

Ercole Gatti

Appunti di

AUTOMAZIONE PNEUMATICA

1 AUTOMAZIONE PNEUMATICA

La pneumatica è uno dei mezzi più economici e sicuri per la risoluzione degli innumerevoli problemi di automazione.

La comodità di avere a disposizione una fonte di energia secondaria come l'aria compressa (considerando pure il suo costo di produzione), l'economicità dei componenti, la semplicità dei collegamenti uniti alla sicurezza ed all'affidabilità, fanno sì che la pneumatica occupi un posto di primo piano nell'automazione in genere.

Nel SI la portata viene espressa in m^3/s o m^3/h (portata volumetrica).

In pratica in pneumatica si fa riferimento all'aria allo stato libero e perciò viene impiegato il *normal litro*, indicato simbolicamente con nL oppure NL . Usando come unità di misura il metro cubo, si parlerà di *normal metro cubo* (nm^3 o Nm^3).

Lasciando ad altra sede lo studio della produzione dell'aria compressa, viene trattato brevemente il problema dell'umidità dell'aria in quanto l'eliminazione dell'acqua presente nella massa d'aria che lavora nei vari componenti dei circuiti è di primaria importanza per garantirne una lunga durata.

1.1 UMIDITÀ

L'aria contiene sempre una certa quantità di vapore acqueo e si dice *satura di umidità* o semplicemente *satura* quando contiene la massima quantità di vapore acqueo compatibile con la sua temperatura. Generalmente l'aria contiene una quantità di umidità minore di quella corrispondente allo stato saturo.

Alcune Definizioni:

- UMIDITÀ DI SATURAZIONE è la quantità di vapore acqueo contenuto in un metro cubo di aria satura. Il suo valore non dipende dalla pressione ma dipende *solo dalla temperatura*.
- UMIDITÀ ASSOLUTA è il peso in grammi di vapore acqueo contenuto in un metro cubo di aria.
- UMIDITÀ RELATIVA è il rapporto, espresso in percentuale, tra il peso in grammi di vapor acqueo effettivamente presente in un metro cubo d'aria e la sua umidità di saturazione

$$\text{umidità relativa} = \frac{\text{umidità assoluta}}{\text{umidità di saturazione}} \cdot 100 \quad (1)$$

- GRADO IGROMETRICO è l'umidità relativa non espressa in percentuale. Dire ad esempio umidità relativa del 63% è come dire grado igrometrico 0.63.
Ne deriva che l'umidità assoluta è data da:

$$\text{umidità assoluta} = \text{umidità di saturazione} \cdot \text{grado igrometrico} \quad (2)$$

Gli apparecchi che servono per misurare l'umidità relativa sono gli *Igrometri*.

- PUNTO DI RUGIADA è la temperatura alla quale l'umidità relativa dell'aria raggiunge 100% (aria satura). A questa temperatura inizia la condensazione del vapor d'acqua contenuto nell'aria se questa viene raffreddata.

Dalla tabella si rileva che quanto più il punto di rugiada è basso tanta meno acqua, sotto forma di vapore, può essere contenuta nell'aria e viceversa.

Peso in grammi di vapor d'acqua contenuto in un metro cubo d'aria satura

°C	g	°C	g	°C	g	°C	g	°C	g	°C	g
60	129,200	44	61,772	28	26,970	12	10,600	-4	3,513	-20	0,880
59	123,495	43	58,820	27	25,524	11	9,961	-5	3,238	-21	0,800
58	118,199	42	55,989	26	24,143	10	9,356	-6	2,984	-22	0,730
57	113,130	41	53,274	25	22,830	9	8,784	-7	2,751	-23	0,660
56	108,200	40	50,672	24	21,578	8	8,243	-8	2,537	-24	0,600
55	103,453	39	48,181	23	20,386	7	7,732	-9	2,339	-25	0,550
54	98,883	38	45,593	22	19,252	6	7,246	-10	2,156	-26	0,510
53	94,483	37	43,508	21	18,191	5	6,790	-11	1,960	-27	0,460
52	90,247	36	41,322	20	17,148	4	6,359	-12	1,800	-28	0,410
51	86,173	35	39,286	19	16,172	3	5,953	-13	1,650	-29	0,370
50	82,257	34	37,229	18	15,246	2	5,570	-14	1,510	-30	0,330
49	78,491	33	35,317	17	14,367	1	5,209	-15	1,380	-31	0,301
48	74,871	32	33,490	16	13,531	0	4,868	-16	1,270	-32	0,271
47	71,395	31	31,774	15	12,739	-1	4,487	-17	1,150	-33	0,244
46	68,056	30	30,078	14	11,987	-2	4,135	-18	1,050	-34	0,220
45	64,848	29	28,488	13	11,276	-3	3,889	-19	0,960	-35	0,198

