

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



[e-mail per suggerimenti](#)

3 VALVOLE

Le valvole sono dispositivi in grado di intercettare, regolare o distribuire il flusso dell'aria compressa.

Esse sono composte:

- Da un corpo , contenente gli attacchi esterni con orifizi, attraverso i quali può avvenire l'alimentazione, l'utilizzazione o lo scarico dell'aria
- Da un dispositivo interno, il quale, mutando posizione, può, con particolari canalizzazioni interne, porre in diverso collegamento gli orifizi.

Detti dispositivi possono essere azionati con differenti tipi di comando : pneumatico, meccanico, elettrico.

3.1 CLASSIFICAZIONE

Le valvole si possono classificare in base a diversi criteri.

Rispetto alla natura del meccanismo di commutazione si distinguono:

- Valvole ad otturatore.
- Valvole a cassetto.
- Valvole a distributore rotativo.

Rispetto al tipo di comando si distinguono:

- Valvole a comando meccanico.
- Valvole a comando pneumatico.
- Valvole a comando elettrico.

Rispetto alla funzione si distinguono:

- Valvole di distribuzione.
- Valvole di regolazione.
- Valvole di intercettazione.

Classificazione rispetto alla funzione

Come si è detto la valvola può assumere diverse posizioni. A ciascuna di esse corrisponde un differente collegamento degli orifizi esterni.

fig.3.1



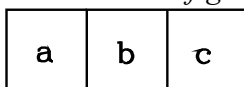
Ogni posizione viene indicata con un quadrati.

fig.3.2



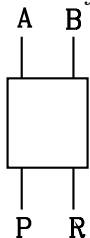
Per esempio, una valvola a due posizioni viene indicata con due quadrati adiacenti.

fig.3.3



Le diverse posizioni si possono indicare con lettere minuscole. Così nella *fig.3.3* è rappresentata una valvola a tre posizioni a,b,c.

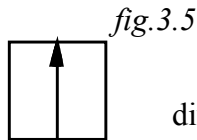
fig.3.4



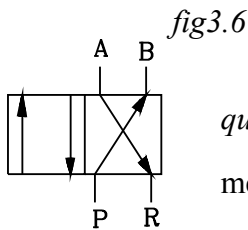
Gli attacchi esterni con orifizi si indicano con tratti raccordati a un solo quadrato (*posizione*).

Il n° di attacchi rappresentano *numero di vie* della valvola. _____

Nella *fig3.4* è indicata *una posizione* con 4 vie



Il *flusso interno* dell'aria viene indicato con *vettori*, ognuno dei quali collega due diversi orifizi



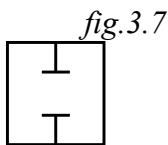
Così nell'esempio di *fig.3.6* si ha una valvola a *due posizioni* (*due quadrati*), a *quattro vie* (*4 attacchi*), nella quale l'orifizio *P* è collegato con *B* :

$$P \rightarrow B$$

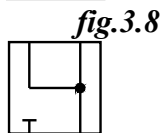
mentre l'orifizio *A* è collegato con *R*:

$$A \rightarrow R$$

Detta valvola si indica con *4/2* (*2 vie/4 posizioni*).



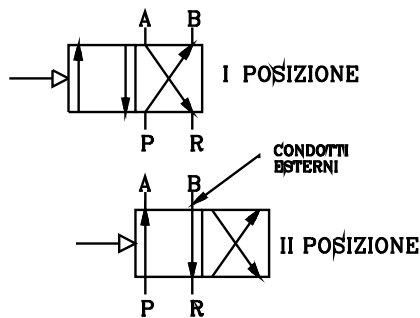
L'intercettazione del flusso viene indicata con un trattino a *T*.



Il collegamento dei flussi all'interno della valvola viene indicato con un punto.

Cambiamento di posizione

fig.3.9 - fig.3.10



Nella rappresentazione simbolica della valvola vengono raffigurate le posizioni con dei quadrati, nei quali i condotti esterni sono disegnati in corrispondenza di canalizzazioni interne.

Quella rappresentata in *fig3.9* (*I POSIZIONE*) è una possibile posizione che può assumere la valvola.

Le altre posizioni si ottengono, immaginando che l'insieme dei rettangoli possano traslare rispetto ai condotti esterni, considerati fissi, in modo da portare sotto questi un altro rettangolo del simbolo, che pone in modo diverso il collegamento tra le canalizzazioni interne e i condotti esterni.

Così nell'esempio delle *fig.3.9 - fig.3.10* la valvola è a *quattro vie e due posizioni*: *4/2*.

Nella *I posizione* le canalizzazioni interne pongono in comunicazione:

$$A \rightarrow R \quad P \rightarrow B$$

L'altra *posizione II* si ottiene pensando che i due quadrati possano traslare verso destra rispetto ai condotti esterni.

Nella *II posizione* si hanno le comunicazioni:

$$P \rightarrow A \quad B \rightarrow R$$

3.2 STATI DI UNA VALVOLA

Occorre distinguere due possibili stati di una valvola.

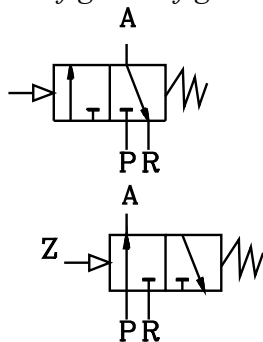
3.2.1 Stato stabile:

Uno stato si dice *stabile* se la posizione permane anche quando cessa il comando che l'ha provocata.

3.2.2 Stato instabile

Uno stato si dice *instabile* se la posizione permane finché c'è il comando; cessato il quale, la valvola commuta la sua posizione, tornando nello stato di riposo.

fig.3.11- fig.3.12



Così consideriamo il simbolo della valvola di fig.3.11. Si tratta di una valvola 3/2 (3 condotti esterni e 2 posizioni). A sinistra è indicato con un comando pneumatico che può spingere la valvola (il simbolo) da sinistra verso destra. A destra del simbolo è schematizzata una molla.

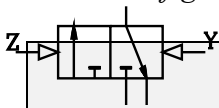
Nella rappresentazione di fig.3.11 la valvola è nella posizione che collega $A \rightarrow R$, mentre P è intercettato.

Inviando il comando pneumatico a sinistra, la valvola (il simbolo) si sposta verso destra, portando $P \rightarrow A$, mentre R viene intercettato.

Tale posizione permane fintantoché è presente il segnale pneumatico Z ; quando questo si annulla, la molla riporta la valvola nella posizione iniziale.

La valvola rappresentata si dice monostabile in quanto ha solamente una sola posizione stabile.

fig.3.13

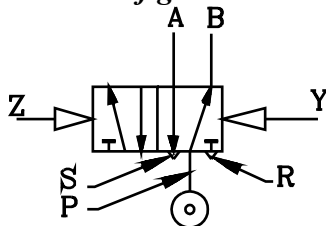


Una valvola bistabile è pilotata da due segnali in senso opposto, ciascuno dei quali fa assumere alla valvola una posizione stabile: esempio fig.3.13..

3.3 VALVOLE DI DISTRIBUZIONE

Hanno la funzione di indirizzare in diversi modi il flusso dell'aria compressa tra i condotti esterni, in modo da intercettare o deviare il flusso, *senza modificare sostanzialmente né la pressione né la portata*.

fig.3.14



In una valvola di distribuzione si distinguono:

Orifizio di alimentazione

P

Indicato con:

Orifizi di utilizzazione

B

Indicati con: A ,

Orifizi di scarico

Indicati con: R , S

, T

Segnali di pilotaggio

Indicati con: Z, Y, X

Si denomina *pilotaggio* il segnale che effettua l'azionamento di commutazione della valvola.

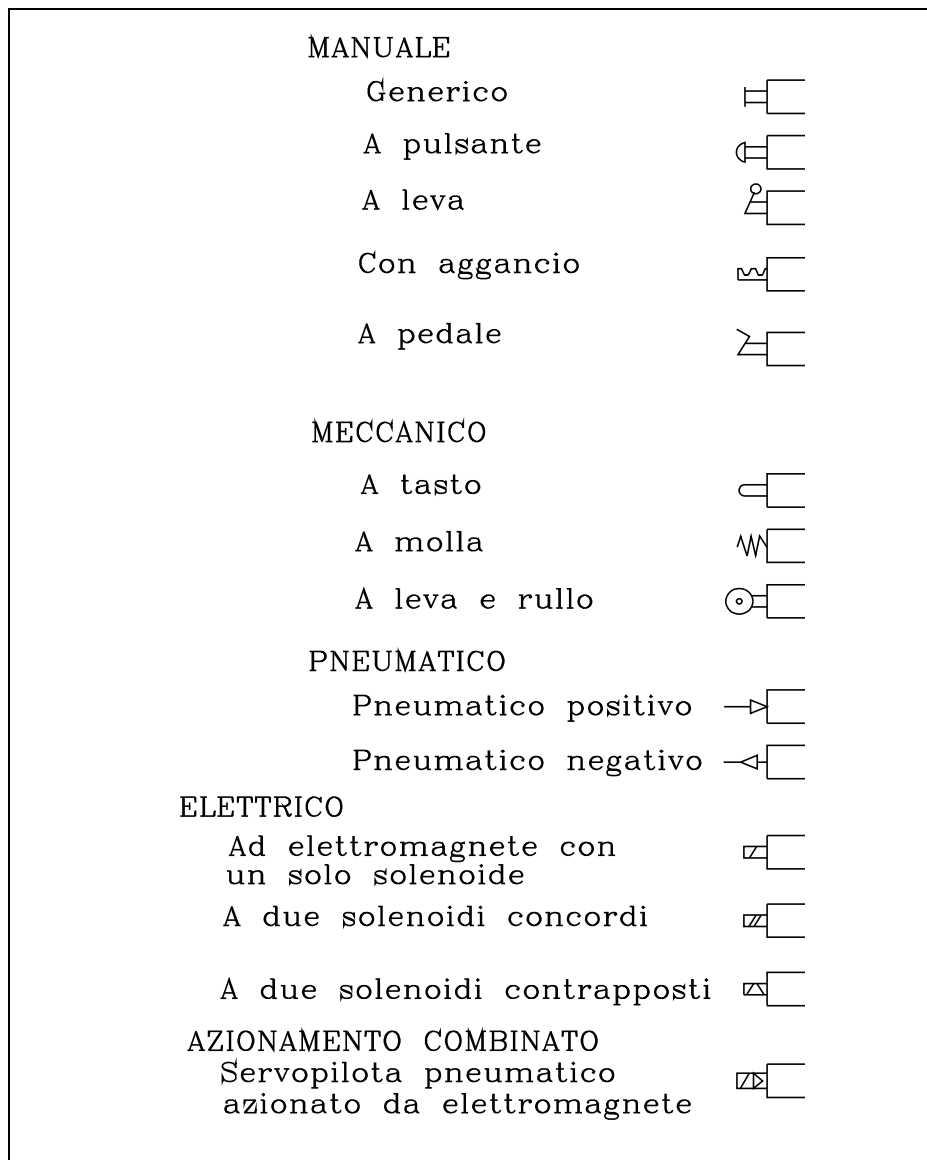
Comando

Il segnale di pilotaggio della valvola può essere ottenuto con comando *manuale, meccanico, pneumatico, elettrico o combinato*.

Il comando viene indicato con un opportuno simbolo posto all'estremità della valvola.

Poniamo in evidenza i comandi più usuali.

fig.3.15



Distinzione in base al N° di vie e N° di posizioni

Si prenderanno ora in esame i tipi più usuali di valvole, che verranno adoperate nelle prime esercitazioni.

Negli schemi, le valvole verranno disegnate con l'indicazione: delle posizioni (N° di quadrati), delle canalizzazioni interne, degli orifizi e della fonte di energia pneumatica.

Ovviamente il comando di pilotaggio (*che movimenta la valvola*) potrà essere di varia natura. Per ogni valvola ci si soffermerà a descrivere alcuni tipi di comando.

Il comando adoperato nella prima parte del programma sarà quello pneumatico, che si assumerà di riferimento.

Condizione di riposo

Tale condizione si riferisce alle valvole con molla di richiamo, e corrisponde a quella posizione che la valvola assume quando è scollegata dall'impianto e la molla è distesa.

Ovviamente tale posizione è stabile.

Posizione iniziale

La posizione iniziale è quella assunta dalla valvola dopo il suo montaggio e collegamento all'impianto, completato in tutte le sue parti e alimentato, *prima che si prema lo START e che inizi quindi il ciclo di lavoro.*

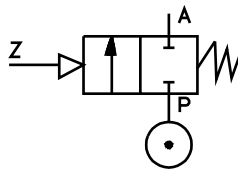
Le valvole, nella descrizione del loro funzionamento, sono qui di seguito rappresentate nella posizione di riposo.

Nello schema circuitale, invece, le valvole vanno rappresentate nella loro posizione iniziale.

3.3.1 Valvole 2/2

3.3.1.1 Valvola 2/2 normalmente chiusa NC

fig.3.16



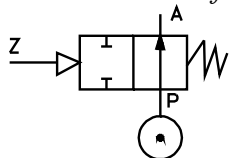
In condizioni di riposo il flusso dell'aria è intercettata.

Con il segnale Z di pilotaggio (*nello schema, supposto pneumatico*) la valvola si commuta ed il flusso dell'aria va dall'alimentazione P all'uscita A

$P \rightarrow A$

3.3.1.2 Valvola 2/2 normalmente aperta NA

fig.3.17



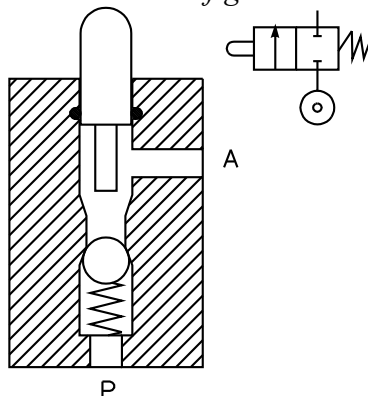
In condizioni di riposo il flusso dell'aria va dall'utilizzatore P all'uscita A .

$P \rightarrow A$

Il segnale Z di pilotaggio commuta la valvola e il flusso dell'aria d'alimentazione viene intercettato.

3.3.1.3 Valvola 2/2 a comando meccanico (ad otturatore sferico)

fig.3.18



Nella fig.3.18 come esempio viene riportato lo schema di funzionamento di una valvola 2/2 NC con comando *meccanico a tasto e ritorno a molla*, nel quale il flusso dell'aria viene intercettato da un otturatore sferico.

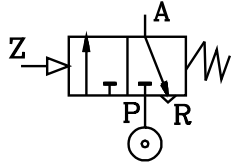
Nella posizione di riposo, la sfera, spinta dalla molla, va ad ostruire il passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'utilizzatore A .

Pigiando il tasto, il pistoncino, ad esso solidale, spinge la sfera e, contrastando la molla, apre il passaggio dell'aria verso l'orifizio di utilizzazione:

$P \rightarrow A$

3.3.3 Valvola 3/2 normalmente chiusa NC

fig.3.19



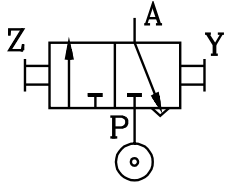
In condizioni di riposo il flusso dell'aria è intercettato, mentre l'uscita di utilizzazione A è in scarico $A \rightarrow R$.

Il segnale Z di pilotaggio commuta la valvola e il flusso dell'aria va dall'alimentazione P al canale di utilizzazione A

$$P \rightarrow A$$

Usualmente la valvola è monostabile : tolto il segnale Z si ha il ritorno attraverso la molla nella condizione di riposo.

fig.3.20

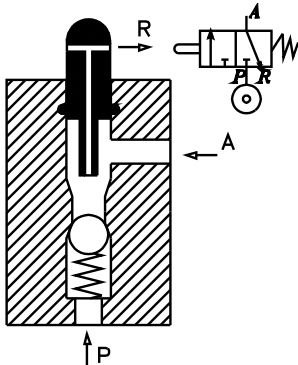


La valvola 3/2 può essere anche bistabile. In tal caso vi saranno due segnali di pilotaggio Z, X , che comandano le due posizioni. Un tipo è quello a spola (cassetto) con doppio comando manuale. Viene usato come organo di arresto a monte della rete.

3.3.3.1 Comando meccanico:

3.3.3.1.1 Valvola a sfera 3/2 normalmente chiusa

fig.3.21



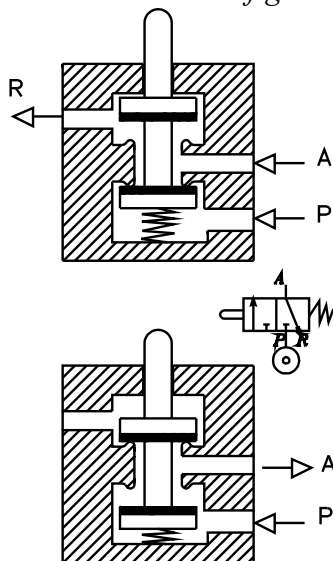
Nella posizione di riposo, la sfera, spinta dalla molla, va ad ostruire il passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'utilizzatore A ; mentre quest'ultimo è in comunicazione con lo scarico R , attraverso il tasto forato.

Azionato il tasto, questo, contrastando la molla, spinge la sfera e l'allontana dalla sede, ponendo in comunicazione P con A ; mentre il foro di scarico, praticato entro il tasto, viene otturato dalla sfera.

3.3.3.1.2 Valvola a piattello 3/2 normalmente chiusa

Un esempio di valvola a piattello è quella di fig.

fig.3.22



L'otturatore è costituito da due piattelli solidali al tasto. Premuto questo, i piattelli possono poggiare sugli orifizi di comunicazione $P \rightarrow A$ $A \rightarrow R$ ostruendoli.

Nella posizione di riposo, la molla spinge il piattello inferiore ad ostruire il passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'utilizzatore A ; mentre A è in comunicazione con lo scarico: $A \rightarrow R$.

Spinto il tasto, contrastando l'azione della molla, i due piattelli si muovono fino a che il piattello superiore di fig. va ad appoggiare sull'orifizio che mette in comunicazione A con R , ostruendolo.

La discesa del piattello inferiore pone in comunicazione l'alimentazione P con l'utilizzatore A : $P \rightarrow A$.

Occorre notare che, nella discesa dell'asta, contemporaneamente, sono in comunicazione gli orifizi P, A, R ; si ha una fuga di aria non utilizzata e una lentezza dell'azione della valvola.

La valvola viene denominata a centri aperti.

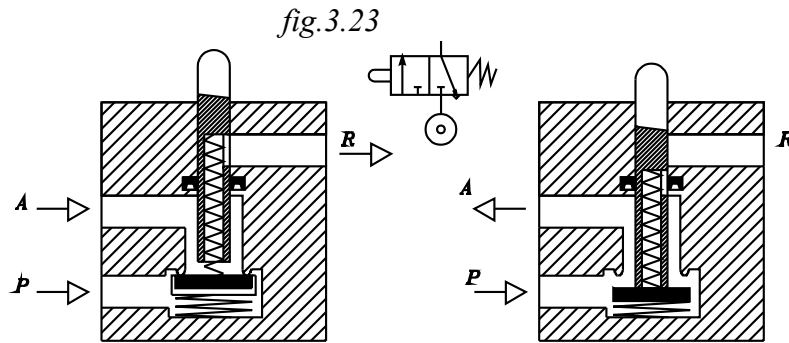
Si possono realizzare valvole a piattello a centri chiusi, come mostrato nei seguenti schemi.

3.3.3.1.3 Valvola 3/2 a piattello NC

Nella fig viene rappresentato schematicamente il funzionamento di una valvola 3/2 normalmente chiusa a centri chiusi.

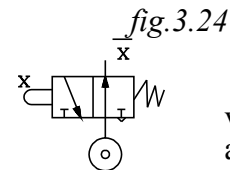
In posizione di riposo, il piattello otturatore viene spinto dalla molla ad ostruire l'orifizio del passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'utilizzatore A .

L'utilizzatore A è, invece, in comunicazione con lo scarico R , attraverso il foro praticato sull'asse del tasto: $A \rightarrow R$.



Pigiando il tasto, questo preme sul piattello, e apre il passaggio dell'aria $P \rightarrow A$; mentre il corpo del tasto ostruisce il passaggio dell'aria dall'utilizzatore A allo scarico R

3.3.4 Valvola 3/2 normalmente aperta NA



La valvola 3/2 può essere normalmente aperta. Nella condizione di riposo vi è il passaggio dell'aria dall'alimentazione all'utilizzatore; mentre il segnale di attivazione chiude il passaggio dell'aria verso l'utilizzatore.

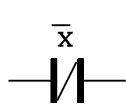
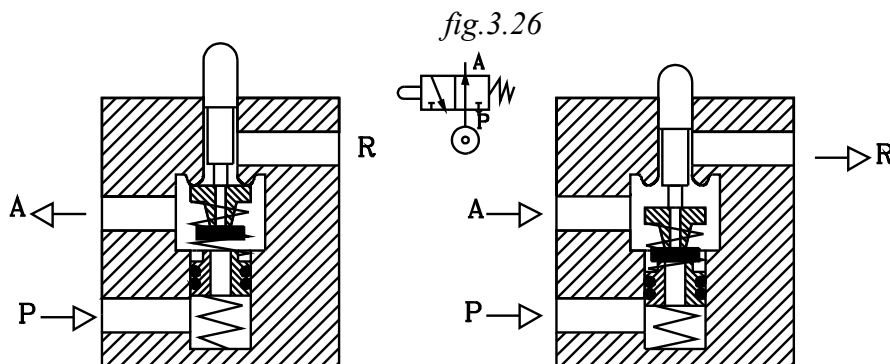


fig.3.25

La valvola 3/2 normalmente aperta realizza, nei circuiti logici pneumatici, la negazione di una variabile binaria: " \bar{x} " e corrisponde al contatto normalmente chiuso dei circuiti a contatti. Infatti, considerando come ingresso il segnale x di pilotaggio, quando $x=0$ si ha il flusso dell'aria in uscita, nell'orifizio di utilizzazione A ; quando $x=1$ la valvola viene commutata e si ostruisce il passaggio dell'aria verso l'uscita A .

Indicando con x il segnale di pilotaggio di una valvola monostabile 3/2 normalmente aperta, in uscita dall'orifizio di utilizzazione A si ottiene il segnale negato \bar{x} .

