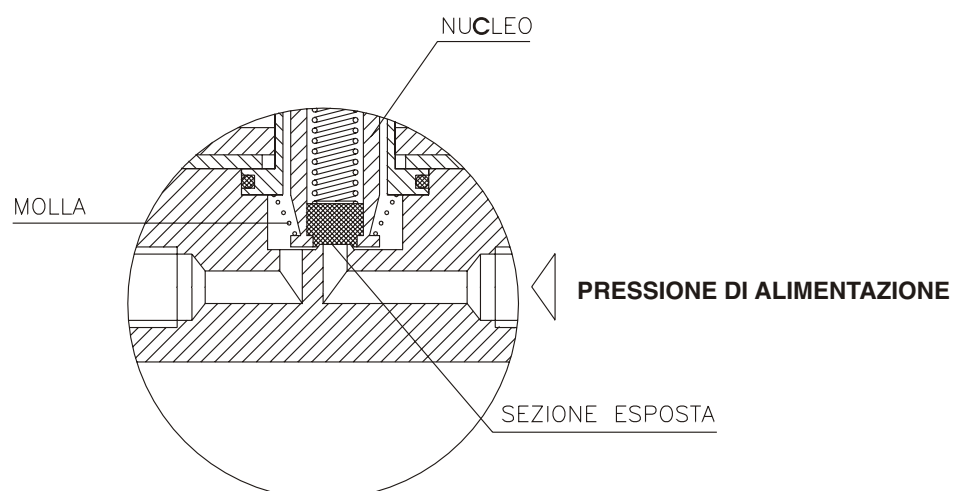
In corrente alternata l'assorbimento di potenza è indicato in VA e, come già detto, è più alta nella fase di massimo traferro e più bassa nella fase di mantenimento.

Le elettrovalvole ad azionamento diretto sono normalmente impiegate per piccole portate.

Nella posizione di riposo agiscono:

verso il basso: la forza della molla e il peso del nucleo;

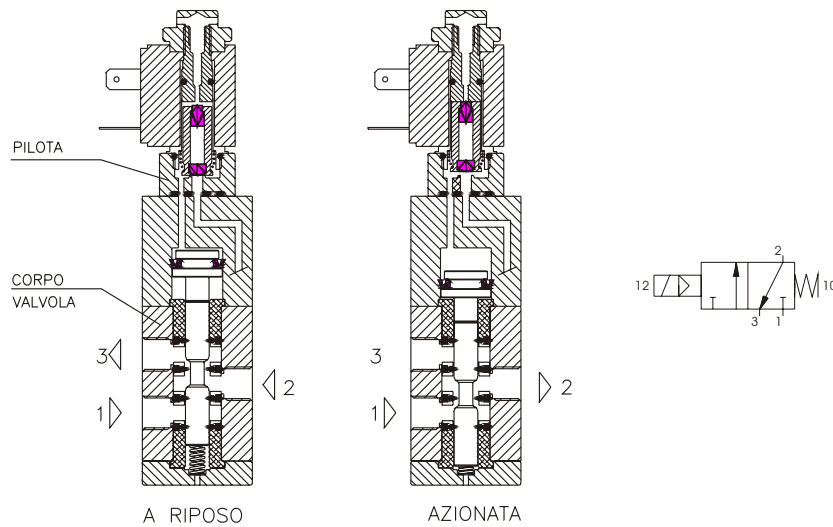
verso l'alto: la forza della pressione di alimentazione sulla sezione posta in ingresso.



Le forze che agiscono verso il basso devono essere superate dalla forza magnetica generata. La forza che agisce verso l'alto (pressione di alimentazione per superficie esposta) dev'essere vinta dalle forze che agiscono verso il basso per mantenere il gommino sulla sede di tenuta. La bobina dev'essere dimensionata specificando queste forze. La stessa bobina può essere usata per pressione alta e piccolo flusso o flusso maggiore e pressione più bassa. È intuibile che aumentare le sezioni di passaggio significa diminuire sensibilmente la pressione oppure aumentare notevolmente la forza della molla che spinge verso il basso e ciò significa dimensionare la bobina con potenza più elevata. Questo limita l'apparecchio che risulta idoneo, come già detto, per portate basse.

Per portate più elevate bisogna avvalersi di un sistema che possa amplificare il flusso d'aria. Si userà quindi l'elettrovalvola ad azionamento diretto come elemento di controllo (pilotaggio) ed una valvola azionata pneumaticamente di dimensioni idonee come elemento amplificatore.

La combinazione in un unico apparecchio di questi due elementi non è altro che una elettrovalvola ad "azionamento indiretto".



Le vie di alimentazione e di mandata per la porzione pilota sono collegate al corpo valvola attraverso dei canali in modo di avere connessioni comuni.

Si possono ottenere elettrovalvole monostabili o bistabili 3/2 o 5/2 montando uno o due piloti sui lati dell'idoneo corpo valvola. La costante domanda di apparecchiature pneumatiche interfacciabili con l'elettronica influenza profondamente lo sviluppo dei sistemi di automazione con caratteristiche di piccolo ingombro, commutazione veloce, lunga durata, bassi consumi elettrici per l'uso di PC o PLC e sono sempre più richieste dal mercato.

Si è resa perciò necessaria la realizzazione di microelettrovalvole e distributori miniaturizzati con alte prestazioni.

I solenoidi sono sottoposti a normative che ne determinano le classi di protezione in rapporto ai contatti accidentali, la penetrazione di corpi estranei e dei liquidi all'interno delle parti elettriche.