3.3.4.1 Valvola NA a piattelli



Nella *fig.* viene rappresentato in modo schematico il funzionamento di una valvola 3/2 normalmente aperta a piattelli.

In posizione di riposo l'alimentazione P è in comunicazione con l'utilizzatore A .

I due piattelli, solidali al tasto otturatore, vengono spinti verso l'alto dalle due molle e quello superiore va ad ostruire il passaggio dell'aria dall'alimentazione A allo scarico R .

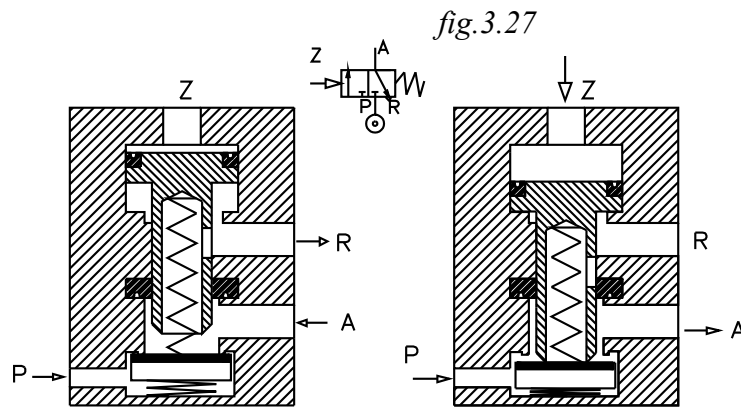
Spingendo il tasto i due piattelli si abbassano, contrastando la spinta delle molle e il piattello inferiore va ad ostruire il passaggio dell'aria $P \rightarrow A$; mentre il piattello superiore apre la comunicazione $A \rightarrow R$. Si interrompe così il flusso dell'aria verso l'utilizzatore finché è pigiato il tasto. Abbandonando questo si ripristina il collegamento $P \rightarrow A$.

3.3.5 Valvola 3/2 comando pneumatico NC

Il segnale di comando Z in questo caso è fornito dall'aria compressa.

In condizioni di riposo l'otturatore, spinto dalla molla, impedisce il passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'utilizzatore A ; mentre quest'ultimo è in comunicazione, attraverso il foro sull'asse del pistoncino, con lo scarico R : $A \rightarrow R$.

Quando viene inviato il segnale Z di pilotaggio, allora l'aria spinge verso il basso il pistoncino che va a toccare l'otturatore, aprendo il passaggio dell'aria da P ad A ($P \rightarrow A$), contrastando la spinta delle due molle. In tale posizione la superficie esterna del pistoncino ostruisce il passaggio $A \rightarrow R$.



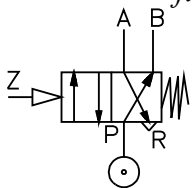
Tolto il segnale di pilotaggio, la molla inferiore spinge l'otturatore ad ostruire di nuovo il passaggio $P \rightarrow A$, si innalza il pistoncino il cui foro pone, di nuovo, in comunicazione A con R .

3.3.6 Valvola 4/2

La valvole 4/2 ha due utilizzazioni A , B , un orifizio di alimentazione P e uno scarico R .

La valvola può essere *monostabile* o *bistabile*.

fig.3.28



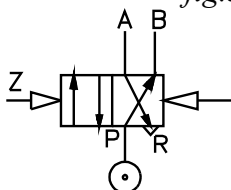
Nella valvola monostabile, in condizioni di riposo, l'alimentazione P è in comunicazione con l'utilizzatore B ; mentre l'utilizzatore A è in comunicazione con lo scarico R .

$$P \rightarrow B \quad A \rightarrow R$$

Il segnale di pilotaggio Z inverte il passaggio dell'aria, la quale alimenta A ; mentre B viene posto in scarico.

Tolto il segnale di pilotaggio Z la molla riporta la valvola nelle condizioni di riposo.

fig.3.29



Nella valvola bistabile vi sono due segnali di pilotaggio: Z , Y

Il segnale Y pone stabilmente in comunicazione:

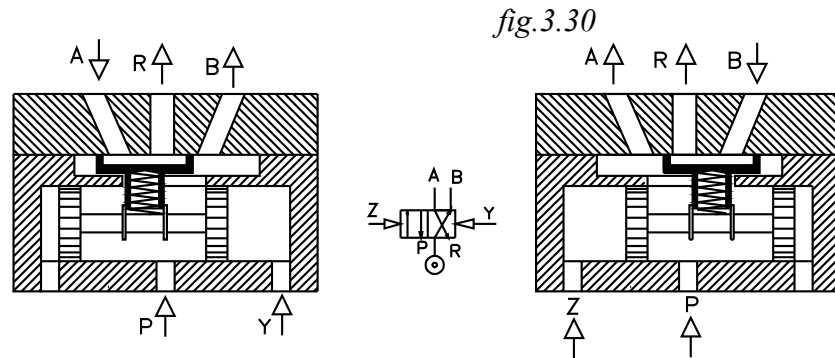
$$P \rightarrow B \quad A \rightarrow R$$

Il segnale Z inverte il passaggio dell'aria e pone stabilmente in comunicazione: $P \rightarrow A \quad B \rightarrow R$.

3.3.4.1 Valvola 4/2 bistabile con comando pneumatico.

Nella fig. è rappresentata una valvola 4/2 bistabile con comando pneumatico. È una valvola a cassetto con pattino scorrevole.

Un pistoncino centrale viene comandato dall'aria compressa a spostarsi verso destra o sinistra, trascinando nel suo movimento il piattino scorrevole.



L'impulso di aria Y sposta il pistone a sinistra, ponendo in comunicazione l'alimentazione P con l'utilizzatore B ($P \rightarrow B$); mentre il piattino pone l'utilizzatore A in scarico ($A \rightarrow R$).

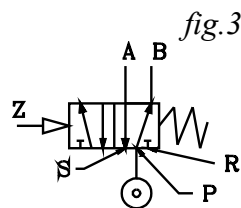
Con l'impulso di pilotaggio Z l'alimentazione P è in comunicazione con A e B risulta in scarico: $P \rightarrow A$ $B \rightarrow R$.

La valvola è bistabile: dopo uno degli impulsi di pilotaggio, la valvola rimane stabilmente nella stessa posizione, fino a che non si invia l'altro impulso che la commuta.

3.3.5 Valvola 5/2

La valvola ha due utilizzazioni A e B , un orificio di alimentazione P e due scarichi R e S .

Valvola monostabile

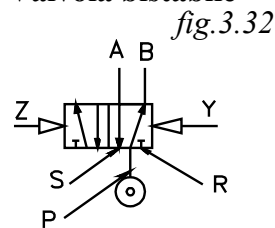


Nelle condizioni di riposo (*posizione stabile*), P è in comunicazione con B , mentre A è in scarico: $A \rightarrow R$.

Il segnale di pilotaggio Z commuta la valvola e pone B in scarico ($B \rightarrow S$), mentre viene alimentata A ($P \rightarrow A$).

All'interruzione del segnale Z , la valvola commuta posizione e torna nella condizione stabile di riposo.

Valvola bistabile



La valvola è comandata da due segnali di pilotaggio Z , Y .

Il segnale Y pone in comunicazione $P \rightarrow B$ $A \rightarrow R$.

Tale posizione è stabile fino a che non viene inviato il segnale opposto Z che commuta la valvola e pone in comunicazione: $P \rightarrow A$ $B \rightarrow S$.

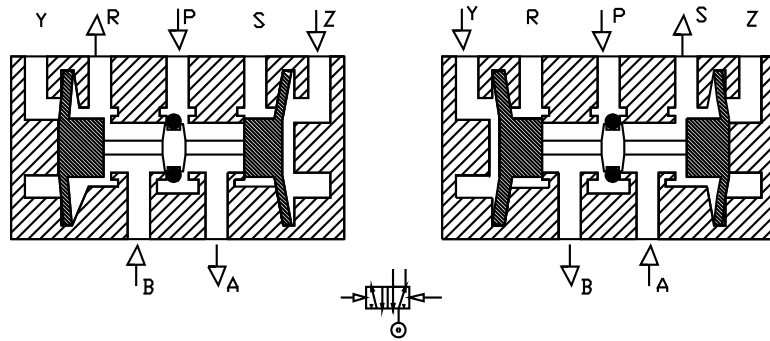
Occorre notare che nelle valvole bistabili quando è presente un segnale di pilotaggio deve essere assente l'altro.

Così per settare Z occorre che prima sia resettato Y e viceversa

3.3.5.1 Valvola 5/2 con piattelli e membrane

Il pistone, comandato dall'aria compressa, si sposta a sinistra con il segnale pneumatico Y , si sposta a destra con il segnale Z .

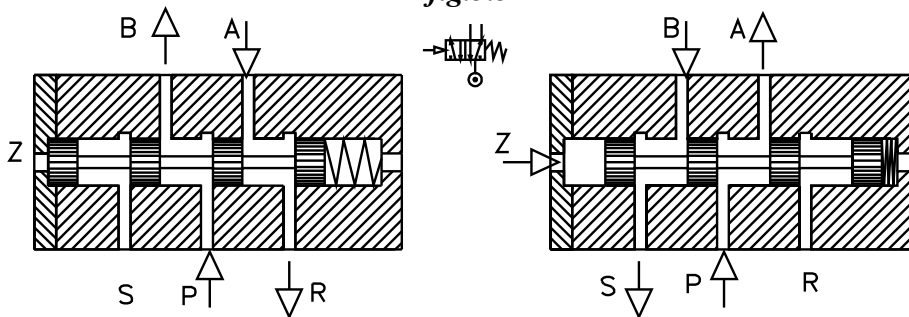
fig.3.33



In ciascuna delle due estremità del cursore è montata una membrana solidale ad un piattello otturatore. Il segnale pneumatico Y (figura a destra) pone in comunicazione: $P \rightarrow B$ $A \rightarrow S$ cosicché viene alimentato B , mentre A è in scarico. Tale posizione permane finché, cessato Y , viene inviato il segnale di pilotaggio Z (figura a sinistra). La valvola commuta la posizione e pone B in scarico $B \rightarrow R$, mentre viene alimentato A : $P \rightarrow A$

3.3.5.2 Valvole 5/2 monostabile a cassetto

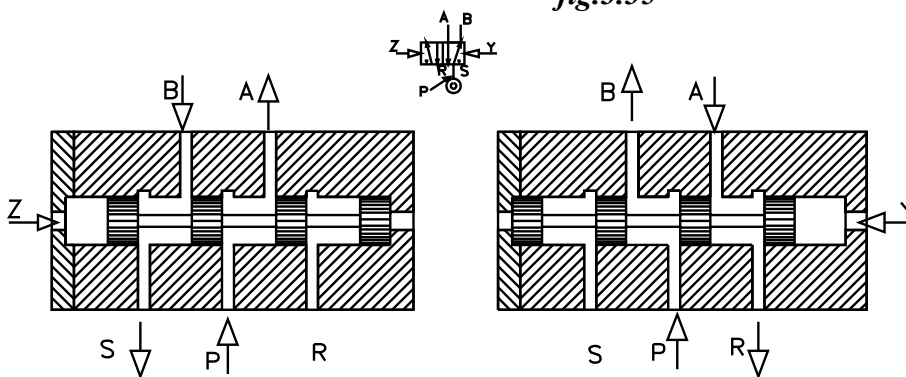
fig.3.34



La valvola riportata schematicamente in fig. è di tipo a cassetto scorrevole. La molla nella posizione di riposo sposta il cassetto a sinistra, ponendo A in comunicazione con lo scarico R ($A \rightarrow R$), mentre l'alimentazione P invia l'aria in B : $P \rightarrow B$. Inviando il segnale pneumatico Z il cassetto si sposta a destra ponendo in comunicazione: $B \rightarrow S$ $P \rightarrow A$

3.3.5.3 Valvola 5/2 bistabile a cassetto

fig.3.35



La valvola sostanzialmente, dal punto di vista strutturale, è uguale alla precedente. Differisce per il fatto che la molla è sostituita dal comando pneumatico. Inviando l'impulso Z , il cassetto si sposta a destra ponendo in comunicazione: $P \rightarrow A$ $B \rightarrow S$

Tale posizione rimane stabile fino a che, tolto il segnale Z , viene inviato il segnale di pilotaggio Y che sposta il cassetto a sinistra ponendo in comunicazione: $A \rightarrow R$ $P \rightarrow B$

3.3.6 ELETTRIVALVOLE

Nella elettropneumatica vengono elaborati segnali elettrici, i quali costituiscono i *segnali di pilotaggio*, che vanno a comandare la commutazione del flusso d'aria in valvole denominate *Elettrovalvole o valvole a solenoide*.

L'elettrovalvola è munita di un solenoide (*bobina*, entro il quale è posto un nucleo di ferro dolce, che, nelle condizioni di riposo, è spinto da una molla ad assumere la posizione più lontana dal centro del solenoide.

Il segnale elettrico di pilotaggio viene inviato al solenoide, il quale risucchia il nucleo di ferro, aprendo o chiudendo degli orifizi, utilizzati per la commutazione del flusso d'aria.

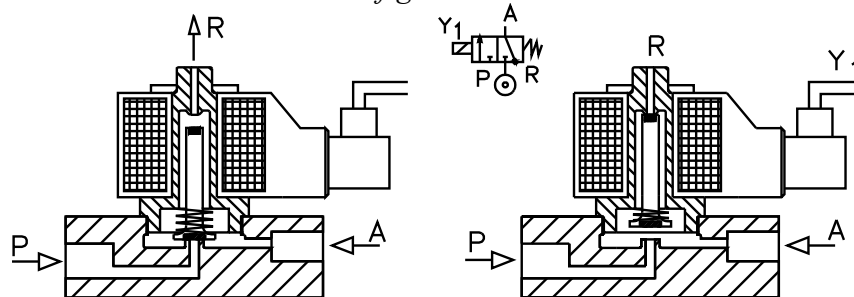
L'elettrovalvole si distinguono in elettrovalvole a comando diretto e a comando indiretto.

3.3.6.1 Elettrovalvole a comando diretto

L'elettrovalvole a comando diretto aprono e chiudono gli orifizi, attraverso il movimento diretto del nucleo di ferro dolce, comandato dalla bobina.

3.3.6.1.1 Valvola 3/2 monostabile a comando diretto

fig.3.36



Nelle condizioni di riposo, con bobina non eccitata, il nucleo di ferro è spinto dalla molla a chiudere l'orifizio di passaggio dall'alimentazione P all'utilizzatore A ; mentre A è in collegamento con lo scarico R : $A \rightarrow R$.

Inviato alla bobina il segnale di pilotaggio Y_1 , il nucleo viene attirato dal solenoide eccitato e si sposta fino a chiudere l'orifizio R ; mentre apre il passaggio dell'aria da P verso A
 $P \rightarrow A$

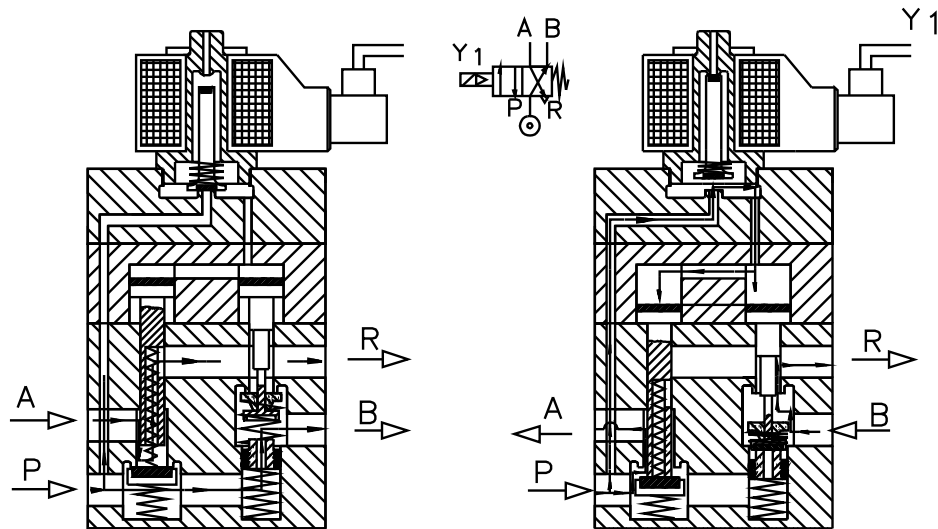
3.3.6.2 Elettrovalvole a comando indiretto o "servopilotate"

In tali valvole l'apertura (o chiusura) dell'orifizio di commutazione del flusso dell'aria non è comandata, direttamente, dal nucleo di ferro, risucchiato dal campo magnetico della bobina. Il movimento del nucleo determina l'apertura o chiusura di un orifizio per il quale *passa l'aria che andrà ad agire su dei pistoncini di comando per la commutazione della valvola*.

Si delega così all'aria il compito di agire sugli organi di commutazione, i quali, per valvole di una certa potenza, richiedono uno sforzo superiore a quello che può fornire il campo magnetico sul nucleo di ferro.

3.3.6.2.1 Elettrovalvola 4/2 monostabile con servopilota

fig.3.37



In condizioni di riposo il nucleo di ferro viene spinto da una molla ad otturare l'orifizio che pone in comunicazione l'aria, proveniente da P , con la camera superiore comunicante con i pistoncini di comando. Questi, nelle condizioni di riposo, sono spinti dalle molle verso l'alto.

La molla, posta nella camera inferiore, in basso, a sinistra, spinge una pasticca verso l'alto ad otturare il passaggio dell'aria da P verso A ; mentre la molla, posta nella camera inferiore, in basso a destra, spinge un otturatore ad interdire il passaggio dell'aria da B verso R .

L'aria, che entra dal condotto P viene inviata all'utilizzatore B :

$$P \rightarrow B$$

mentre l'utilizzazione A è in comunicazione con lo scarico R :

$$A \rightarrow R$$

passando attraverso, prima il foro assiale e poi quello laterale dello stelo del pistone di sinistra.

Inviato il segnale di pilotaggio Y_1 sulla bobina, il nucleo di ferro viene attirato e, vincendo la spinta della molla s'innalza, ottura l'orifizio superiore ed apre quello inferiore, che pone in comunicazione l'aria con le camere superiori dei due cilindri centrali, ove si impegnano i pistoncini di comando.

In tal modo l'aria, sotto pressione, spinge in basso i due pistoncini.

Lo stelo forato del pistoncino di sinistra, scendendo, va contro l'otturatore che chiude il passaggio interno dell'aria ($A \rightarrow R$) e, contemporaneamente apre l'orifizio di comunicazione di P con A .

$$P \rightarrow A$$

Lo stelo del pistoncino di destra, scendendo, va ad otturare il passaggio dell'aria da P verso B , mentre apre il passaggio da B verso R .

$$B \rightarrow R$$

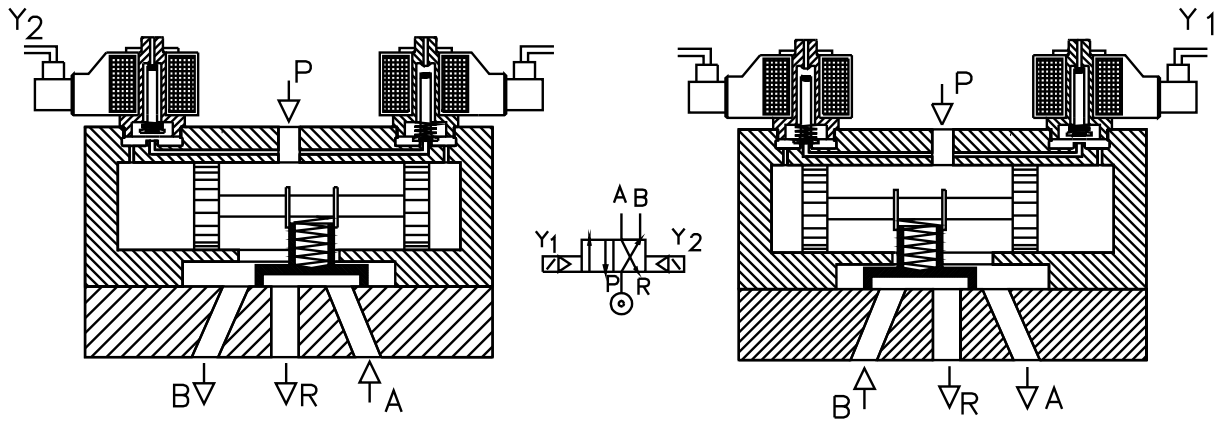
Tolto il segnale di pilotaggio, la molla riporta il nucleo in basso e si ripristinano le condizioni di riposo iniziali.

3.3.6.2.2 Elettrovalvola 4/2 bistabile con piattello scorrevole

In questa valvola vi sono due bobine, ognuna delle quali comanda un nucleo, che invia l'aria di pilotaggio nelle camere opposte di un cilindro, ove scorrono due pistoncini centrali collegati ad un piattello scorrevole.

Un impulso di corrente, inviato in una bobina, determina la commutazione della valvola e questo stato permane fintantoché non viene eccitata l'altra bobina.

fig.3.38



Così, nella fig. in alto, è rappresentata la posizione assunta dalla valvola, dopo un impulso di corrente inviato alla bobina Y_2 . L'aria da P è passata nella camera sinistra del cilindro, spostando a destra i pistoni; allora il piattello pone in comunicazione:

$$A \rightarrow R \quad P \rightarrow B$$

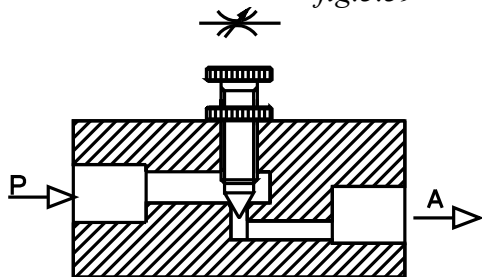
Diseccitata la bobina Y_2 , invio un impulso alla bobina Y_1 , l'aria da P passa nella parte destra del cilindro, sposta i pistoni a sinistra e il piattello pone in comunicazione:

$$P \rightarrow A \quad B \rightarrow R$$

3.4 VALVOLE DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA

Strozzatore di flusso bidirezionale

fig.3.39



regolazione avviene nei due sensi: $A \rightarrow P$ $P \rightarrow A$.

La regolazione del flusso d'aria è ottenuta mediante il passaggio del fluido attraverso una luce di sezione variabile.

Uno stelo a spillo è comandato da una vite che, nella rotazione, avvicina o allontana l'otturatore dalla sede conica, variando così la luce di passaggio dell'aria dalla camera d'ingresso a quella di uscita.

La regolazione è bidirezionale, in quanto si può indifferentemente scambiare l'ingresso con l'uscita: la

3.5 VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

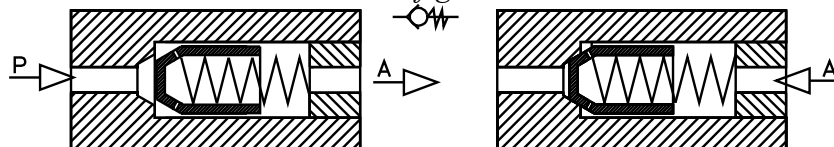
Sono costituite da uno o più fori di alimentazione e uno solo di utilizzazione.

Tali valvole vengono inserite nel circuito pneumatico per intercettare l'aria in una certa direzione, aprirla in un'altra, o defletterla in percorsi obbligati, in modo da ottenere tipi particolari di comando o di sequenze di comando.

3.5.1 Valvola di non ritorno

Permette il flusso dell'aria in una solo senso, impedisce, invece il flusso nel senso opposto.

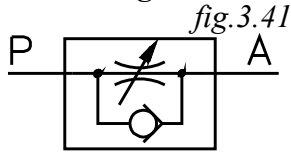
fig.3.40



L'aria entrando nell'orifizio di alimentazione P spinge l'otturatore, vince l'azione della molla e apre il passaggio $P \rightarrow A$.

Se, invece, l'aria entra dall'orifizio A , l'otturatore viene spinto contro la sede e impedisce il passaggio inverso $A \rightarrow P$.

3.5.2 Regolatore di flusso unidirezionale



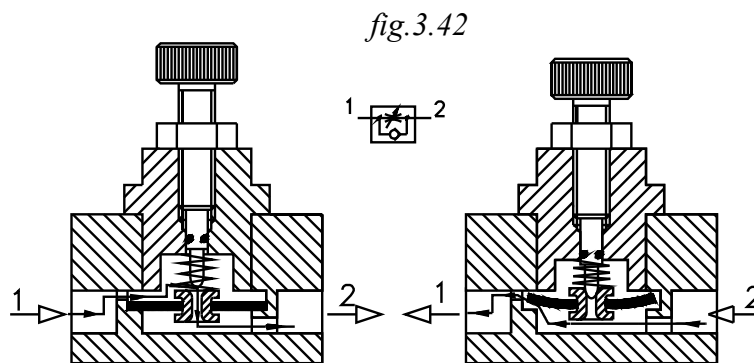
Si ottiene la regolazione del flusso in un solo senso $P \rightarrow A$.
Inviando l'aria da P ad A , il fluido è costretto a passare nella strozzatura: nel ramo parallelo, il dispositivo del non ritorno ne impedisce il passaggio.

L'aria, nel senso inverso $A \rightarrow P$ trova via libera nel ramo parallelo alla strozzatura.

Nella figura seguente è riportato schematicamente il regolatore di flusso.

L'aria inviata nell'ingresso 1 è costretta a passare attraverso la strozzatura centrale, la cui sezione è regolata dalla posizione dello spillo. La membrana viene spinta dall'aria ad otturare il passaggio di sezione più grande.

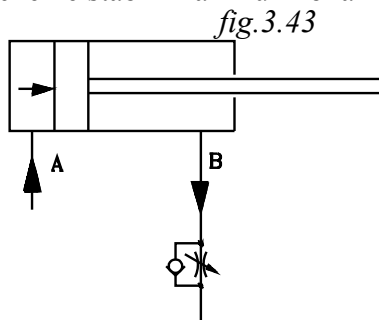
Se, invece, si invia l'aria nell'ingresso 2 la membrana viene spinta in alto, e lascia libero il passaggio del fluido nella sezione più grande, indipendentemente dalla posizione dello spillo.



La valvola di regolazione di flusso unidirezionale viene utilizzata per regolare la velocità dei cilindri.

La regolazione del flusso conviene effettuarla nello scarico del cilindro.

Infatti, strozzando l'uscita dell'aria nello scarico, il pistone è posto tra due camere in pressione che ne stabilizza il funzionamento.



Se, al contrario, si strozzasse il flusso dell'aria nella mandata e si lasciasse libero lo scarico, allora, la pressione in questo sarebbe quella atmosferica, mentre nella camera di ingresso vi è quella di esercizio. Questo squilibrio di pressione provoca un funzionamento irregolare, con vibrazioni e tendenza ad un impuntamento del pistone.

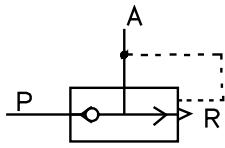
Nella *fig.3.43* l'aria entra in A e B è in scarico. Il fluido, scaricato dalla camera B è costretto a passare nella strozzatura regolabile che rallenta l'uscita e quindi la velocità del pistone.

La pressione nella camera di scarico è superiore a quella atmosferica.

Invece, il fluido entrando in B ha libero accesso nel ramo parallelo alla strozzatura nella quale viene sollevato l'otturatore.

3.5.3 Valvola di scarico rapido

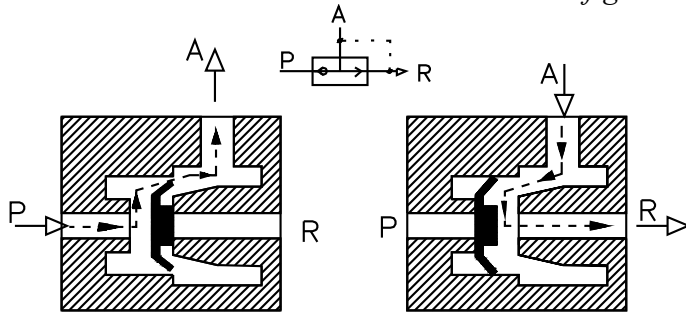
fig.3.44



Viene utilizzata per aumentare la velocità dei cilindri, scaricando l'aria direttamente nell'atmosfera e non attraverso condutture che ne rallenterebbero la velocità.

L'aria compressa proveniente da P spinge l'otturatore e lo porta ad ostruire l'orifizio di comunicazione con lo scarico R ; mentre il fluido ha il passaggio libero verso l'utilizzatore A .

fig.3.45



L'aria passa da P ad A piegando i bordi flessibili dell'otturatore.

Quando P è posto in scarico ed A è sotto pressione, l'aria spinge l'otturatore ad ostruire il passaggio $A \rightarrow P$ ed apre quello $A \rightarrow R$. L'aria così, sotto pressione, da A è scaricata direttamente all'esterno.

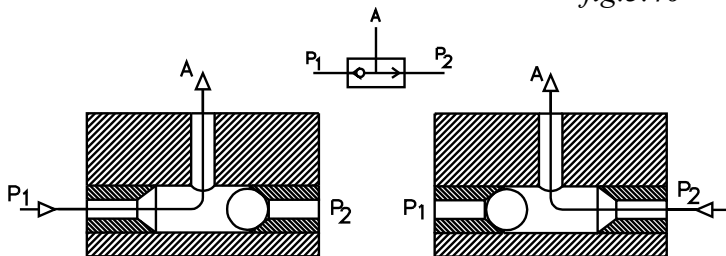
3.5.4 VALVOLA OR

La valvola è munita di una doppia entrata e una sola uscita.

Realizza l'operazione logica OR

Si ha in uscita il flusso d'aria quando si ha l'alimentazione: O nell'ingresso $P1$, Oppure in $P2$ Oppure in entrambi gli ingressi ($1+0=1$ $0+1=1$ $1+1=1$).

fig.3.46



Infatti, inviando l'aria nell'ingresso $P1$, la sfera viene spinta verso destra, ottura il passaggio del fluido $P2 \rightarrow A$, ma lascia libero il passaggio $P1 \rightarrow A$.

L'inverso avviene inviando l'aria nell'ingresso $P2$: si ottura il passaggio $P1 \rightarrow A$, mentre è libero il passaggio $P2 \rightarrow A$.

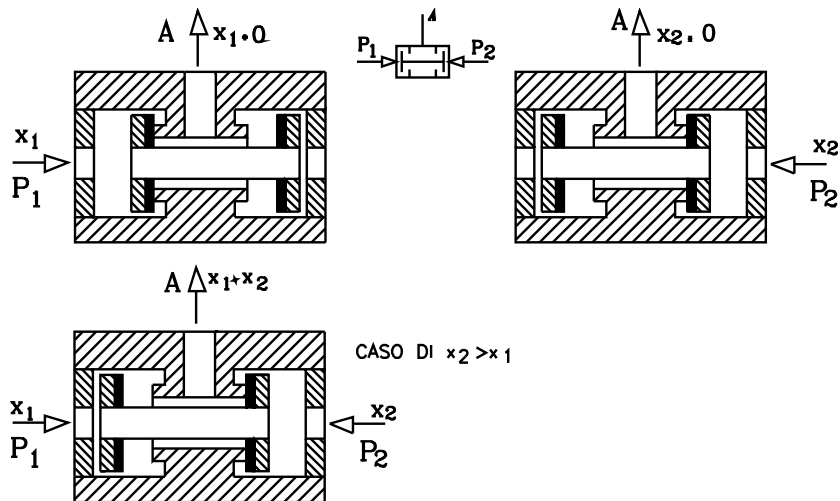
Inviando l'aria in entrambi gli ingressi la sfera si sposta nel senso del flusso avente pressione maggiore (le pressioni non sono mai perfettamente uguali), lasciando quindi libero il passaggio da un ingresso verso A .

In uscita non si ha il flusso dell'aria solamente se entrambi gli ingressi non sono alimentati ($0+0=0$).

3.5.5 VALVOLA AND

E munita di due ingressi e di una sola uscita.

fig.3.47



Realizza l'operazione logica *AND*.

Si ha in uscita il flusso d'aria ($A=1$) solamente se sono attivati, contemporaneamente, i due ingressi $P1 P2 : 1 \cdot 1 = 1$

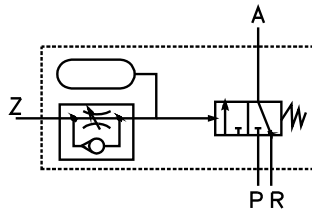
Infatti, se l'aria si invia solamente in $P1$, allora l'otturatore si sposta a destra ed ostruisce il passaggio del fluido da $P1$ all'uscita A , lasciando libero invece il percorso dall'ingresso $P2$ non alimentato verso A : $P2 \rightarrow A$. Non si ha aria in uscita: $1 \cdot 0 = 0$.

Se si invia l'aria solamente nell'ingresso $P2$, allora l'otturatore si sposta verso sinistra e ostruisce il passaggio del fluido da $P2$ ad A ; mentre rimane libero il percorso $P1 \rightarrow A$, non alimentato. Non si ha aria in uscita: $0 \cdot 1 = 0$.

Inviando aria in entrambi gli ingressi, l'otturatore si sposta nella direzione imposta dal segnale avente pressione maggiore (*la pressione nei due ingressi non sarà mai perfettamente uguale*), in tal caso rimane sempre una via libera al passaggio dell'aria da un ingresso all'uscita.

3.6.1 TEMPORIZZATORE (normalmente chiuso)

fig.3.48



È costituito dall'accoppiamento di un regolatore di flusso unidirezionale, un polmone e una valvola 3/2 NC monostabile.

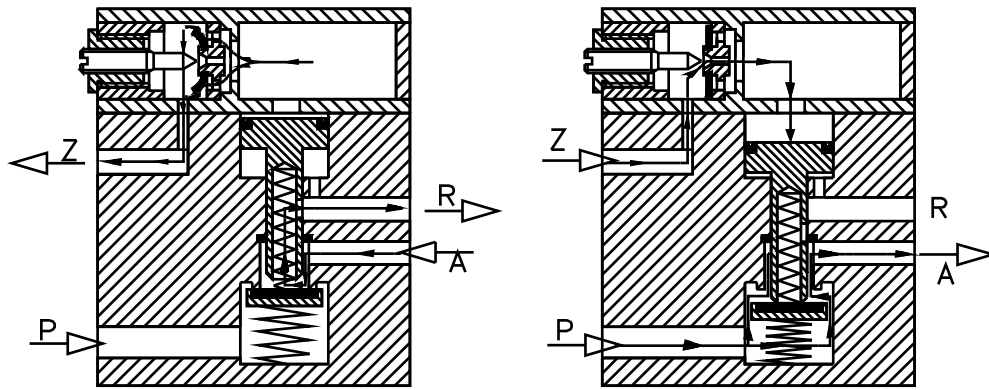
Inizialmente, a riposo, in assenza del segnale Z , l'utilizzatore A è in comunicazione con lo scarico R . Il pistone è innalzato e l'aria da A , attraverso il foro assiale dello stelo e la feritoia laterale dello stesso, può scaricarsi in R : fig.3.49.

Quando nel condotto di pilotaggio Z viene inviata l'aria, questa passa attraverso la strozzatura del regolatore di flusso e fluisce nel serbatoio.

Con il fluire dell'aria la pressione nel serbatoio aumenta, fino a che non raggiunge il valore capace di commutare la valvola 3/2 NC e permettere così il passaggio del fluido da P ad A .

In pratica l'aria entro il serbatoio è in comunicazione con il cielo del pistone, spinto in alto dalla molla. Quando la spinta della pressione dell'aria supera la reazione della molla, allora il pistone si abbassa, sposta il piattello in basso e pone in comunicazione $P \rightarrow A$.

fig.3.49

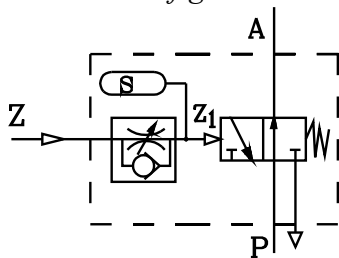


Quando si toglie l'aria dal pilotaggio, quella contenuta nel serbatoio flette la membrana che ottura il passaggio a grande sezione verso Z e si scarica all'esterno.

3.6.2 TEMPORIZZATORE normalmente aperto

È costituito dall'accoppiamento di un regolatore di flusso unidirezionale, un polmone e una valvola 3/2 NA monostabile.

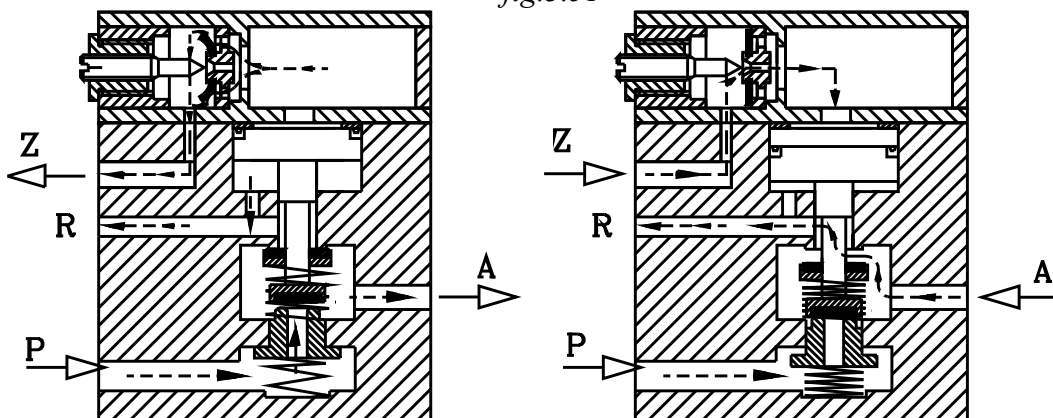
fig.3.50



In figura fig.3.50 è riportato lo schema grafico del temporizzatore normalmente aperto. In esso viene rappresentato il principio di funzionamento. L'aria passa attraverso la strozzatura del regolatore di flusso, va a riempire il serbatoio e, contemporaneamente, si porta al pilotaggio della valvola 3/2 NA monostabile.

Fintantoché non si riempie il serbatoio, la pressione dell'aria sul pilotaggio della valvola 3/2 NA non è sufficiente per commutarla. In queste condizioni l'aria dall'alimentazione P passa all'uscita A. Dopo un tempo Δt , necessario per riempire il serbatoio e dipendente dalla regolazione della strozzatura, la pressione sul pilotaggio è sufficiente a commutare la valvola 3/2 NA; questa, commutata, interdice l'aria verso l'orifizio di utilizzazione A.

fig.3.51



In questo temporizzatore, solamente nel tempo Δt , intercorso tra l'istante di applicazione dell'aria al pilotaggio Z del temporizzatore e il riempimento del serbatoio, si ha il passaggio dell'aria dall'ingresso P all'orifizio di utilizzazione A.

Nella figura fig.3.51 è schematicamente rappresentato un temporizzatore normalmente aperto.

Inizialmente, a riposo, in assenza del segnale Z , l'utilizzatore A è in comunicazione con il condotto di alimentazione P . Infatti, in assenza di pressione nel serbatoio S , le due molle innalzano il pistone e l'aria da P , attraverso il foro assiale della bussola forata, passa all'orifizio di utilizzazione A .

Quando l'aria viene inviata al condotto di pilotaggio Z , essa passa attraverso la strozzatura del regolatore di flusso e fluisce nel serbatoio S .

Con il fluire dell'aria, la pressione nel serbatoio S aumenta, fino a raggiungere il valore capace di commutare la valvola $3/2 NA$: la pressione esercitata sul pistone lo spinge in basso, vincendo le tensioni delle molle. La pasticca, fissata all'estremità del pistone, si appoggia sulla bussola forata, ostruendo il passaggio dell'aria da P verso A ; mentre viene aperto il passaggio $A \rightarrow R$, che pone in comunicazione l'orifizio di utilizzazione con lo scarico R .

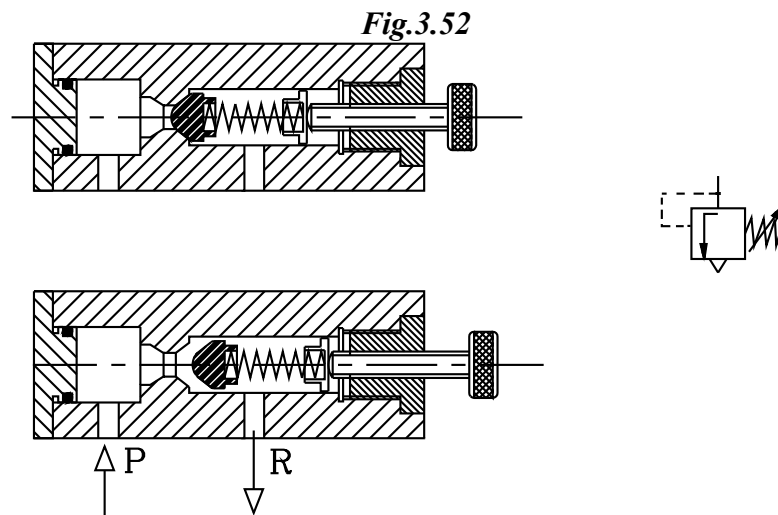
3.7 Valvola limitatrice di pressione

Questa valvola ha il compito di limitare la pressione in una condotta: al raggiungimento di una pressione massima p_{max} , regolabile, l'aria viene scaricata all'esterno, garantendo che la pressione non superi il valore regolato. Funziona come valvola di sicurezza.

In figura è riportato il disegno schematico di funzionamento

L'aria, dalla condotta, viene posta in comunicazione con l'orifizio di alimentazione P della valvola, che l'immette nella camera in comunicazione con lo scarico R , attraverso un passaggio che può essere otturato da un otturatore conico. Questo, di forma conica, posto nella camera di scarico, viene spinto da una molla sulla sede ad ostruire la comunicazione con la camera di alimentazione.

Ruotando il pomello posto all'estremità di una vite, questa, nel suo spostamento lungo l'asse, determina lo schiacciamento o la distensione della molla e, quindi, la regolazione della sua tensione.



La tensione della molla determina la pressione massima p_{max} , oltre la quale si ha lo scarico dell'aria all'esterno.

Quando la pressione dell'aria in P è inferiore alla massima p_{max} , la forza della molla sull'otturatore supera quella, in senso inverso, esercitata dalla pressione dell'aria, e l'otturatore, spinto nella sua sede interdice il passaggio del fluido verso lo scarico R .

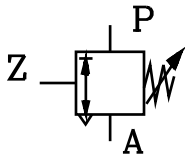
Se la pressione dell'aria in P tende a superare p_{max} , la forza di apertura supera la tensione della molla e l'otturatore viene allontanato dalla sua sede, aprendo il passaggio verso lo scarico.

In tal modo la pressione nella tubazione in comunicazione con P non supera p_{max} , regolato dalla tensione della molla.

Valvola di sequenza

fig.3.53

Simbolo

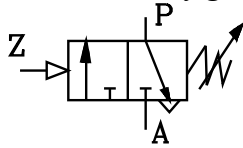


La valvola di sequenza serve per trasmettere un segnale pneumatico al raggiungimento di una pressione prestabilita.