Il grado di protezione è definito dalla sigla IP seguita da due cifre (I.E.C. 144).

La prima definisce la protezione contro il contatto accidentale e la penetrazione di corpi estranei, la seconda, la protezione contro le infiltrazioni di acqua.

La tabella che segue confronta la normativa C.E.I. con la DIN e la I.E.C.

1° CIFRA		2° CIFRA						
Protezione contro		Penetrazione d'acqua						
Contatti accidentali	Corpi solidi	Nessuna	Colpo d'acqua di condensa	Spruzzi di pioggia angolo max. 15°	Spruzzi di pioggia angolo max. 30°	Spruzzi da ogni direzione	Risorgenti sotto la pioggia	Getti d'acqua da ogni direzione
Nessuna	Nessuna	CIEI DIN IEC	P 00 P 00 IP 00	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Dalla mano	Grandi max. > 50 mm.	CIEI DIN IEC	P 10 P 10 IP 10	P 11 P 11 IP 11	- - -	- - -	- - -	- - -
Dalle dita	Medie max. 0-8 mm.	CIEI DIN IEC	P 20 P 20 IP 20	P 21 P 21 IP 21	- - -	P 22 P 22 IP 22	- - -	- - -
Dagli oggetti < 2,5 mm.	Piccoli max. < 2,5 mm.	CIEI DIN IEC	- - -	- - -	- - -	- - -	P 23 P 23 IP 23	- - -
Dal tubo di 10 mm.	1000/200 max. < 10 mm.	CIEI DIN IEC	P 30 P 30 IP 30	P 31 P 31 IP 31	- - -	P 32 P 32 IP 32	P 33 P 33 IP 33	- - -
Totale	Depositi dannosi di polvere	CIEI DIN IEC	P 40 P 40 IP 40	- - -	- - -	- - -	P 41 P 41 IP 41	P 42 P 42 IP 42
Totale	Totale contro la polvere	CIEI DIN IEC	P 40 P 40 IP 40	- - -	- - -	- - -	P 43 P 43 IP 43	P 44 P 44 IP 44

La temperatura massima ammissibile per una bobina è condizionata da:

- riscaldamento proprio della bobina
- temperatura del fluido
- temperatura ambiente:

Nei cataloghi dei costruttori vengono indicati i dati di temperatura ambiente massima e massima temperatura del fluido per una elettrovalvola inserita in servizio continuo (inserzione 100%).

14.4 Portata dei distributori

La portata nominale delle valvole di controllo direzionale viene identificata per mezzo di un coefficiente chiamato fattore di portata designato con K_v che è dato dal numero di litri di acqua, alla temperatura di 18°C, che passano in un minuto attraverso la valvola in prova quando la differenza di pressione tra ingresso e uscita è di 1 bar. La portata d'aria in litri al minuto è legata al fattore K_v dalla formula sperimentale:

$$Q = K_v \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

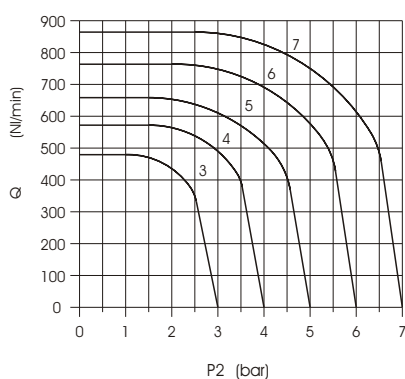
dove:

- Q è la portata di liquidi in l/min.
- ΔP è la caduta di pressione attraverso la valvola
- ρ è la densità del liquido in Kg/dm³

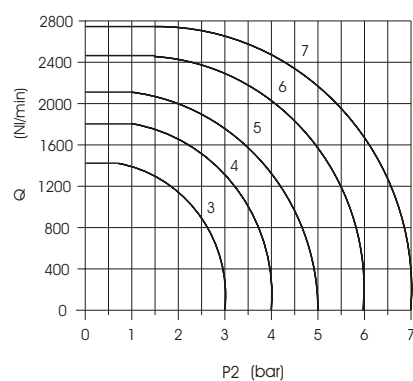
All'utente però interessa conoscere la portata nominale del componente che è la portata nominale in normal litri al minuto quando all'ingresso della valvola è presente una pressione relativa di 6 bar e all'uscita una pressione relativa di 5 bar.

Le aziende costruttrici forniscono diagrammi in cui, per varie pressioni di esercizio si possono rilevare le portate in funzione delle pressioni di utilizzo.

Alcuni esempi di diagrammi di portata sono mostrati nelle figura che segue.



Valvole ad otturatore
Serie 718
G 1/8"



Valvole ed Elettrovalvole ad otturatore
Serie 774 - 784
G 1/4"

Si scelga ad esempio la curva riferita ai 6 bar in alimentazione. Salendo dal valore di P_2 5 bar ($\Delta P=1$) fino ad incontrare la curva di alimentazione, potremmo leggere nell'asse Q corrispondente alle portate il valore in NI/min ottenibili in portata a quelle condizioni di funzionamento.

Analogamente se conosciamo il consumo d'aria in NI/min ed il valore di pressione di alimentazione, potremo verificare il ΔP che si otterrà tra monte e valle della valvola in quelle condizioni di funzionamento.

Si parta ad esempio da un valore di consumo di 400 NI/min con alimentazione a 6 bar.

Nel punto di incontro della curva 6 bar scendendo verso P_2 potremo leggere il corrispondente valore in pressione in uscita della valvola.