Con la valvola di sequenza, il segnale di comando di una fase di un ciclo di lavoro, si ottiene al raggiungimento della prefissata pressione p . Viene, così, utilizzata, per esempio, per assicurare il bloccaggio di un

pezzo con una determinata forza.

fig.3.55



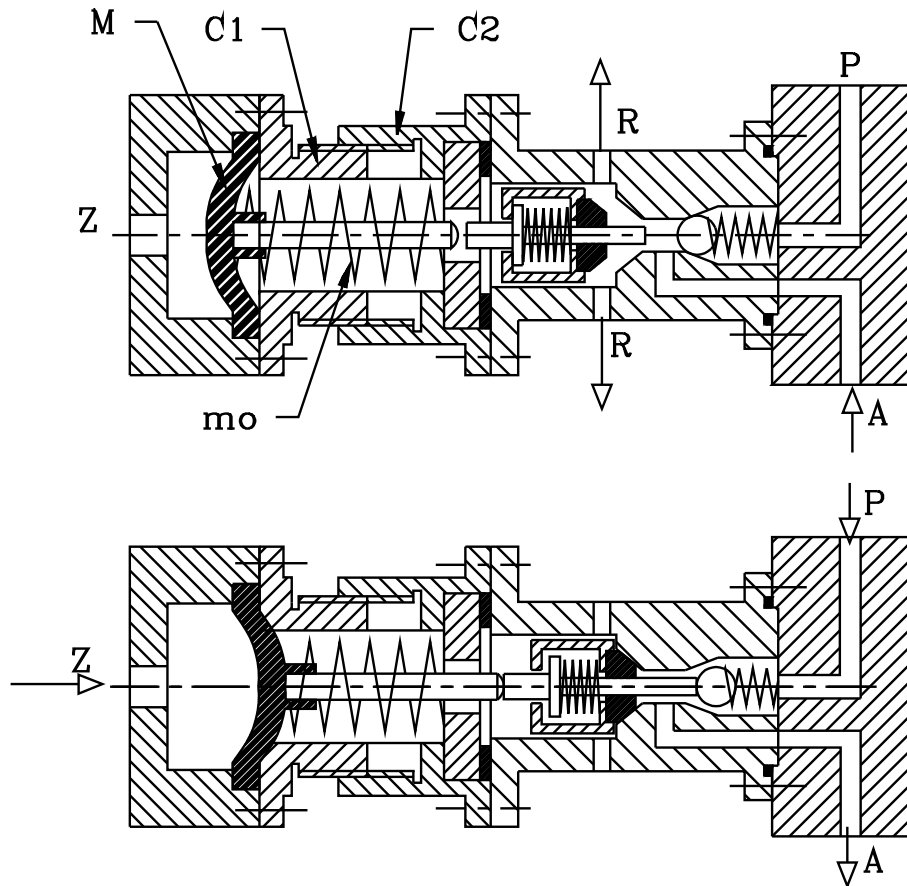
Si presenta come se fosse una valvola 3/2 NC monostabile la cui molla di ritorno abbia una tensione regolabile. Il simbolo rappresentato in figura non è unificato, ma dà una idea del funzionamento della valvola di sequenza.

Nella figura *fig.* è riportato il disegno schematico delle valvola che descrive il principio di funzionamento.

In assenza del segnale di pilotaggio nell'orifizio Z , la membrana M , spinta dalla molla m_o , è deformata in modo che il pistoncino, ad essa collegato, non preme sull'asta posta di fronte alla sfera. Questa è spinta da una molla verso la sede conica, ostruendo il passaggio dell'aria dall'alimentazione P all'orifizio di utilizzazione A . Questo è, invece, in comunicazione con lo scarico R .

La tensione della molla m_o è regolata avvitando o svitando il corpo C_1 rispetto a C_2 .

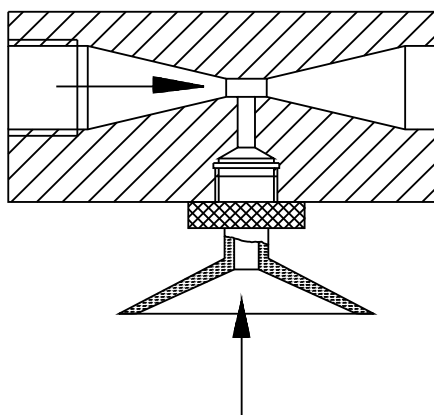
fig.3.54



Inviando il segnale pneumatico di pilotaggio all'orifizio Z , raggiunta la pressione p prefissata, la membrana M si deforma e, vincendo la tensione della molla mo , conduce il pistoncino a premere sull'asta posta di fronte alla sfera. Detta asta si sposta, e porta l'otturatore ad essa collegata, ad ostruire il passaggio dell'aria dall'orifizio di alimentazione A allo scarico R , mentre la sua estremità spinge la sfera ad allontanarsi dalla sede conica sulla quale poggiava. Nell'allontanamento si apre il passaggio del fluido dall'orifizio di alimentazione P a quello di utilizzazione A .

Valvola per la creazione di depressione

fig. 3.56



Questa valvola presenta un attacco per la ventosa, sulla quale, per effetto della depressione, possono essere risucchiati e attaccati pezzi per il loro trasporto.

Sulla superficie del pezzo da trasportare viene appoggiata la ventosa e, creando nell'interno di essa una depressione, la pressione atmosferica esterna spinge verso la ventosa il pezzo da trasportare con una forza superiore al suo peso.

La depressione si ottiene nell'interno della valvola attraverso un tubo di venturi. Questo, come noto, è costituito da un condotto del fluido che, nel senso del moto, diminuisce di sezione fino ad una dimensione minima per poi aumentare di nuovo dove scarica l'aria all'esterno.

Nel restringimento della sezione si ha un aumento della velocità con un massimo nella sezione minima. Per il teorema di Bernulli, si ha una trasformazione di energia di pressione in energia cinetica; per cui, all'aumento della velocità corrisponde una diminuzione di pressione.

Se l'aria che entra è alla pressione atmosferica, ad essa risulta inferiore quella che si ottiene nella sezione minima, ottenendo, così, in questa una depressione.

In corrispondenza della sezione minima del tubo di venturi, ove si ha depressione, si ricava l'orifizio che viene posto in comunicazione con l'interno della ventosa.

4 INTRODUZIONE ALLO STUDIO DEI COMANDI PNEUMATICI

4.1 Generalità

Prima di affrontare lo studio dei comandi pneumatici conviene introdurre delle nozioni fondamentali sui concetti di *processo*, del suo controllo o regolazione e sui *sistemi di comando*. L'argomento verrà ripreso in seguito e svolto con approfondimenti teorici e matematici.

Una qualsiasi attività economica, industriale, artigianale... mira a fornire un prodotto materiale o immateriale, avente determinate specifiche richieste dal mercato.

Un determinato prodotto si ottiene con un particolare processo produttivo.

4.1.1 Processo

In generale si può definire "*processo*" il modo di procedere (*procedura*) per giungere ad un *determinato scopo*.

4.1.1.1 Processo industriale

È una procedura nella quale vengono impiegati mezzi atti a trasformare o trasportare: materiali, energia, informazioni, allo scopo di ottenere un determinato prodotto, rispondente a delle specifiche.

I processi industriali si possono suddividere in:

- Continui
- Semicontinui (*batch*)
- Discontinui

4.1.1.1.1 Processi continui

Il prodotto finito si ottiene con un procedimento industriale funzionante con continuità.

Sono dei processi primari per la produzione delle materie prime.

Si possono citare come esempi: i prodotti petroliferi, la produzione di energia elettrica, della ghisa ecc.

4.1.1.1.2 Processi semicontinui (*batch*)

Appartengono a questa categoria quei processi composti da un insieme di altri continui, costituenti le singole fasi che si succedono in serie, uno dietro l'altra.

Un esempio classico è la produzione dell'acciaio, costituito dalle due fasi, in ordine: produzione della ghisa e successiva affinazione nei convertitori.

4.1.1.1.3 Processi discontinui o discreti

Sono costituiti da una successione di operazioni, costituenti le fasi di un ciclo di lavorazione su singoli pezzi.

Questi processi di fabbricazione sono caratteristici dell'industria manifatturiera in cui la lavorazione viene effettuata con macchine utensili. In questi il processo si identifica con le fasi del ciclo di lavorazione: eseguite al tornio, alla fresatrice ecc.

In un *processo* si pone in atto una procedura, avente lo scopo di soddisfare alle specifiche del prodotto da effettuare.

Perché ciò avvenga, occorre controllare che i mezzi adoperati, le operazioni, le fasi del ciclo di lavorazione siano scelti e si volgano in modo da raggiungere l'obiettivo prefissato.

Occorre un continuo controllo del processo.

4.1.2 Controllo di processo

Si definisce "*controllo di processo*" la connessione, il coordinamento dei mezzi e delle operazioni per lo svolgimento del *processo* secondo le previsioni, seguito sempre dalla continua *verifica* che esso raggiunga l'obiettivo prefissato dalle specifiche del prodotto.

Il controllo di un processo può essere effettuato dall'uomo (*manuale*) o automatizzato (*automatico*).

Nel controllo manuale è direttamente l'operatore che, durante e dopo la lavorazione, effettua manualmente le operazioni di controllo: impostazione delle profondità di passata, misurazione del pezzo ecc.

Nell'industria si tende sempre più, nelle lavorazioni, a sostituire l'intervento dell'uomo con macchinari capaci di effettuare, secondo programmi, operazioni che venivano effettuate manualmente.

A tale scopo si è introdotta una nuova disciplina che va sotto il nome di "*Automazione*".

4.1.3 Automazione

È una disciplina che si prefigge di sostituire l'intervento dell'uomo sia nelle lavorazioni che nei controlli con automi, con meccanismi, capaci di effettuare le stesse operazioni, con maggiore rapidità, continuità e precisione nelle misurazioni.

Si tende ad ottenere sistemi capaci di autoregolarsi, di eseguire automaticamente una serie di operazioni logiche e di correggere eventuali errori che possono verificarsi nel corso del funzionamento.

L'automazione si spinge fino ad ottenere sistemi che hanno la capacità di scegliere il programma più opportuno tra quelli memorizzati: capaci così di risolvere una situazione nuova che si presenta nel ciclo di lavoro.

4.1.4 Livelli di automazione

L'argomento verrà ripreso e ampliato in seguito. Si dà qui solamente un cenno.

Il processo produttivo per la produzione di un prodotto si compone di operazioni e trasformazioni che si svolgono in diversi settori: produttivo, amministrativo, gestionale... . Questi, a loro volta, possono suddividersi in sottoinsiemi.

L'automazione di un processo può avvenire per gradi: dalla semplice macchina utensile, all'isola di lavoro, ..., fino alla fabbrica completamente automatizzata (*C.I.M.*).

Si possono distinguere più livelli di automazione in ordine gerarchico, in modo che si ottenga un "*sistema integrato*": intendendo con ciò, che un livello di automazione inferiore si possa integrare in quello successivo, di livello superiore.

Il sistema di automazione deve essere *modulare*: occorre cioè che un settore, precedentemente automatizzato, possa essere adoperato e integrarsi in una successiva automatizzazione di livello superiore.

4.1.5 Controllo e regolazione

Si consideri per semplicità un livello base di automazione di un processo avente come obiettivo l'intervento su uno o più parametri fisici come ad esempio la velocità o la posizione di una tavola di una macchina utensile, la movimentazione secondo un ciclo prefissato di cilindri pneumatici, oppure sulla temperatura di un forno, ecc.

Il tipo di intervento automatico su un parametro fisico può essere di due tipi diversi: o esso deve variare nel tempo con una certa funzione prefissata, oppure deve rimanere costante al variare del tempo.

Si definisce "*controllo*" l'azione che il sistema automatico effettua su un parametro fisico per farlo variare nel tempo secondo una legge prefissata.

Si definisce "*regolazione*" l'azione che il sistema automatico effettua su un parametro fisico per farlo rimanere costante nel tempo.

Nel controllo o regolazione di parametri fisici si possono distinguere vari elementi.

Obiettivo In generale l'obiettivo da raggiungere è determinato dalle *specifiche del prodotto*. Il prodotto va inteso in senso lato, come ciò che si vuole ottenere. Nel caso particolare in esame, esso coincide con il valore della grandezza fisica controllata o regolata: posizione o velocità di una tavola, movimentazione di cilindri pneumatici, ecc.

Comando All'obiettivo da raggiungere vi deve corrispondere un opportuno *segnale di comando*. Questo deve essere elaborato e immesso nella forma più idonea alla successiva manipolazione, occorrente per comandare gli attuatori che effettuano il comando: atti cioè al raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

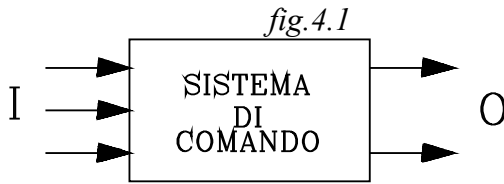
Elaborazione Il segnale di comando, trasformato nella forma idonea alla manipolazione (elettrica, pneumatica, oleodinamica), viene introdotto all'ingresso del *blocco di elaborazione*. Da questo, secondo un programma, determinato da un circuito cablato o da un microprocessore, vengono prodotti, in uscita, i segnali inviati agli attuatori, aventi il compito di effettuare le operazioni previste per il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Uscite Dagli attuatori si deve ottenere in uscita la grandezza fisica controllata o regolata secondo le specifiche poste nell'obiettivo.

4.1.5.1 Catena aperta

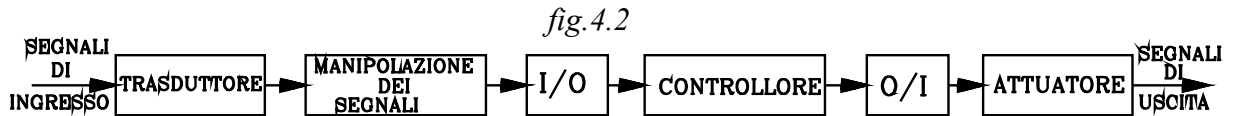
Un sistema di controllo o regolazione, così come sopra è stato descritto, costituisce una catena aperta. Questa può essere rappresentata dal solo blocco di elaborazione del comando, nel

quale si introducono i segnali di ingresso I (*Input*) e dal quale escono i segnali di uscita O (*Output*), costituenti l'attuazione dell'obiettivo prefissato.



Nel sistema di comando occorre distinguere diversi apparati, aventi ciascuno una particolare funzione, operante in modo da far assumere, in uscita, i segnali voluti, in corrispondenza a quelli di comando introdotti in ingresso.

L'argomento verrà ripreso e ampliato in seguito. Si danno ora decenni sulle parti principali di una catena.



Nello schema a blocchi di figura sono sintetizzati gli apparati principali di una catena aperta:

Segnali di ingresso Sono i segnali di comando che vengono immessi nel sistema con una determinata grandezza fisica: ad esempio la pressione su un pulsante, una temperatura, ecc.

Trasduttore La grandezza fisica di ingresso può essere di natura difficilmente manipolabile, e non omogenea con quella accettata dagli apparati adoperati per elaborazione dei segnali di uscita. Occorrono dei dispositivi, detti *trasduttori*, capaci di convertire una grandezza fisica in un'altra (*in genere di natura elettrica*).

Così, se la grandezza fisica di ingresso è una temperatura, essa può essere trasformata da un trasduttore in segnale elettrico più facilmente manipolabile.

Manipolazione I segnali di ingresso, spesso, per poter essere utilizzati, occorre che subiscano una prima manipolazione. Così, è frequente che essi siano di piccola entità e debbano subire un'amplificazione.

A/D Se il segnale di ingresso deve subire successivamente una elaborazione in un computer, in questo deve essere immesso nella forma digitale. La grandezza fisica di ingresso, invece, spesso, si presenta in forma analogica: occorre in tal caso una trasformazione del segnale da analogico in digitale.

Ovviamente tale apparato può non essere presente se non è necessaria detta trasformazione: o perché il segnale di ingresso è già in forma digitale o perché l'elaborazione viene effettuata da circuiti capaci di manipolare segnali analogici.

Controllore È il centro di elaborazione e di calcolo che produce, secondo un programma prestabilito, i segnali da inviare agli attuatori.

L'elaborazione può essere ottenuta o con circuiti cablati pneumatici, elettrici ... oppure per via software, mediante computers (PLC).

D/A Nel caso che il controllore è costituito da un computer i segnali da esso elaborati sono in forma digitale. Molti attuatori sono, invece, comandati da segnali in forma analogica. Occorre in tal caso trasformare i segnali provenienti dal controllore da digitali in analogici.

Ovviamente tale apparato non è necessario se il controllore emette segnali nella forma accettata dagli attuatori.

Attuatore È l'apparato con il quale il segnale di comando, elaborato dai gruppi precedenti, si traduce nel raggiungimento dell'obiettivo voluto. Così il comando di posizione della tavola di una macchina utensile si traduce con un motore, costituente l'attuatore, nel raggiungimento della posizione voluta

La serie di apparecchiature descritta, che manipola in successione il segnale di ingresso, costituisce una catena aperta. In questa manca il controllo che venga raggiunto l'obiettivo prefissato dal segnale di comando inviato all'ingresso.

Così, si supponga che la catena debba comandare una slitta di una macchina utensile e il segnale di comando, inviato all'ingresso, debba attuare una determinata posizione. Questa, con l'assetto descritto, non è garantita che venga realmente attuata con la dovuta precisione, né vi è alcuna informazione sulla effettiva posizione raggiunta. Basta pensare agli effetti dell'inerzia o degli attriti per comprendere come la posizione effettivamente raggiunta può essere diversa da quella imposta dal comando.

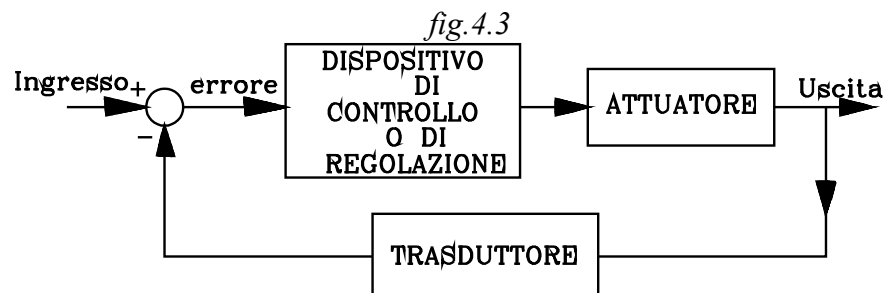
Occorre l'emissione di altri segnali indicanti l'effettiva attuazione del comando da parte degli attuatori. Detti segnali debbono essere confrontati con l'obiettivo prefissato, in modo da determinare l'eventuale errore e poter così modificare l'ingresso fino alla minimizzazione di detto errore.

4.1.5.2 Catena chiusa

L'argomento verrà più ampiamente trattato in seguito. Qui viene dato un cenno per introdurre i concetti fondamentali.

All'ingresso della catena viene posto il *segnale di riferimento* corrispondente al segnale di comando, e quindi all'obiettivo da raggiungere (*ad esempio la posizione di una slitta*). L'attuatore, per effetto del segnale di ingresso, produrrà un'*uscita*. Da questa viene ricavato, attraverso un trasduttore, un segnale della stessa natura di quello d'ingresso.

L'uscita, come si è detto, può essere diversa dall'obiettivo che ci si è proposti di ottenere; per cui, dopo averla trasformata nella stessa natura del segnale di ingresso, viene comparata con questo.



In un blocco differenziale viene effettuata la sottrazione tra il *segnale di uscita*, (*che rappresenta ciò che si è effettivamente ottenuto*), e il segnale di ingresso, (*che corrisponde all'obiettivo da raggiungere*), ottenendo l'*errore*.

È proprio l'errore ottenuto che comanda l'attuatore, il quale cambierà il suo stato fino a che detto errore non si annulla. L'attuatore, teoricamente, si pone a regime e non cambierà più il suo stato quando l'errore diviene nullo: quando cioè l'uscita raggiunge l'obiettivo prefissato.

I comandi si possono distinguere a seconda del tipo di apparecchiature adoperate per eseguire i cicli automatici o del tipo di segnale che determina il comando.

4.1.6 Comandi a logica cablata e al logica programmata

4.1.6.1 Comandi a logica cablata

Nella logica cablata i cicli di lavoro automatici vengono ottenuti con circuiti, costituiti da elementi fisici di tipo pneumatico, oleodinamico, elettrico: da componenti di varia natura, collegati tra loro con cavi, tubicini ecc., in modo che i segnali di ingresso vengano elaborati, per ottenere quelli di uscita, corrispondente all'obiettivo desiderato.

In questo caso, il programma eseguito da circuito è fisso. Dovendone effettuare una qualsiasi variazione, occorre, fisicamente, variare il circuito (*sostituire parte o tutti i componenti e i loro collegamenti*).

4.1.6.2 Comandi a logica programmata

Nella logica programmata il blocco costituente l'elaborazione dei segnali (*il circuito cablato*) è sostituito da *un computer dedicato alla soluzione di problemi di comando*.

In tal caso, l'elaborazione dei segnali di ingresso in quelli di uscita avviene via software: attraverso un programma digitato su tastiera e memorizzato sotto forma di istruzioni nella memoria del calcolatore.

In questo caso occorre solamente collegare gli elementi che forniscono i segnali di ingresso (*in forma digitale*) all'entrata del computer, mentre i segnali di uscita da questo, opportunamente trasformati, vanno inviati agli attuatori. Non occorre, invece, effettuare fisicamente il circuito che realizza il programma.

4.1.7 Comandi automatici on-off, continui e discreti (digitali)

I comandi possono distinguersi a seconda della specie di segnale adoperato, dal quale dipenderà, di conseguenza, un diverso tipo di apparecchiatura.

4.1.7.1 Comandi automatici per segnali on-off

In questo tipo di comandi il segnale adoperato può assumere solamente due valori: uno a basso l'altro ad alto livello.

In questo caso i componenti che elaborano il comando funzionano secondo la logica binaria.

Questo tipo di comando si utilizza nei circuiti pneumatici, oleodinamici, elettrici a contatti, per i quali la progettazione può essere ottenuta utilizzando le proprietà delle funzioni binarie.

4.1.7.2 Comandi per segnali continui

Il segnale di comando è di tipo analogico: varia con continuità nel tempo.

Si ottiene un controllo proporzionale di una grandezza fisica: che varia nel tempo proporzionalmente al segnale continuo di comando.

Nel caso particolare che la grandezza fisica deve rimanere costante si parla di *regolazione*.

4.1.7.3 Comandi per segnali discreti o digitali

Nei comandi con logica programmata viene adoperato un computer dedicato al sistema di comando. I segnali al suo ingresso debbono essere in forma digitale.

In questo caso, quindi, il segnale di comando è discontinuo: può assumere nei successivi intervalli di tempo un numero discreto di valori, tutti multipli di una unità fondamentale.

In effetti, i segnali di comando continui, quando debbono essere elaborati da computers è necessario che vengano trasformati in digitali. Nella logica programmata il sistema di comando per segnali continui deve prevedere una trasformazione di essi in digitali.

Va notato che *il binario* è uno dei particolari segnali digitali, che assume, nel tempo, solamente o il valore nullo o l'unità fondamentale. Da questa osservazione, risulta chiaro che i comandi di tipo *on-off* possono essere trattati anche con logica programmata.

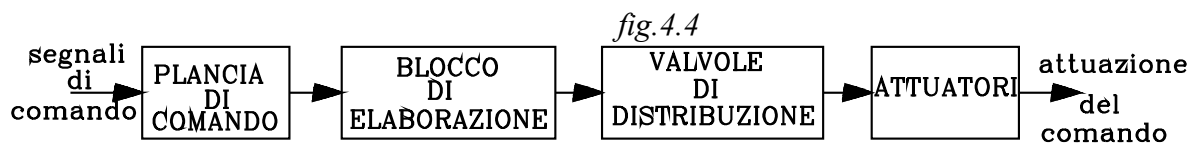
4.2 ARCHITETTURA DI UN SISTEMA DI COMANDI PNEUMATICI

Un ciclo di lavoro con comandi pneumatici può avvenire con o senza controllo della posizione.

4.2.1 Struttura senza controllo di posizione

In questo caso l'attuatore funziona per il tempo determinato dai segnali di comando. Non viene controllata la posizione raggiunta o l'effettiva attuazione del comando.

La struttura è a catena aperta. È costituita essenzialmente da una plancia di comando nella quale vengono immessi i segnali di Start - Stop e altri comandi, da un eventuale blocco di elaborazione, da valvole distributrici dell'aria agli attuatori e da quest'ultimi.



4.2.1 Struttura con controllo di posizione

Occorre distinguere strutture per comandi *continui* e con segnali *on-off*.

Nella pneumatica usualmente vengono impiegati segnali *on-off* e la struttura del sistema è adatta alla loro manipolazione.

4.2.2 Controllo con segnali continui

Sono state progettate anche in pneumatica delle valvole proporzionali, capaci di dare in uscita un segnale proporzionale a quello di ingresso. In questo caso è possibile effettuare una catena chiusa vera e propria, dove il controllo dell'operazione eseguita viene effettuata dall'errore che si ha tra il comando impartito e l'esecuzione di esso; come è stato spiegato precedentemente.

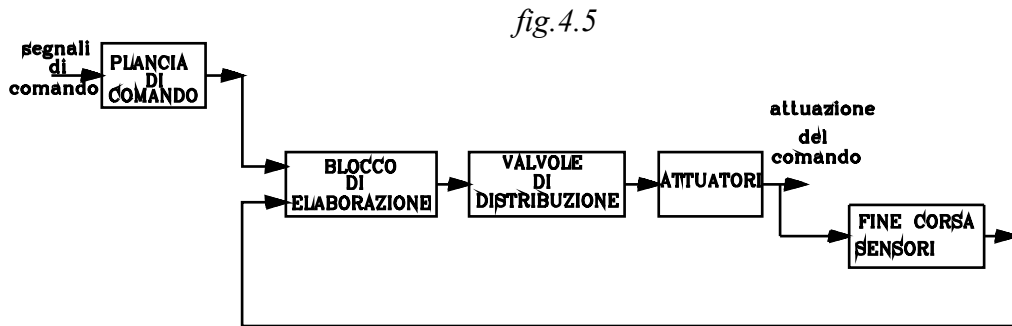
4.2.3 Controllo con segnali on-off

In questo caso non viene elaborato l'errore: il controllo di posizione si riferisce solamente a quello dell'effettiva attuazione del comando.

All'uscita degli attuatori vengono posti, nelle posizioni volute, dei finecorsa o dei sensori di prossimità i quali avvertono la presenza o no di un oggetto emettendo un segnale in forma binaria, in uno di livelli: alto o baso.

I segnali emessi dai finecorsa e dai sensori vengono inviati all'ingresso della struttura e danno il consenso al proseguimento del ciclo di lavoro, in quanto essi assicurano l'effettiva attuazione del comando: il cilindro pneumatico ha effettuato la corsa comandata o l'attuatore rotativo ha compiuto la rotazione voluta.

In questo caso si ha una particolare catena chiusa, nella quale in ingresso ritorna un segnale dovuto all'uscita, che garantisce l'attuazione del comando e permette la prosecuzione del ciclo di lavoro e il compimento della fase successiva.



Va osservato che, in questo caso, non è garantita con precisione la posizione ottenuta all'attuazione del comando, ma viene assicurato che questo è effettivamente avvenuto.

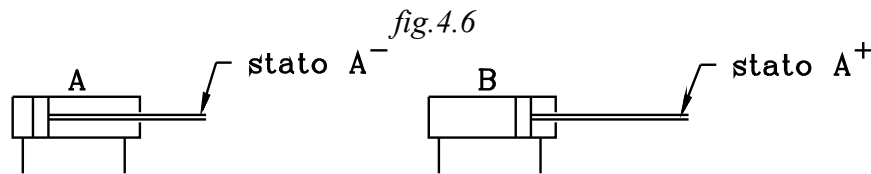
4.3 CIRCUITI ELEMENTARI PNEUMATICI SENZA CONTROLLO DI POSIZIONE

Vengono qui di seguito presi in considerazione i circuiti elementari di comando di un cilindro a semplice e a doppio effetto, ponendo in rilievo particolari condizioni al contorno, quali la regolazione della velocità di fuoriuscita dello stelo, la temporizzazione, condizioni sulla pressione, ecc.

I circuiti proposti vengono presentati con grado di difficoltà crescente, sia nei riguardi del problema che si propongono di risolvere, sia nel cablaggio dei componenti utilizzati.

4.3.1 Convenzioni

Per facilitare la comprensione del funzionamento dei circuiti conviene introdurre alcune convenzioni letterali e simboliche.



Denominazione dei cilindri

I cilindri vengono denominati con lettere maiuscole: A , B ...

Posizione dello stelo

Nel ciclo di lavoro di un cilindro si possono distinguere due posizioni dello stelo (o stati) : stelo rientrato - stelo fuoriuscito.

La posizione di stelo rientrato si considera negativa e viene contrassegnata dalla lettera maiuscola indicante il cilindro con apice "-" : nella figura A^- (stato A^-).

La posizione di stelo fuoriuscito si considera positiva e viene contrassegnata dalla lettera maiuscola indicante il cilindro con apice "+" : nella figura A^+ (stato A^+).

Comandi

Il comando di fuoriuscita stelo viene indicato con la lettera contrassegnante il cilindro con pedice "1": (A_1), quello di rientro con la stessa lettera con pedice "0": (A_0).

Occorre notare la differenza tra l'indicazione A_1 e A^+ : A_1 rappresenta il comando di fuoriuscita dello stelo, che si impartisce quando questo è ancora rientrato; mentre A^+ rappresenta lo stato comandato: la posizione dello stelo quando è stato eseguito il comando.

Molto spesso, per brevità, le due indicazioni vengono accorpate solo in quella indicante lo stato comandato.

4.3.2 Equazione di comando

I comandi pneumatici presi qui in considerazione sono di tipo *on-off*, di tipo binario: esprimibili con una funzione binaria.

Qui di seguito vengono illustrate le realizzazioni pneumatiche delle funzioni logiche fondamentali: *YES*, *NOT*, *AND*, *OR*.

YES

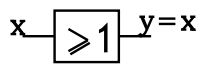
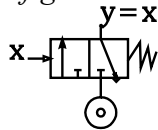


fig.4.7



Si ha in uscita un segnale uguale a quello di ingresso: $y=x$. Si ottiene con una valvola 3/2 NC.

Vi è aria in uscita solamente quando vi è all'ingresso.

NOT

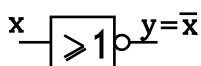
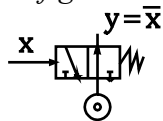


fig.4.8



È la funzione di negazione. Si ha in uscita un segnale allo stato logico opposto a quello di ingresso: $y = \bar{x}$. Si ottiene con una valvola 3/2 NA. Vi è aria in uscita quando non vi è all'ingresso e viceversa

AND

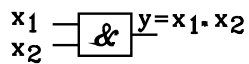
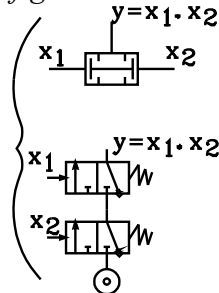


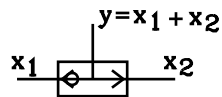
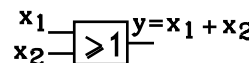
fig.4.9



È il prodotto logico: $y = x_1 \cdot x_2$. L'uscita è allo stato logico 1 solamente quando, contemporaneamente, lo sono anche i due ingressi.

Si ottiene con l'apposita valvola già studiata o con due valvole 3/2 NC in serie. In tutti e due i casi si ha aria in uscita solamente quando contemporaneamente viene inviata ai due ingressi: $x_1 = 1, x_2 = 1$

OR



È la somma logica: $y = x_1 + x_2$. Si ottiene con il componente precedentemente studiato. Si ha aria in uscita quando vi è almeno in uno dei due ingressi

4.3.3 Indicazione del ciclo di lavoro di un solo cilindro

Il lavoro di un cilindro avviene attraverso una doppia corsa di andata e ritorno del suo stelo. Nelle condizioni iniziali lo stelo può essere o rientrato o fuoriuscito, per cui la doppia corsa può essere costituita dalla prima fase di fuoriuscita seguita dal rientro o viceversa.

Il ciclo di lavoro viene indicato scrivendo di seguito prima lo stato che si ottiene alla fine del primo passo e poi quello ottenuto nel secondo.

Il ciclo di lavoro di un cilindro A, composto da una prima fuoriuscita seguita da un rientro dello stelo si indica con:

$$A^+ A^-$$

Il ciclo di lavoro di un cilindro A, composto da una primo rientro seguito da una fuoriuscita dello stelo si indica con:

$$A^- A^+$$

4.3.4 Diagramma corsa passo

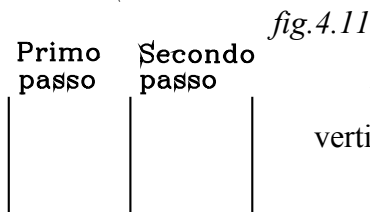
In un diagramma si vuole indicare, nelle successive fasi (o passi) di lavoro, la fuoriuscita o il rientro dello stelo.

Il diagramma non vuole rappresentare in funzione del tempo lo spazio percorso dallo stelo, *ma solamente l'azione di fuoriuscita o di rientro che esso compie nella fase o passo considerato.*

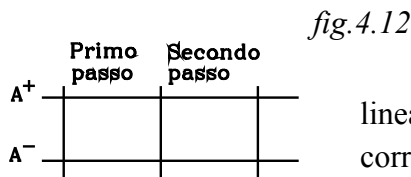
Si consideri un cilindro A che a riposo ha lo stelo rientrato. Si supponga che questo debba effettuare in due passi successivi, prima una fuoriuscita e poi un rientro ($A^+ A^-$).

Non ha interesse il tempo impiegato dallo stelo per la fuoriuscita o per il rientro, né interessa il tempo nel quale esso rimane in posizione di fuoriuscita: ciò che si vuole rappresentare è solamente che, in una prima fase lo stelo fuoriesce e, successivamente, in un altro passo, lo stelo rientra.

Nella rappresentazione, ad ogni passo si fa corrispondere una fascia di suddivisione verticale (non ha interesse la distanza tra le linee di suddivisione).

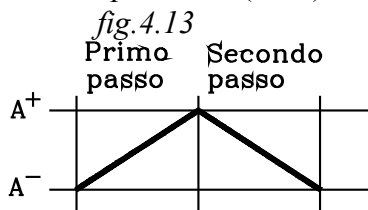


Nel caso considerato ai due passi corrispondono due suddivisioni verticali: occorrono tre linee verticali ad una certa distanza tra loro. Lo stelo può assumere due posizioni: rientrato o fuoriuscito.

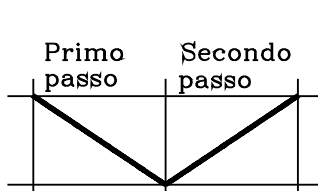


Alla posizione rientrata dello stelo: A^- si fa corrispondere una linea orizzontale in basso, mentre a quella di fuoriuscita: A^+ vi corrisponde una linea orizzontale in alto

In ogni passo viene rappresentata l'azione di spostamento dello stelo, con un segmento che va dalla posizione (stato) iniziale a quella finale nella fase considerata.



Nell'esempio: nel primo passo di fuoriuscita stelo, il segmento viene tracciato dallo stato A^- a quello A^+ ; nel secondo passo di rientro il segmento va da A^+ ad A^-



Il ciclo di lavoro $A^- A^+$ verrà rappresentato dal seguente diagramma *corsa- passo*

4.3.5 Circuiti di comando di un cilindro a semplice effetto

In un cilindro a semplice effetto il comando si ha per la sola corsa di lavoro: quella di ritorno è automaticamente ottenuta dall'azione della molla, in assenza del segnale di comando.

Vengono considerati dei comandi fondamentali con diverse condizioni al contorno. Il comando può essere *diretto* o *indiretto*, a seconda che l'aria, che esce dal circuito di comando, viene inviata direttamente al cilindro o, a questo, attraverso una valvola di potenza.

4.3.5.1 Comando diretto di un cilindro a semplice effetto

Il cilindro a semplice effetto deve effettuare una corsa di lavoro pigiando un pulsante o un pedale di uno Start.

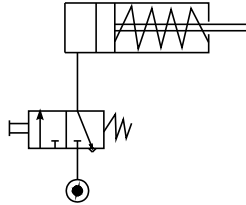


fig.4.15

Lo Start è realizzato con una valvola 3/2 NC monostabile. L'uscita di questa viene collegata con l'ingresso del cilindro a semplice effetto. Nella figura l'indicazione del comando è quello generico: esso potrà essere di vario tipo

Diagramma corsa - passo

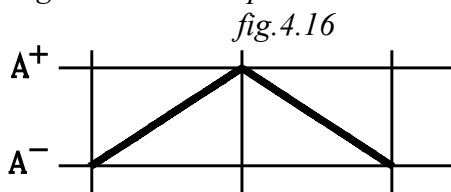


fig.4.16

Il ciclo di lavoro è indicato dai due stati comandati: A^+ A^- , costituito da una corsa di fuoriuscita dello stelo, comandato dal comando A_I e un ritorno spontaneo in assenza di esso.

Equazione logica

Si indichi con s_I il segnale di ingresso, corrispondente alla pressione esercitata sul pulsante o sul pedale dello Start: $s_I = 1$ equivale al pulsante o pedale premuti e $s_I = 0$ agli stessi non pigiati.

Quando viene pigiato lo Start l'aria esce dalla valvola 3/2 NC, alimenta il cilindro e viene effettuata la corsa di lavoro.

L'equazione logica del comando di fuoriuscita stelo è:

$$A_I = s_I$$

Dopo un certo tempo si ottiene lo stato comandato A^+ , la cui equazione logica è uguale a quella del comando:

$$A^+ = s_I$$

In assenza del segnale di comando, quando si toglie l'azione sul pulsante dello Start, la valvola 3/2 NC monostabile, che la costituisce, si commuta per l'azione della molla, ritorna in posizione di riposo e pone la camera del cilindro in scarico.

Note sul cablaggio del circuito pneumatico

In laboratorio si inizi a montare il semplice circuito pneumatico proposto rispettando la seguente procedura:

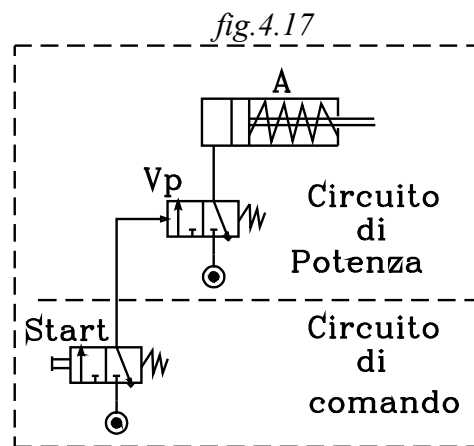
- 1- Si prelevino i componenti costituenti il circuito e si montino sul pannello, dall'alto verso il basso, in ordine: il cilindro a semplice effetto e lo Start.
- 2- Si alimentino tutte le valvole costituenti il circuito: nel caso in esame la valvola 3/2 NC impiegata come Start.
- 3- I collegamenti vanno effettuati dal basso verso l'alto: in questo caso si collega semplicemente lo Start con l'orifizio di alimentazione del cilindro.

4.3.5.2 Comando indiretto di un cilindro a semplice effetto

Il circuito proposto, nel quale lo start comanda direttamente il cilindro, è adatto per piccole potenze. Se il cilindro ha dimensioni tali da richiedere elevate portate e una spinta considerevole occorre separare il circuito di comando da quello di potenza.

Il circuito di comando deve soltanto elaborare il segnale di pilotaggio di una valvola di potenza, la quale è adibita ad alimentare il cilindro attuatore.

Nella figura *fig.4.17* è riportato lo schema del comando indiretto del cilindro a semplice effetto A , mediante l'azionamento dello Start. Questo fornisce in uscita il segnale pneumatico di pilotaggio della valvola di potenza V_p (3/2 NC monostabile) che alimenta il cilindro per effettuare la corsa di lavoro.



Il circuito di comando è costituito semplicemente dallo Start, mentre quello di potenza dal cilindro A , alimentato dalla valvola di potenza V_p (3/2 NC monostabile).

IN LABORATORIO

In laboratorio montare il circuito di *fig.4.17*

Il diagramma corsa - passo e l'equazione logica di comando sono uguali a quelli ottenuti per il comando diretto.

Funzionamento

Pigiando lo Start, questo si commuta e l'aria inviata all'uscita va a comandare la valvola di potenza V_p (3/2 NC monostabile). Quest'ultima si commuta e l'aria, prelevata dalla rete di alimentazione, entra nella camera del cilindro, effettuando la corsa di lavoro A^+ .

Il cilindro rimane nella posizione di fuoriuscita fintantoché è premuto lo Start.

Quando questo viene rilasciato, la molla dello Start lo commuta, portandolo in posizione di scarico: l'aria non comanda più il pilotaggio della valvola di potenza V_p e la sua molla la commuta, portandola in scarico. Così, anche l'aria della camera del cilindro a semplice effetto viene posta in scarico e la sua molla effettua la corsa di ritorno A^- .

Note sul cablaggio del circuito pneumatico

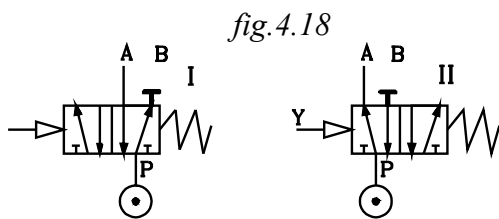
Valgono per il semplice circuito pneumatico proposto le stesse osservazioni, precedentemente esposte, sulla procedura da seguire:

- 1- Si prelevino i componenti costituenti il circuito e si montino sul pannello, dall'alto verso il basso, in ordine: il cilindro a semplice effetto A , la valvola di potenza V_p e lo Start

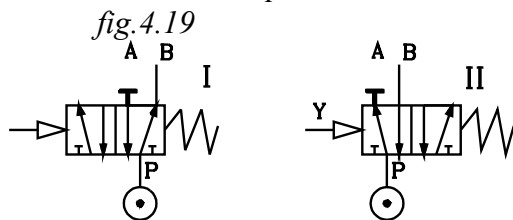
- 2- Si alimentino tutte le valvole costituenti il circuito: nel caso in esame la valvola di potenza V_p (3/2 NC monostabile) e lo Start
- 3- I collegamenti vanno effettuati dal basso verso l'alto: in questo caso si collega lo Start con l'orifizio di alimentazione della valvola di potenza V_p e l'uscita di questa con l'orifizio di alimentazione del cilindro.

Nell'eseguire i circuiti pneumatici proposti occorre tenere conto dei componenti in dotazione del laboratorio.

È molto usuale che come valvole di potenza siano disponibili le 5/2 monostabili. Queste, facilmente, possono essere trasformate in valvole 3/2 monostabili, sia NC che NA, otturando l'orifizio di uscita B o A .

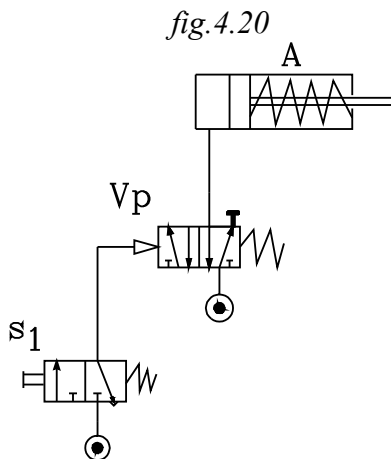


Otturando l'orifizio B della valvola 5/2 monostabile e utilizzando l'altro A come quello di utilizzazione, si ottiene una valvola 3/2 NC monostabile. Infatti, in posizione di riposo (I), l'aria che entra dall'alimentazione P viene intercettata dall'otturatore, mentre l'orifizio di utilizzazione A è in scarico; quando l'aria di pilotaggio Y commuta la valvola (posizione II) allora l'orifizio di alimentazione P viene posto in comunicazione con quello A di utilizzazione.



Otturando l'orifizio A della valvola 5/2 monostabile e utilizzando l'altro B come quello di utilizzazione, si ottiene una valvola 3/2 NA monostabile. Infatti, in posizione di riposo (I), l'aria che entra dall'alimentazione P viene posta in comunicazione con l'orifizio di utilizzazione B , mentre l'altro A è intercettato dall'otturatore; quando l'aria di pilotaggio Y commuta la valvola (II), allora l'orifizio di alimentazione P viene intercettato dall'otturatore e quello di utilizzazione B viene posto in scarico.

IN LABORATORIO

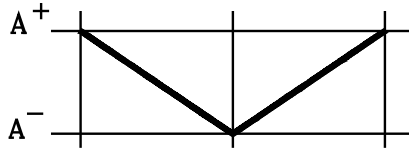


Utilizzando quanto detto, il circuito precedente, di comando indiretto del cilindro "A", a semplice effetto, può essere modificato, sostituendo la valvola 5/2 monostabile con l'orifizio B otturato alla 3/2 NC monostabile. Montare a laboratorio il circuito di *fig.4.20* e verificare il funzionamento

4.3.5.3 Comando di rientro dello stelo di un cilindro a semplice effetto, che in condizioni di è riposo fuoriuscito.

Si tratta di effettuare uno *Stop* all'erogazione dell'aria di alimentazione del cilindro a semplice effetto che entra in assenza di comando: *fig.4.21*.

Diagramma corsa - passo
fig.4.20 a



Il ciclo di lavoro è $A^- A^+$. In assenza di comando lo stelo è fuoriuscito e rientra con il comando

Lo *Stop* si ottiene con una valvola 3/2 NA monostabile, comandata da un pulsante o pedale.

Equazione logica

Lo *Stop* realizza una operazione *NOT*. Infatti, indicando con s_1 il segnale di comando di azionamento dello *Stop*, quando questo non viene premuto: $s_1 = 0$, allora l'aria alimenta il cilindro e lo stelo è fuoriuscito (stato A^+); quando, invece, viene pigiato lo *Stop*: $s_1 = 1$, la valvola 3/2 NA monostabile che lo realizza si commuta, interdicendo l'aria verso l'uscita e pone la camera del cilindro in scarico.

Se s_1 è il segnale indicante l'azionamento del pulsante, quello che in uscita dalla valvola è \bar{s}_1

Indicando sempre con A^+ lo stato attivo del cilindro, che si ha con lo stelo fuoriuscito, l'equazione logica di esso è:

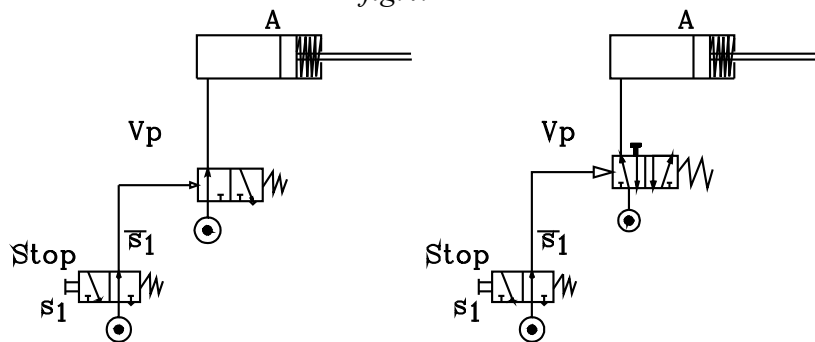
$$A^+ = \bar{s}_1 \quad (4.3.5.3.1)$$

Si verifica che quando il pulsante non è premuto: $s_1 = 0$, risulta $\bar{s}_1 = 1$ e quindi $A^+ = 1$.

IN LABORATORIO

Montare il circuito che realizza l'equazione logica (4.3.5.1)

fig.4.21



Osservazioni sulla stesura del circuito pneumatico

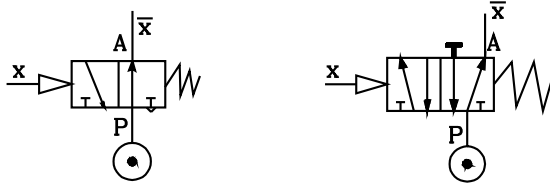
Occorre osservare che, come si è detto precedentemente, nello schema i componenti vanno disegnati nella posizione che essi assumono nelle condizioni iniziali (e non di riposo), quando viene alimentato il circuito.

Così, per effettuare lo schema in analisi, occorre osservare che, nelle condizioni iniziali, alimentato il circuito, l'aria in uscita dallo *Stop* commuta la valvola di potenza V_p ; questa, quindi, va disegnata commutata in II posizione, come si trova nelle condizioni iniziali. Inoltre, in dette condizioni, il cilindro ha lo stelo fuoriuscito, e in tale posizione deve essere disegnato.

Per il cablaggio seguire sempre la procedura sintetizzata nei tre punti: montare i componenti dall'alto verso il basso - alimentare le valvole - eseguire i collegamenti con i tubicini dal basso verso l'alto.

4.3.5.4 Negazione di un segnale pneumatico

fig.4.22



Un segnale pneumatico x può essere negato inviandolo al pilotaggio di una valvola 3/2 NA monostabile (5/2 monostabile con B otturato) con comando pneumatico.

Infatti, in uscita da detta valvola, fluisce l'aria, quando questa non viene inviata al pilotaggio: $x=0$; mentre quando in quest'ultimo si invia aria: $x=1$, la valvola si commuta e viene interdetto il passaggio del fluido dall'alimentazione P all'uscita A .

Ne viene, quindi, che quando in ingresso della valvola si ha aria: $x=1$, non la si ha in uscita e viceversa.

Al segnale x di ingresso corrisponde in uscita \bar{x}

IN LABORATORIO

Eseguire un circuito pneumatico che realizzi lo stesso ciclo di lavoro $A^- A^+$ dell'esercizio precedente, ottenuto impiegando uno Start il cui segnale viene negato da una valvola NOT.

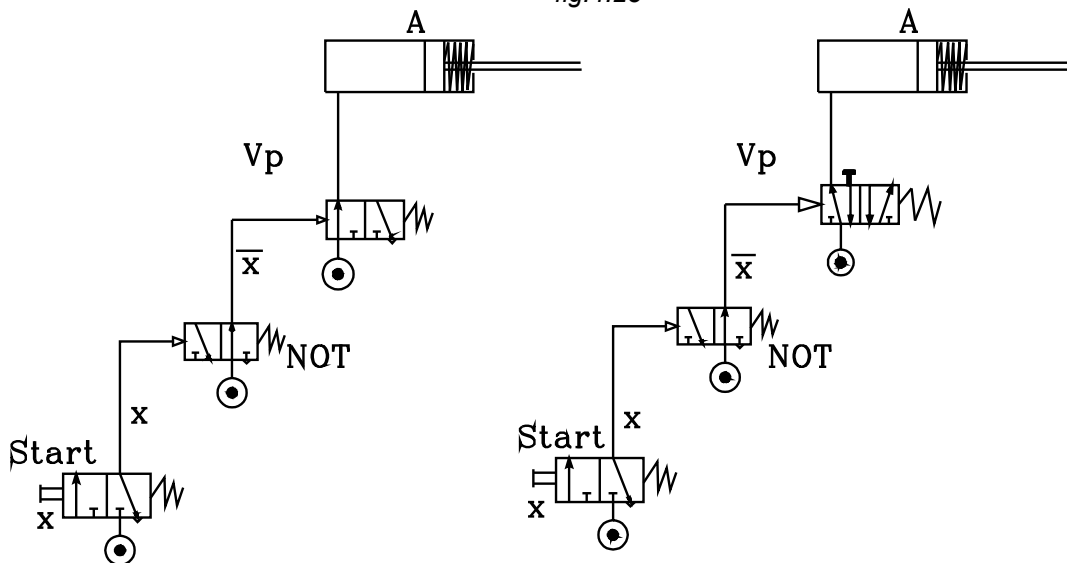
Indicando con x il segnale di ingresso dello Start, questo, realizzando uno YES, fornisce in uscita ancora il segnale pneumatico x . Questo viene inviato alla valvola che realizza la funzione NOT, e da questa esce il segnale negato \bar{x} .

Si ottiene ancora il comando:

$$A^+ = \bar{x}$$

Così, quando non viene pigiato lo Start: $x=0$, dalla valvola NOT esce aria che commuta la valvola di potenza e alimenta il cilindro a semplice effetto: lo stelo è in posizione di fuoriuscita. Quando, invece si pigia lo Start: $x=1$, allora si commuta la valvola NOT ed è interdetta l'aria verso la sua uscita, che viene posta in scarico. Viene a mancare l'aria di pilotaggio sulla valvola di potenza che si commuta e si pone in scarico. L'aria della camera del cilindro si scarica all'esterno e la molla effettua la corsa di rientro stelo.

fig.4.23



Stesura circuito

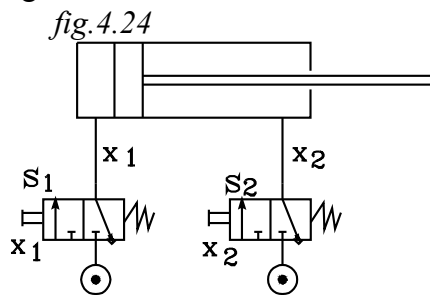
Nelle condizioni iniziali, quando viene alimentato il circuito, in assenza del segnale "x", lo Start e la valvola NOT non sono commutate, mentre lo è la valvola di potenza Vp. In queste condizioni lo stelo del cilindro è fuoriuscito.

I componenti del circuito vanno disegnati nella posizione descritta.

4.3.6 Comando di un cilindro a doppio effetto

4.3.6.1 Comandi di fuoriuscita e di rientro stelo

Consideriamo ora il semplice circuito di comando diretto di un cilindro a doppio effetto, attraverso l'azionamento di due Start, costituiti da valvole 3/2 NC monostabili con comando manuale. Queste realizzano una funzione YES, per cui il segnale di uscita x è uguale a quello di ingresso.

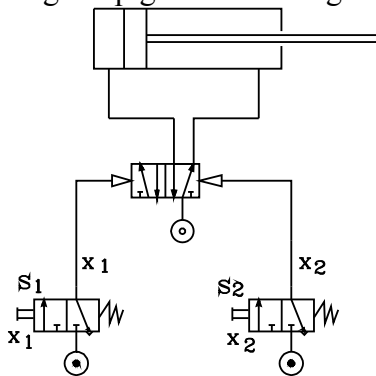


Vi sono due possibili corse di lavoro A^+ e A^- che vengono comandate rispettivamente dagli Start s_1 , s_2 .

Si indichi con x_1 il segnale di azionamento dello Start che comanda lo stato A^+ e con x_2 quello che comanda A^- , risulta:

$$A^+ = x_1 \quad A^- = x_2$$

Con tale circuito banale è evidente che l'azione di pressione dell'aria sul pistone, nella posizione comandata, perdura fino a che si tiene premuto il relativo Start; quando questo viene rilasciato, il pistone rimane nella stessa posizione comandata, senza effettuare la corsa di ritorno e privo dell'azione dell'aria compressa: non viene memorizzato il segnale di comando. quando vengono pigiati entrambi gli Start il pistone del cilindro si blocca.



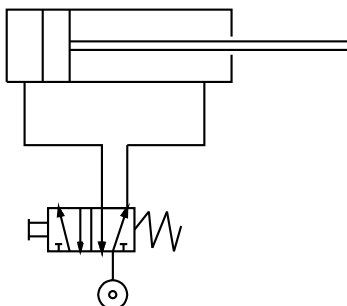
Per poter mantenere la pressione dell'aria sul pistone quando viene lasciato lo Start occorre una valvola che funga da memoria: che possa disporre di due uscite, ciascuna della quali venga settata da uno specifico segnale pneumatico di comando e rimanga settata anche quando questo viene tolto.

Come memoria può essere adoperata una valvola 5/2 bistabile.

Si ottiene lo schema di figura. La valvola 5/2 bistabile può fungere anche da valvola di potenza.

4.3.6.2 Comando fuoriuscita stelo - rientro automatico con Start 5/2 monostabile

Si vuole effettuare una corsa di lavoro (*fuoriuscita o rientro stelo*), pigiando uno Start; quando questo viene lasciato la corsa opposta deve avvenire automaticamente.



Si debba effettuare la corsa di fuoriuscita pigiando uno Start e, rilasciando questo il ritorno automatico.

Vi sono degli Start realizzati con valvole 4/2 o 5/2 monostabili. Nello schema è indicato uno Start 5/2 monostabile.

Con il circuito proposto, nelle condizioni iniziali, senza pigiare lo Start, fornendo l'alimentazione dell'aria, questa dall'orifizio *P* passa all'utilizzazione *A* e, entrando nella camera destra del cilindro, fa rientrare lo stelo.

Pigiando lo Start, questo si commuta e l'aria entra nella camera sinistra del cilindro, facendo fuoriuscire lo stelo. Rilasciando lo Start, la molla lo commuta nella posizione iniziale: l'aria entra nella camera destra del cilindro, effettuando automaticamente la corsa di rientro.

4.3.6.3 Comando fuoriuscita stelo - rientro automatico con Start 3/2 NC monostabile

Tema

Si voglia ora utilizzare per il comando di fuoriuscita stelo e rientro automatico uno Start 3/2 NC monostabile. Si determinino le equazioni logiche e si stenda il circuito pneumatico.

IN LABORATORIO

Risolviamo il problema proposto

Lo Start 3/2 NC monostabile realizza una funzione YES. Se *x* è il segnale di comando di azionamento del pulsante dello Start, in uscita da esso si ha il segnale pneumatico *x* (nello stesso stato logico dell'ingresso).

Ciò premesso, si può affermare che:

- 1- Il comando A_1 di fuoriuscita dello stelo, e quindi lo stato A^+ , è ottenuto dal segnale *x* nello stato logico 1

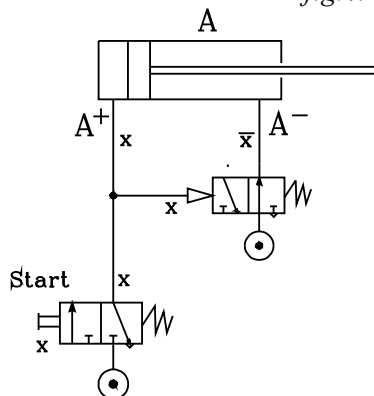
$$A_1 = x \quad A^+ = x$$

- 2- Il comando A_0 di rientro stelo, e quindi lo stato A^- , è ottenuto in assenza del segnale *x*: quando esso è allo stato logico 0: ovvero da \bar{x}

$$A_0 = \bar{x} \quad A^- = \bar{x}$$

Costruzione schema pneumatico

fig.4.27



Dalle equazioni logiche si può derivare lo schema pneumatico.

Si disegni il cilindro e, accanto al tubicino di alimentazione della camera di sinistra, si scriva: A^+ , a quello di destra: A^- (l'aria che entra in detti tubicini determina i rispettivi stati).

Debbono essere elaborati i due segnali di comando pneumatici x , \bar{x}

Il segnale x è ottenuto con uno Start 3/2 NC monostabile che realizza la funzione YES.

Il segnale \bar{x} si può ottenere negando il segnale pneumatico x , attraverso una funzione NOT, realizzata da una valvola 3/2 NA monostabile con comando pneumatico.

A questo punto si traducano le funzioni logiche nel circuito pneumatico:

- $A^+ = x$ Si disegni al di sotto del cilindro, in prossimità del tubicino A^+ , lo Start 3/2 NC monostabile

L'uscita dello Start che realizza la funzione YES e quindi fornisce il segnale x , si collega al tubicino A^+

- $A^- = \bar{x}$ Per realizzare \bar{x} si preleva, attraverso un tubicino, l'aria in uscita dallo Start che dà il segnale x , questo viene inviato all'ingresso della valvola NOT (3/2 NA monostabile)

che ne effettua la negazione. L'aria in uscita dalla valvola NOT (che rappresenta il segnale \bar{x}) viene inviata al tubicino A^- di alimentazione del cilindro

Si disegna così al disotto del cilindro, in prossimità del tubicino A^- , la valvola NOT, si traccia il tubicino che parte dall'uscita dello Start e va all'ingresso della valvola NOT, l'uscita di questa viene collegata al tubicino A^-

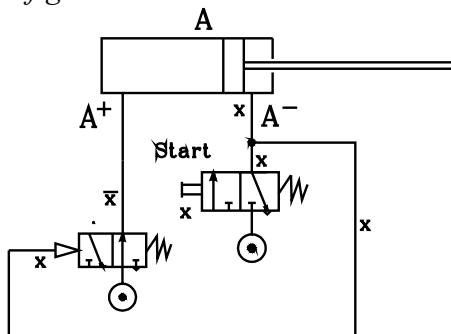
Descrizione del funzionamento

Nelle condizioni iniziali, alimentato il circuito e non pigiato lo start, dalla valvola NOT 3/2 NA monostabile esce l'aria, che, entrando nella camera di sinistra, pone lo stelo in posizione rientrata. L'uscita dello Start è in scarico

Pigiando lo Start esce da esso l'aria, che commuta la valvola NOT, ponendo la sua uscita in scarico e, entrando nella camera di sinistra del cilindro, effettua la corsa di fuoriuscita stelo: la camera di destra è in scarico attraverso la valvola NOT

Lasciando il pulsante dello Start, la molla lo commuta, interdicendo l'aria in uscita da esso e ponendola in scarico. Non essendoci più aria nel pilotaggio della valvola NOT, la sua molla la commuta, riportandola nella posizione iniziale; in questa l'aria va in uscita e alimenta la camera di destra del cilindro: quella sinistra è in scarico. Si ottiene così la corsa di ritorno di rientro dello stelo.

fig.4.28



Il circuito di figura determina la fuoriuscita dello stelo in assenza dell'azione sul pulsante dello Start; pigiando detto pulsante si ha il rientro dello stelo.

$$A^- = x \quad A^+ = \bar{x}$$

4.4 CONDIZIONI AL CONTORNO

Finora si sono esaminati degli elementari comandi a tempo di cilindri a semplice e a doppio effetto, senza controllo sulla posizione e senza aver posto condizione su alcun parametro: pressione, velocità di fuoriuscita o rientro stelo, istante di attuazione del comando ecc.

4.4.1 Controllo sulla posizione

I comandi precedentemente proposti sono attuati per il tempo di azionamento degli Start o Stop: fintantoché questi sono premuti, lo stelo compie la corsa di sfilamento o rientro, senza un controllo sulle posizioni estreme.

Il controllo sulla posizione è ottenuto con i *fincorsa*. Questi sono costituiti da valvole 3/2 NC monostabili, con azionamento meccanico a leva e rullo.

Sullo stelo del cilindro viene fissata una camma, che va a toccare, all'inizio o alla fine della corsa, il rullo di un *fincorsa*, azionandolo. In uscita da esso, si ottiene il segnale pneumatico, indicante la realizzazione della posizione imposta dal *fincorsa*.

Il *fincorsa* ha due posizioni corrispondenti a due stati logici:

Stato logico 0 Si ha quando la camma *non tocca* il rullo del *fincorsa*, questo non è commutato e l'aria è interdetta all'uscita

Stato logico 1 Si ha quando la camma *tocca* il rullo del finecorsa , questo è commutato e l'aria è inviata all'uscita.

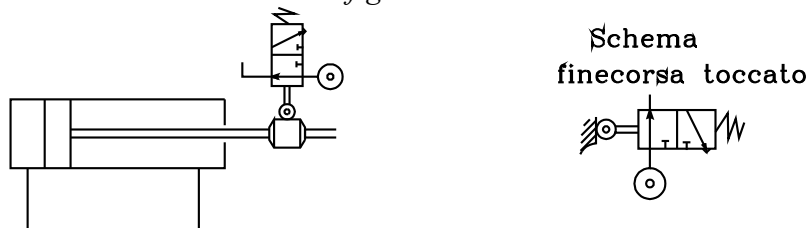
Negli schemi, il finecorsa va rappresentato nella posizione iniziale: quando viene alimentato l'impianto, prima dell'azionamento degli Start.

Si possono presentare due casi: nello stato iniziale, il finecorsa può essere "*toccato*" o "*non toccato*".

Finacorsa toccato

Nelle condizioni iniziali la camma montata sullo stelo va a toccare il rullo del finecorsa: questo è commutato e l'aria esce dall'orifizio di utilizzazione: il finecorsa è allo stato logico 1.

fig.4.29



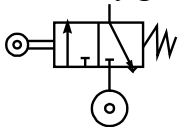
In queste condizioni il finecorsa va disegnato in posizione commutata con l'indicazione grafica del rullo toccato.

Finacorsa non toccato

Nelle condizioni iniziali, la camma montata sullo stelo non tocca il rullo del finecorsa: questo è nella posizione di riposo e l'aria è interdetta all'uscita:

Il finecorsa è allo stato logico 0.

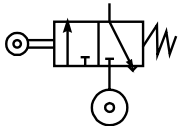
fig.4.30



Il finecorsa va disegnato nella posizione di riposo, con rullo non attivato (toccato) e quindi con valvola non commutata, nella quale l'aria non esce dall'orifizio di utilizzazione.

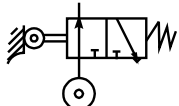
Concludendo

fig.4.30



Finecorsa non toccato

fig.4.31

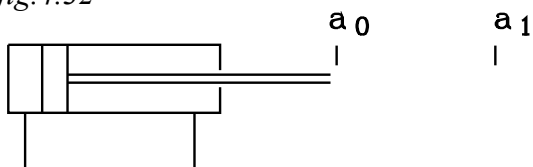


Finecorsa toccato

4.4.2 Indicazione dei finecorsa

Sia "A" la lettera di designazione del cilindro.

fig.4.32



Sia "A" la lettera di designazione del cilindro.

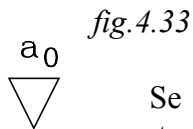
Si indica con a_0 il finecorsa che viene attivato nella posizione rientrata dello stelo e con a_1 quello che si ha nella posizione di fuoriuscita.

Le posizioni dei finecorsa vengono indicate alle estremità dello stelo con trattini sormontati dalla sigla che li contraddistingue.

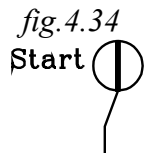
4.4.3 Indicazioni nel diagramma corsa - passo

Il diagramma corsa-passo può essere corredato da indicazioni che descrivono più compiutamente il ciclo di lavoro. Così conviene indicare i finecorsa che vengono toccati all'inizio e alla fine di ogni passo e rappresentare, con dei simboli, particolari condizioni al contorno.

I finecorsa toccati vengono indicati, scrivendo la loro sigla in corrispondenza della posizione di contatto con la camma (dell'inizio o della fine del passo), senza alcun simbolo se non sono associati ad altri componenti.

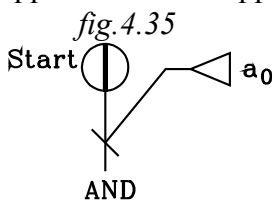


Se il finecorsa è associato ad altri componenti (in *AND* o in *OR*), esso viene contrassegnato da un triangolino, corredato della sigla rappresentativa.



Gli *Start* e *Stop* vengono contrassegnati da un cerchietto attraversato da un segmento verticale.

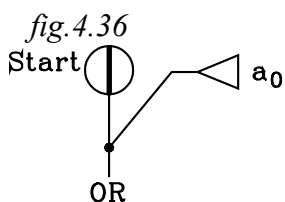
Più componenti possono essere collegati in *AND* o in *OR*. Tali collegamenti vengono opportunamente rappresentati.



Componenti in *AND*

Più componenti in *AND* vengono rappresentati con i loro simboli, collegati con linee, che si incontrano in un punto, attraversato da un segmento a 45° .

Nella figura lo *Start* è in *AND* con il finecorsa a_0 .

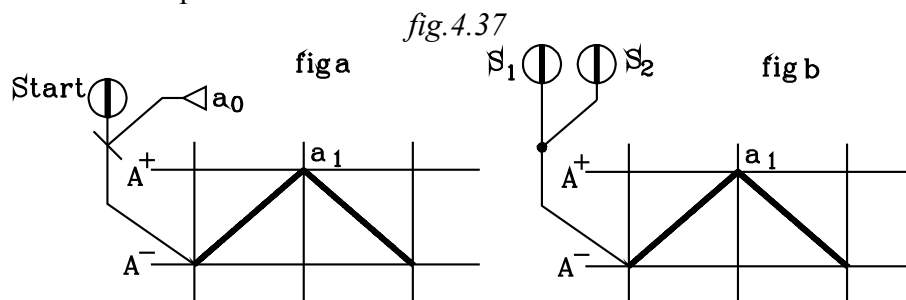


Componenti in *OR*

Più componenti in *OR* vengono rappresentati con i loro simboli, collegati con linee che si incontrano in un punto marcato.

Nella figura lo *Start* è in *OR* con il finecorsa a_0 .

Nelle figure *a*, *b* di fig.4.37 sono rappresentati due diagrammi *corsa - passo* con le indicazioni dei finecorsa e particolari condizioni al contorno.



Nel diagramma *corsa - passo* di *fig a* viene indicato che, nelle condizioni iniziali, con stelo represso, si ha la corsa di fuoriuscita stelo quando è toccato il finecorsa a_0 e lo Start: lo Start e il finecorsa sono posti in *AND*. Il ritorno avviene quando è toccato il finecorsa a_1 .

Nel diagramma *corsa - passo* di *fig b* è indicato che, nelle condizioni iniziali, con stelo represso, si ha la corsa di fuoriuscita stelo quando è attivato o lo Start S_1 o lo Start S_2 : questi sono posti in *OR*. Il ritorno avviene quando è toccato il finecorsa a_1 .

4.4.4 Azionamento di un cilindro a doppio effetto con controllo di posizione con finecorsa.

Nei comandi del cilindro a doppio effetto precedentemente proposti non vi era un controllo della posizione ottenuta; cosicché era possibile che il comando venisse impartito anche quando lo stelo non fosse in posizione di completo rientro o di fuoriuscita.

Si vogliono ora effettuare dei circuiti pneumatici ove sia assicurata la posizione di rientro e fuoriuscita degli steli dei cilindri.

IN LABORATORIO

Tema

Si vuole assicurare che il comando impartito ad un cilindro a doppio effetto per la fuoriuscita dello stelo avvenga solamente quando questo sia completamente rientrato; mentre il comando di rientro possa avvenire quando lo stelo è completamente fuoriuscito.

Si pongono i finecorsa nelle posizioni estreme da controllare .

Equazioni logiche di comando

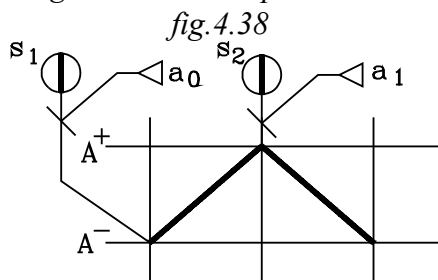
Il comando A_1 di fuoriuscita stelo si ha quando contemporaneamente sono soddisfatte le due condizioni di azionamento dello start s_1 e di finecorsa a_0 *toccato*.

$$A_1 = s_1 \cdot a_0 \quad A^+ = s_1 \cdot a_0$$

Il comando A_0 di rientro stelo si ha quando contemporaneamente sono soddisfatte le due condizioni di azionamento dello start s_2 e di finecorsa a_1 *toccato*.

$$A_2 = s_2 \cdot a_1 \quad A^- = s_2 \cdot a_1$$

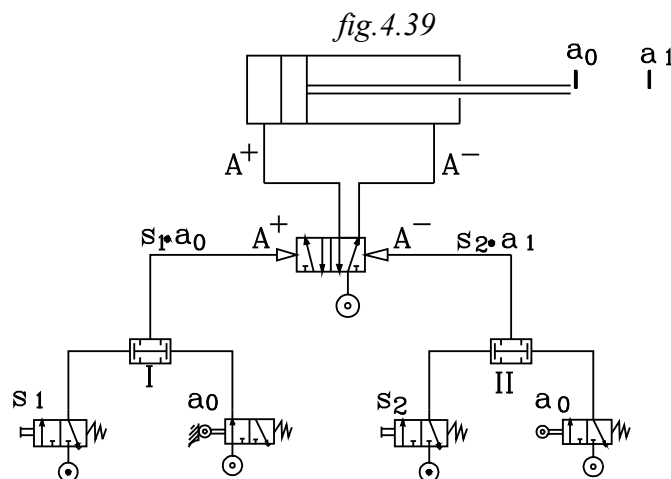
Diagramma corsa - passo



Nel diagramma sono indicate anche le condizioni al contorno. La corsa A^+ si ottiene con l'*AND* tra lo Start s_1 e il finecorsa a_0 , quella di ritorno A^- con l'*AND* tra lo Start s_2 e il finecorsa a_1 .

Note sulla rappresentazione schematica

- Come si è più volte detto, nello schema, i componenti vanno disegnati nella posizione che essi assumono nelle condizioni iniziali : alimentato l'impianto, prima di pigiare gli Start.
- Così nel circuito di figura, il cilindro è rappresentato con stelo rientrato, la valvola di potenza 5/2 bistabile è disegnata nella posizione che alimenta la camera destra del cilindro.
- Le posizioni dei finecorsa si indicano con due lineette sormontate dalle sigle che le contraddistinguono (a_0 a_1).



- I finecorsa vanno rappresentati nella zona di elaborazione dei segnali di comando: al disotto della valvola di potenza.
- Nelle condizioni iniziali, gli start s_1, s_2 non sono pigiati e quindi vanno rappresentati in posizione di riposo: non commutati.
- Nelle stesse condizioni il finecorsa a_0 è toccato dalla camma e non lo è a_1 : il finecorsa a_0 viene rappresentato in posizione commutata, con l'aria inviata in uscita, mentre l'altro finecorsa a_1 viene disegnato in posizione di riposo (non toccato) con aria interdetta all'uscita.

Si traducono le equazioni logiche nei corrispondenti circuiti pneumatici

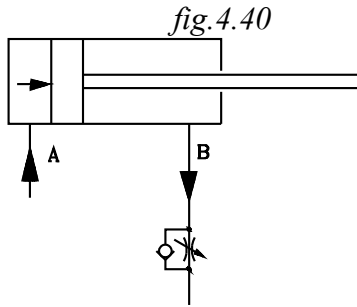
$A^+ = s_1 \cdot a_0$ Le uscite dello Start s_1 e del finecorsa a_0 vengono collegate con la valvola AND che porta il segnale pneumatico al pilotaggio A^+ della valvola bistabile.

$A^- = s_2 \cdot a_1$ Le uscite dello Start s_2 e del finecorsa a_1 vengono collegate con la valvola AND che porta il segnale pneumatico al pilotaggio A^- della valvola bistabile.

Funzionamento

- Nelle condizioni iniziali, con la valvola di potenza 5/2 bistabile posta in prima posizione, l'aria entra nella camera destra del cilindro, ponendo lo stelo in posizione rientrata. In questa viene toccato il finecorsa a_0 e l'aria che esce da esso viene intercettata dall'AND I.
- Quando viene pigiato lo start s_1 l'aria fornita da questo e dal finecorsa a_0 abilita l'uscita dell'AND I, che fornisce il segnale pneumatico di pilotaggio A^+ della valvola bistabile.
- Questa, alimenta, ora, la camera sinistra del cilindro e viene effettuata la corsa di fuoriuscita stelo: A^+ .
- Abbandonando lo start s_1 da esso non esce più l'aria: si disabilita l'AND I, che non fornisce più il segnale di pilotaggio; la valvola bistabile 5/2 rimane, però, in posizione commutata, per cui, continua ad essere alimentata la camera sinistra del cilindro.
- Quando lo stelo è completamente fuoriuscito, la camma tocca il finecorsa a_1 , e, solamente con questa condizione, è possibile far rientrare lo stelo, pigiando lo start s_2 . Infatti, se questo venisse premuto quando non è toccato a_1 , l'aria perverrrebbe all'AND II solamente dallo start: l'AND II non risulterebbe abilitato, e, non fornirebbe l'aria di pilotaggio per commutazione della valvola bistabile.
- Toccato a_1 e pigiato lo start s_2 si abilita l'AND II: da esso esce l'aria di pilotaggio di commutazione della valvola bistabile, che alimenta la camera destra del cilindro, effettuando la corsa A^- di ritorno.

4.4.5 Regolazione della velocità dello stelo



La velocità di fuoriuscita o rientro stelo si ottiene regolando il flusso di aria che alimenta il cilindro. Vengono adoperati i regolatori di portata unidirezionali.

Come si è già rilevato, nei cilindri a doppio effetto, la regolazione del flusso conviene effettuarla in scarico, in modo che il pistone viene a trovarsi tra due camere in pressione, ottenendo una migliore regolarità di funzionamento.

funzionamento.

Nella figura, la velocità del pistone nella corsa di fuoriuscita dello stelo si ottiene strozzando lo scarico B.

Ovviamente nei cilindri a semplice effetto la regolazione va effettuata nella alimentazione: la molla contrastante la spinta del fluido impedisce l'impuntamento del pistone.

4.4.2.1 Scarico rapido

In alcune applicazioni occorre garantire che la corsa passiva di ritorno dello stelo del cilindro avvenga più rapidamente possibile. Ciò si ottiene, collegando la valvola a scarico rapido all'inizio del condotto di scarico dell'aria. Si evita in tal modo che questa venga scaricata attraverso i condotti interni di altre valvole, con conseguente rallentamento.

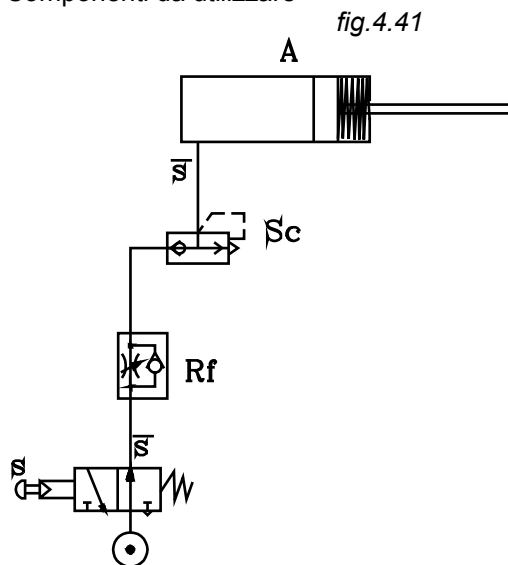
Come esempio si consideri la soluzione del seguente problema.

IN LABORATORIO

Tema

Un meccanismo di posizione è azionato da un cilindro a semplice effetto. Nelle condizioni iniziali la posizione è quella di fuoriuscita con portaoggetti vuoto. Spingendo un pulsante il portaoggetti rientra rapidamente. Caricato l'oggetto si rilascia il pulsante e il cilindro effettua la corsa di lavoro di fuoriuscita stelo con velocità moderata.

Componenti da utilizzare



Nelle condizioni al contorno, vi sono le prescrizioni di un rientro rapido dello stelo e la sua fuoriuscita lenta.

Il rientro rapido si ottiene impiegando la valvola a scarico rapido S_c ; mentre la fuoriuscita lenta si ottiene con un regolatore di flusso unidirezionale R_f . I due componenti sono posti in serie.

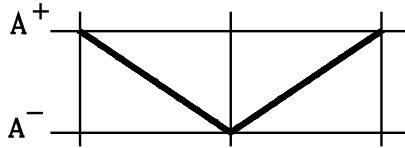
Nelle condizioni iniziali lo stelo deve essere fuoriuscito; mentre, pigiando il pulsante, esso deve rientrare. Si ha la corsa attiva di lavoro quando non viene pigiato lo *Start*.

Se con "s" si indica il segnale corrispondente alla spinta sul pulsante, il segnale di comando di fuoriuscita stelo A^+ è il negato di "s":

$$A^+ = \bar{s}$$

Per ottenere \bar{s} si adoperava uno *Start* costituito da una valvola 3/2 monostabile *NA* che costituisce una funzione *NOT*. Essendo il comando diretto l'azionamento è ottenuto con una valvola servopilotata.

Diagramma corsa - passo
fig.4.42



Il ciclo di lavoro è $A^- A^+$. In assenza di comando lo stelo è fuoriuscito e rientra con il comando s di spinta sul pulsante.

Funzionamento

Quando il pulsante dello start non è pigiato, questo, essendo normalmente aperto, porta in uscita l'aria; questa entra nella valvola a scarico rapido, spinge l'otturatore a chiudere lo scarico e si porta in uscita, alimentando la camera del cilindro. Lo stelo fuoriesce e rimane in questa posizione fino a che non si pigia lo Start. Quando ciò avviene, lo start si commuta, interdicendo l'aria in uscita. Questa non alimenta più la camera del cilindro e l'aria in pressione, in essa contenuta, spinge l'otturatore della valvola a scarico rapido verso il condotto di ingresso, liberando quello di scarico. In tal modo, l'aria, contenuta nella camera del cilindro, può scaricarsi all'esterno, spinta anche dall'azione della molla, che provoca inoltre la corsa di rientro stelo

4.4.3 Temporizzazione

In alcune applicazioni occorre effettuare dei comandi temporizzati: che avvengano, per esempio, dopo un certo tempo di ritardo Δt , dall'istante in cui viene emesso il comando; oppure che rimangano attivi per un certo tempo Δt .

Ciò si ottiene con un temporizzatore. Questo deve essere del tipo NC se si vuole che, dopo il tempo Δt , venga aperto il passaggio dell'aria; del tipo NA se, dopo il tempo Δt , si vuole intercettare il passaggio dell'aria.

Come esempio si voglia così risolvere il seguente problema

IN LABORATORIO

Tema

Da un caricatore escono dei dischetti che debbono subire un controllo dimensionale. Caduto il dischetto su un apposito porta pezzo, questo viene spinto in posizione di misurazione. Dopo un tempo t , occorrente per la misura e per togliere il dischetto dal porta pezzi, questo deve automaticamente rientrare nella posizione iniziale per raccogliere un altro dischetto.

Componenti da utilizzare, rispondenti alle specifiche

Per lo spostamento del porta pezzi viene utilizzato un cilindro a doppio effetto, essendo le due corse entrambi di lavoro e controllate nella velocità

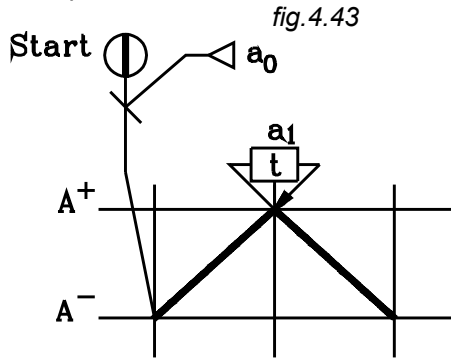
Nel ciclo di lavoro vi sono due posizioni da controllare: una di raccolta pezzo e una di misurazione. Vengono adoperati due finecorsa: \mathfrak{A}_0 , per il controllo della posizione rientrata, utilizzata nella raccolta pezzo; \mathfrak{A}_1 , per il controllo della posizione di fuoriuscita, utilizzata nella misurazione.

La velocità viene controllata da due regolatori di flusso unidirezionali.

Il comando del cilindro è indiretto. Viene adoperata una valvola di potenza bistabile 5/2. Lo Start è una valvola 3/2 monostabile NC

Durante il tempo di misurazione, nella posizione di fuoriuscita stelo, questo deve rimanere fermo. Trascorso il tempo Δt , automaticamente, il porta pezzo deve rientrare. Viene adoperato un temporizzatore NC, che ritarda di Δt il passaggio dell'aria verso il pilotaggio A^- della valvola bistabile, per la commutazione, che determina il rientro dello stelo.

Corsa passo



Il ciclo di lavoro è $A^+ A^-$. Le condizioni al contorno sono:

- All'inizio del primo passo la condizione di AND tra Start e a_0
- All'inizio del secondo passo la condizione di AND tra a_1 e il temporizzatore: questo si indica con il tempo t posto entro un rettangolo, come rappresentato in figura

Equazioni logiche di comando

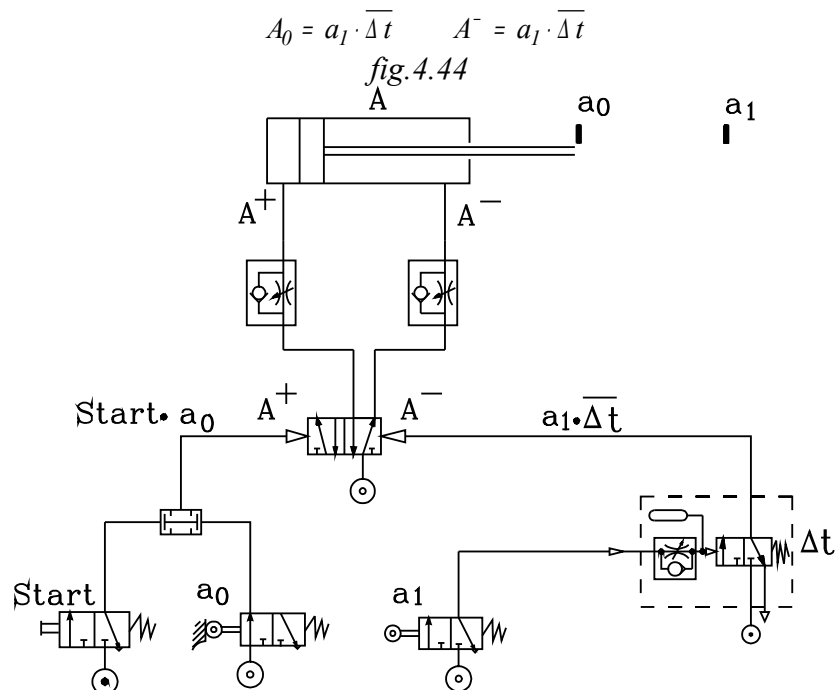
Il ciclo di lavoro è $A^+ A^-$. La corsa A^+ di fuoriuscita stelo si ottiene solamente quando è toccato il finecorsa a_0 (stelo rientrato) e si piglia lo Start. Il comando A^- di fuoriuscita stelo sarà quindi dato dall'AND dei due segnali.

$$A_1 = a_0 \cdot \text{Start} \quad A^+ = a_0 \cdot \text{Start}$$

Il rientro stelo si ottiene solamente quando: è toccato il finecorsa a_1 , ed è trascorso il tempo Δt prescritto per misurare il pezzo e toglierlo dal portapezzi.

Il comando A_0 di rientro stelo è dato dall'AND tra il finecorsa a_1 e il temporizzatore.

Il segnale viene emesso quando è toccato a_1 e non si è nell'intervallo Δt



Dalle equazioni logiche si può immediatamente ricavare il circuito pneumatico.

- Si disegna il cilindro a doppio effetto con stelo rientrato: posizione che assume nelle condizioni iniziali. Si pongono i regolatori di flusso nei due condotti di alimentazione del cilindro. Si disegna quindi la valvola di potenza 5/2 bistabile. Ai lati di questa si indicano gli stati comandi $A^+ A^-$.
- Lo stato A^+ è dato da: $A^+ = a_0 \cdot \text{Start}$.

Si disegna lo Start in AND con il finecorsa a_0 e l'uscita va collegata con il pilotaggio A^+ . Il finecorsa a_0 nelle condizioni iniziali è toccato: per cui va disegnato nella posizione commutata, con l'indicazione del contatto della camma con il rullo.

- Lo stato A^- è dato da: $A^- = a_1 \cdot \overline{\Delta t}$. Dove $\overline{\Delta t}$ indica che si è fuori dell'intervallo Δt . Si disegna il finecorsa a_1 , in AND con il temporizzatore: si collega l'uscita di a_1 con l'ingresso del temporizzatore e l'uscita di questo con il pilotaggio A^- della valvola di potenza.

Funzionamento

- Nelle condizioni iniziali, l'aria che esce dalla valvola 5/2 pone lo stelo del cilindro in posizione retratta. Il finecorsa a_0 , essendo toccato dalla camma, fornisce aria all'AND, ma questo la intercetta, non pervenendo ad esso altra aria dallo Start.
- Posto il dischetto sul porta - pezzo e pigiato lo Start, dall'AND esce l'aria che commuta la valvola 5/2 in modo da alimentare la camera sinistra del cilindro (quella a destra si trova in scarico). Viene così effettuata la corsa di fuoriuscita dello stelo.
- Alla fine della corsa, toccato a_1 il dischetto è in posizione di misurazione. In questa, dal finecorsa a_1 esce l'aria che va a riempire il serbatoio del temporizzatore la cui valvola 3/2 NC monostabile intercetta l'aria in uscita.
- Trascorso il tempo Δt (regolato dalla strozzatura), riempito il serbatoio, l'aria di pilotaggio della valvola 3/2 raggiunge la pressione sufficiente a commutarla. Dal temporizzatore esce l'aria che commuta la valvola di potenza 5/2 in modo da alimentare la camera destra del cilindro. La camera a sinistra è sicuramente in scarico, anche se si tiene pigiato lo Start: in quanto, con stelo fuoriuscito, non è toccato a_0 , e questo, in posizione di riposo, non commutato, è in scarico.
- Si ottiene così la corsa di ritorno dello stelo, dopo il tempo Δt , occorrente per la misurazione del dischetto e la sua rimozione dal porta pezzo.

4.4.4 Condizione al contorno sulla pressione

Una condizione al contorno, che può essere imposta nell'attuazione di un passo di un ciclo di lavoro, è il raggiungimento di una certa pressione di spinta sul pistone, al termina di una corsa: il passo successivo non si attua se non si raggiunge una pressione prescritta p sul pistone.

Per il soddisfacimento della condizione del raggiungimento di una pressione occorre adoperare la *valvola a soglia*.

Per comprendere come può essere imposta la condizione al contorno, sulla pressione e la relativa utilizzazione della valvola a soglia, conviene riferirsi ad un esempio.

IN LABORATORIO

Tema

Un saldatore mosso da un cilindro a doppio effetto deve essere premuto su due elementi da saldare. Il comando viene impartito da uno Start manuale. La corsa di lavoro di avvicinamento dell'elemento premente e, alla fine, di saldatura dei due elementi deve essere lenta. La pressione nella camera di spinta del cilindro deve crescere gradatamente, fino a raggiungere la pressione di saldatura p . Soltanto quando il saldatore ha raggiunto la posizione di saldatura e si è realizzata la pressione p , si ottiene il rapido rientro dello stelo.

Pigiando lo Start si ha un nuovo ciclo di lavoro.

Soluzione del problema e componenti da utilizzare

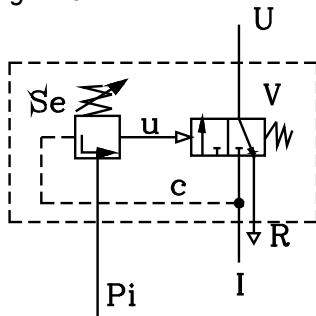
Lo spostamento del saldatore si ottiene con un cilindro a doppio effetto, il quale deve effettuare una corsa lenta di fuoriuscita stelo e una rapida di ritorno.

La pressione nella camera sinistra di spinta del cilindro, alla fine della corsa di fuoriuscita, deve salire con gradualità: ciò si ottiene mediante la strozzatura di un regolatore di flusso unidirezionale, il quale regola anche la velocità dello stelo.

La corsa di rientro deve essere rapida: non si pone il regolatore di flusso nel tubo di ingresso della camera lato stelo. Per evitare urti, viene adoperato un cilindro con ammortizzatori.

Le posizioni del saldatore, nella fuoriuscite e rientro stelo, vengono controllate da due finecorsa: a_0 in posizione rientrata, a_1 in posizione fuoriuscita.

fig.4.45



Nella fuoriuscita dello stelo, toccato il finecorsa a_1 , non deve avvenire la corsa di rientro fino a che non si raggiunge la pressione di saldatura p : al conseguimento di questa, deve essere elaborato un segnale pneumatico di comando del rientro stelo. Ciò si ottiene impiegando una valvola di soglia.

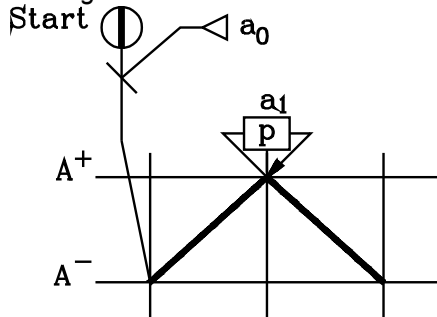
La valvola di soglia è costituita dall'accoppiamento di una valvola di sequenza S_e con una V 3/2 monostabile NC. In condizioni di riposo la valvola V 3/2 interdice l'aria in uscita, ottenendo lo stato logico 0.

Se si invia, al pilotaggio esterno P_i della valvola di sequenza, dell'aria con pressione crescente, si raggiunge un certo valore di soglia p , capace di vincere la spinta della molla tarata e di ottenere la commutazione della valvola di sequenza, che porta l'aria dall'ingresso I , attraverso il condotto c in uscita u . Ora la valvola di sequenza fornisce il segnale di pilotaggio della valvola V 3/2 che, commutata, eroga aria dall'uscita U , ottenendo lo stato logico 1.

La pressione di soglia p è determinata dall'aria prelevata dal condotto di alimentazione A^+ della camera del cilindro, lato "cielo pistone": è in questa camera che si deve raggiungere la pressione p , occorrente per la saldatura.

Corsa passo

fig.4.46



Il ciclo di lavoro è $A^+ A^-$. Le condizioni al contorno sono:

- All'inizio del primo passo la condizione di AND tra Start e a_0 .
- All'inizio del secondo passo la condizione di AND tra a_1 e la valvola di soglia: questo si indica con la pressione di soglia p , posta entro un rettangolo, come rappresentato in figura.

Equazioni logiche di comando

Il ciclo di lavoro è $A^+ A^-$. La corsa A^+ , di fuoriuscita stelo, si ottiene solamente quando è toccato il finecorsa a_0 (stelo rientrato) e si piglia lo Start. Il comando A_1 di fuoriuscita stelo sarà quindi dato dall'AND dei due segnali.

$$A_1 = a_0 \cdot \text{Start} \quad A^+ = a_0 \cdot \text{Start}$$

La corsa A^- può avvenire solamente quando, toccato il finecorsa a_1 , l'aria prelevata dal condotto di alimentazione A^+ raggiunge la prefissata pressione di saldatura p . Il comando A_0 di rientro stelo è dato dall'AND tra il finecorsa a_1 e la valvola di soglia, pilotata dall'aria proveniente da condotto A^+ .

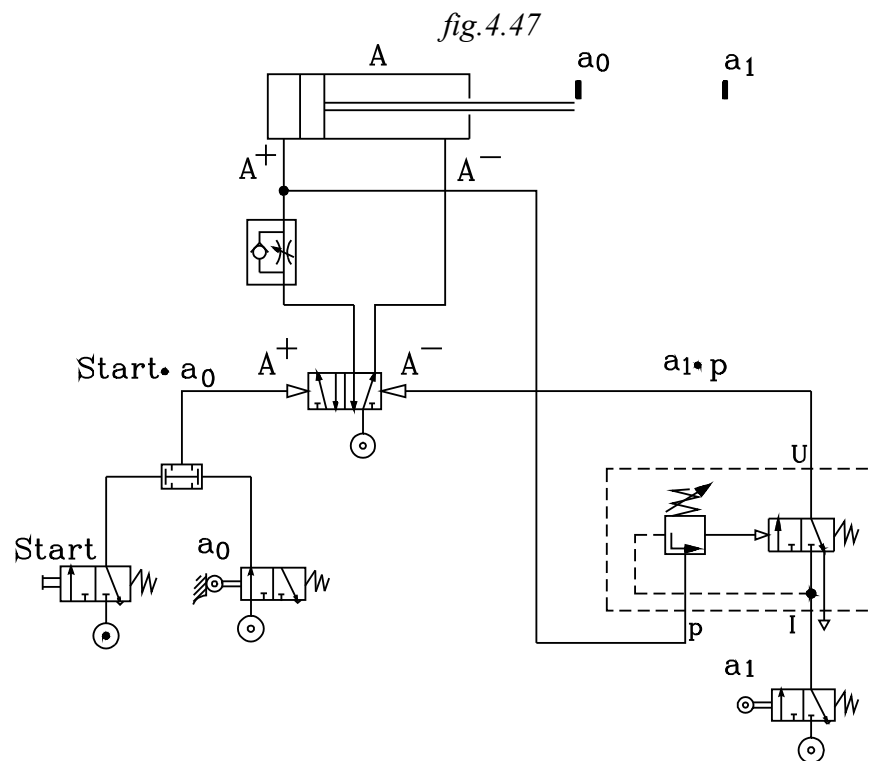
$$A_0 = a_1 \cdot p \quad A^- = a_1 \cdot p$$

Stesura del circuito pneumatico

Dalle equazioni logiche si può immediatamente ricavare il circuito pneumatico.

- Si disegna il cilindro a doppio effetto con stelo rientrato: posizione che assume nelle condizioni iniziali. Si indica il tubo di alimentazione di sinistra con A^+ , quello di destra con A^- .
- Si pone il regolatore di flusso nel condotto di alimentazione A^+ , con direzione di regolazione verso l'ingresso (strozzatura del flusso verso l'entrata). Si disegna quindi la valvola di potenza 5/2 bistabile. Ai lati di questa si indicano gli stati comandati $A^+ A^-$.

- Lo stato A^+ è dato da: $A^+ = a_0 \cdot Start$.
Si disegna lo Start in AND con il finecorsa a_0 e l'uscita va collegata con il pilotaggio A^+ . Il finecorsa a_0 nelle condizioni iniziali è toccato: per cui va disegnato nella posizione commutata, con l'indicazione del contatto della camma con il rullo.
- Lo stato A^- è dato da: $A^- = a_1 \cdot p$.
Si disegna il finecorsa a_1 in AND con la valvola di soglia. In pratica, disegnato a_1 , si collega l'uscita di questo con l'ingresso I della valvola di soglia. Dalla tubazione A^+ si deriva un tubo che porta l'aria di pilotaggio p alla valvola di sequenza. l'uscita U dalla valvola di soglia va collegata con il pilotaggio A^- della valvola 5/2 di potenza.



Funzionamento

- Nelle condizioni iniziali, l'aria, che esce dalla valvola 5/2 bistabile pone lo stelo del cilindro in posizione retratta. Il finecorsa a_0 , essendo toccato dalla camma, fornisce aria all'AND, ma questo la intercetta, non pervenendo ad essa altra aria dallo Start.
- Pigiato lo Start, dall'AND esce l'aria che commuta la valvola 5/2 in modo da alimentare la camera sinistra del cilindro (quella a destra si trova in scarico). Viene così effettuata la corsa di fuoriuscita dello stelo. Questa avviene con una velocità, moderata dalla strozzatura della valvola regolatrice di flusso unidirezionale.
- Alla fine della corsa viene toccato a_1 e il saldatore preme sui due elementi da saldare.
- L'aria è posta in uscita dal finecorsa a_1 , ma non esce dalla valvola di soglia, fino a che, nella camera sinistra del cilindro, non si raggiunge la pressione di soglia p , impostata con la molla di taratura. Raggiunta detta pressione, dall'uscita U della valvola di soglia esce l'aria, che va al pilotaggio A^- della valvola di potenza 5/2 bistabile. Questa, commutandosi, alimenta la camera del cilindro lato stelo e pone in scarico quella opposta: si ottiene così la corsa rapida di rientro stelo.

5 COMANDI COMBINATORI

Un comando si definisce "combinatorio" quando la funzione di trasmissione $y=f(x_1,x_2...)$ dipende solamente dalla combinazione dei valori delle variabili $x_1,x_2..$ e non dal tempo o dalla sequenza secondo la quale queste si succedevano nel tempo.

Consideriamo il seguente comando "y" così formulato:

La fresatrice si pone in movimento di alimentazione:

- 1- se è chiusa la protezione → variabile p
- 2- se circola il refrigerante → variabile r
- 3- se si pigia lo start → variabile s

Si tratta di un comando combinatorio: esso viene eseguito quando le tre variabili p,r,s risultano tutte e tre vere ($p=1 - r=1 - s=1$) indipendentemente dall'ordine secondo il quale si succede nel tempo il loro verificarsi.

$$y = p \cdot r \cdot s$$

In pneumatica, come nelle altre tecnologie, viene definito combinatorio quel circuito o parte di esso nel quale la funzione di trasmissione dipende solamente dalla combinazione dei valori binari delle variabili di ingresso e non dal tempo, né dalla successione secondo cui si verificano nel tempo.

In qualsiasi momento si verifichi una determinata combinazione delle variabili binarie di ingresso ($x_1,x_2...)$, vi corrisponde sempre, in uscita del circuito combinatorio, la stessa funzione di trasmissione: $y = (x_1,x_2...)$.

Ad un circuito combinatorio vi corrisponde una funzione di trasmissione esprimibile con una funzione logica binaria e viceversa.

Qui di seguito, per esercitazione, vengono considerati i circuiti combinatori pneumatici che realizzano delle prescritte funzioni binarie e viceversa.

Le variabili di ingresso $x_1,x_2...$ sono realizzate con valvole 3/2 NC monostabili a comando manuale, che trasformano le spinte sui pulsanti in segnali pneumatici.

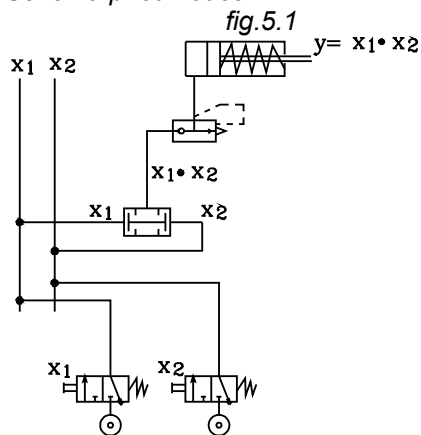
IN LABORATORIO

5.1 Esempi di circuiti combinatori

Provare in laboratorio in circuiti pneumatici che realizzano le seguenti funzioni logiche binarie.

5.1.1 Funzione prodotto logico $y = x_1 \cdot x_2$

Schema pneumatico

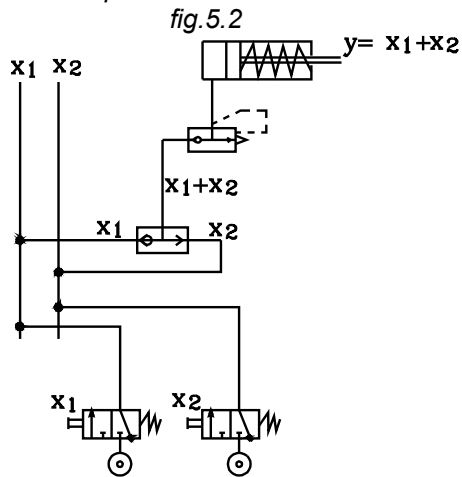


Il circuito pneumatico che realizza la funzione logica si ottiene impiegando la valvola AND.

L'uscita y corrisponde alla fuoriuscita dello stelo del cilindro a semplice effetto.

5.1.2 Funzione somma logica $y = x_1 + x_2$

Schema pneumatico



Il circuito pneumatico che realizza la funzione logica si ottiene impiegando la valvola OR.

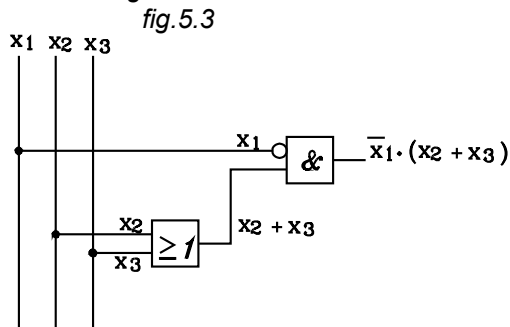
L'uscita y corrisponde alla fuoriuscita dello stelo del cilindro a semplice effetto.

5.1.3 Funzione $y = \overline{x_1} \cdot x_2 + x_3 \cdot \overline{x_1}$

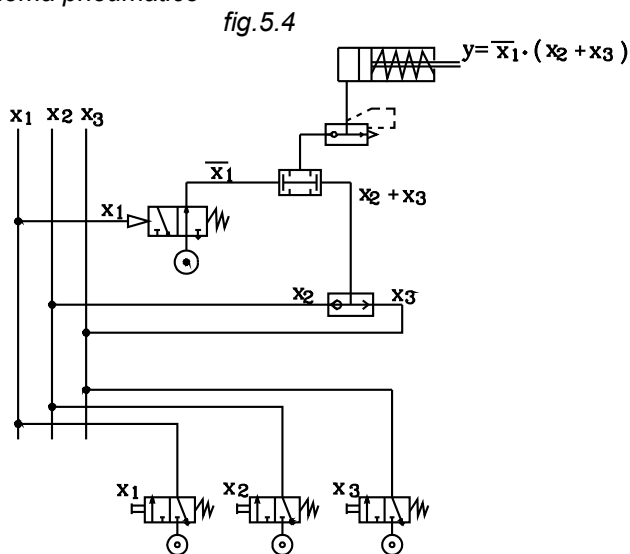
Per diminuire il numero di contatti conviene raccogliere $\overline{x_1}$

$$y = \overline{x_1} \cdot (x_2 + x_3)$$

Schema logico



Schema pneumatico



Allo scopo, di poter verificare il funzionamento del circuito pneumatico combinatorio, la funzione di trasmissione y , in uscita da esso, viene inviata all'ingresso di un cilindro a semplice effetto.

Del circuito, occorre notare che la variabile pneumatica $\overline{x_1}$ si ottiene, inviando l'aria che esce dalla valvola x_1 nella valvola NOT, costituita da una 3/2 NA monostabile.

I due segnali pneumatici, in uscita dalle valvole x_2 , x_3 , vengono inviati alla valvola OR che fornisce la somma logica: $x_2 + x_3$. Questa va ad uno degli ingressi della valvola AND, alla quale perviene all'altro ingresso il segnale $\overline{x_1}$ in uscita dalla valvola NOT.

Per controllare il funzionamento del circuito conviene prima stendere la tabella della verità.

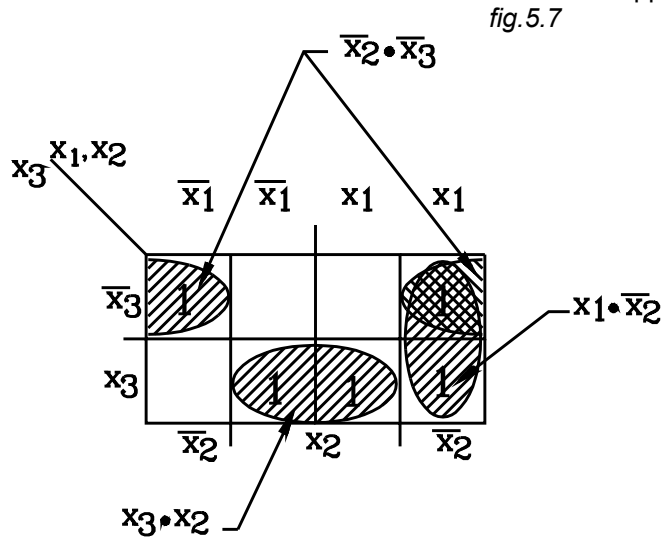
fig.5.6

x_1	x_2	x_3	$y = \overline{x_1} \cdot (x_2 + x_3)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Dalla tabella della verità si riscontra che se si pigia la valvola x_1 non fuoriesce lo stelo in qualsiasi condizione delle altre due valvole (azionate o no).
 Con valvola x_1 non azionata ($x_1 = 0$) lo stelo fuoriesce, azionando una sola o contemporaneamente le altre due valvole. Provare.

5.1.4 Funzione $y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3$

Conviene minimizzare la funzione attraverso la mappa di Karnaugh a tre variabili.



Si ottiene la funzione:

$$y = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot \overline{x_3} + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3$$

Raccogliendo $\overline{x_1}$ si ha:

$$y = \overline{x_1} \cdot (\overline{x_2} \cdot (\overline{x_3} + x_3)) + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3$$

Schema logico

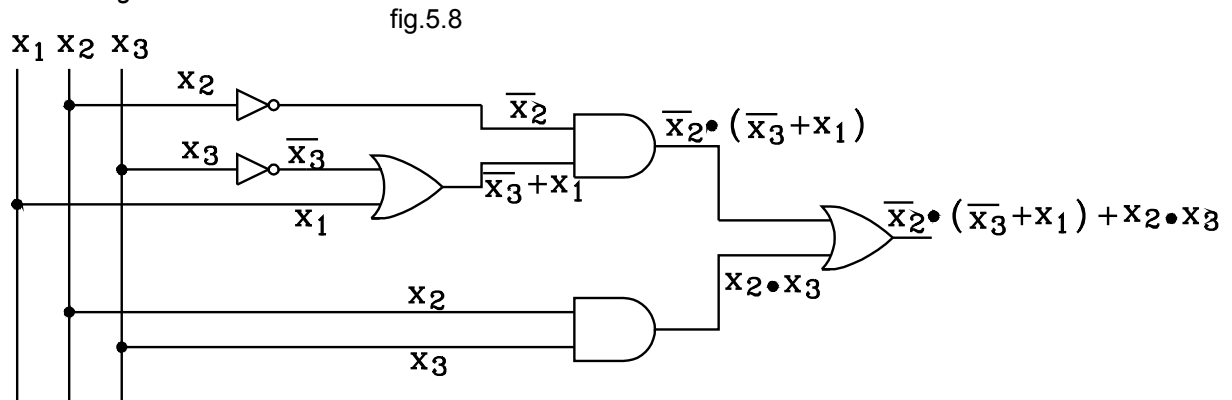
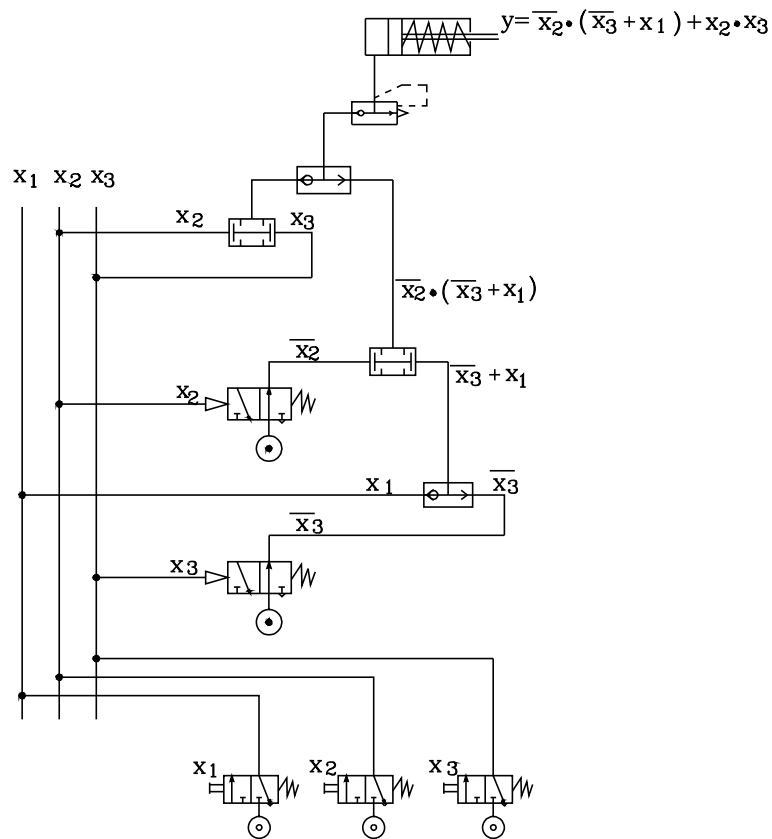


Tabella della verità

x_1	x_2	x_3	$y = \bar{x}_2 \cdot (\bar{x}_3 + x_1) + x_2 \cdot x_3$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Circuito pneumatico



Osservando la tabella della verità si verifica che fuoriesce lo stelo nelle condizioni logiche degli start che rendono lo stato logico di y uguale ad 1: Quando non sono pigiati gli Start - quando è pigiato solamente lo start x_2 - ... ecc



Avanti...

[Clic per continuare](#)


Indietro...

[clic per precedente](#)


Indietro...

[Clic per la pagina iniziale](#)