Esempio

Un normal metro cubo di aria satura a 20 °C contiene 17,148 g di vapore acqueo. Dato che, come già accennato, l'umidità di saturazione non dipende dalla pressione ma solo dalla temperatura, anche un metro cubo di aria sempre a 20 °C ma a una pressione assoluta di 6 bar (0.6 MPa), viene saturato dalla stessa quantità di vapore acqueo.

Supponiamo ora che l'aria non sia satura ma abbia un'umidità relativa dell'83%. Sia alla pressione atmosferica che alla pressione di 6 bar la sua umidità assoluta sarà, per la (2)

$$17,148 \cdot 0,83 = 14,23 \text{ g/m}^3.$$

Dalla tabella si rileva che il suo punto di rugiada è compreso tra 16 e 17 °C. Alla temperatura di 17 °C la condensazione non ha ancora inizio perché l'aria a tale temperatura può contenere fino a 14,367 g/m³ di vapore, mentre alla temperatura di 16 °C si ha la condensazione di: 14,23 – 13,531 = 0.699 g/m³ di vapore acqueo.

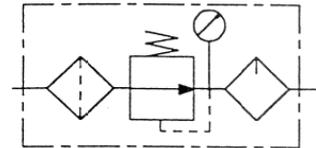
Supponiamo ora di avere 5 m³ di aria a 0,6 MPa assoluti. Siccome un metro cubo di aria a 6 bar (assoluti) occupa, alla pressione atmosferica, un volume di 6 m³ (6 nm³) per avere 5 m³ a 6 bar

si saranno dovuti comprimere 30 m^3 di aria alla pressione atmosferica. Se la temperatura è di 17°C e l'umidità sempre dell'83% quest'aria conterrà $14,367 \cdot 0,83 \cdot 30 = 357,74 \text{ g}$ di vapor acqueo. La stessa quantità si ritroverà a 6 bar ma in un volume di soli 5 m^3 cioè $357,74/5 = 71,548 \text{ g/m}^3$. Se anche a questa pressione la temperatura è di 17 gradi si avrà la condensazione di $(71,548 - 14,367) \cdot 5 = 285,9$ grammi di acqua.

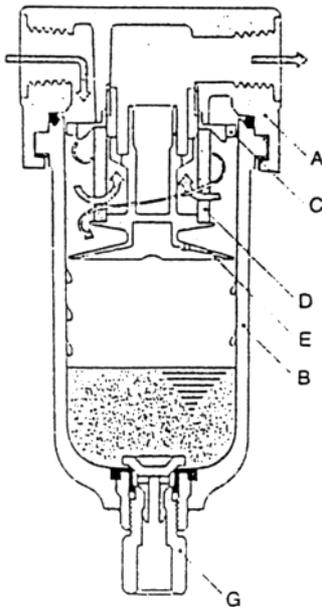
1.2 TRATTAMENTO DELL'ARIA COMPRESSA

Per un uso corretto dell'aria compressa occorre, prima di utilizzarla nei circuiti automatici, prevedere un trattamento di filtrazione, regolazione della pressione e, se le apparecchiature lo richiedono, anche la sua lubrificazione.

Le apparecchiature impiegate per queste operazioni sono di solito montate in un unico blocco chiamato *gruppo FRL* (Filtro-Regolazione-Lubrificazione) il cui simbolo grafico è rappresentato qui a fianco.



Filtro



- A) Corpo in lega metallica con incorporate le connessioni ed i dispositivi di fissaggio e sostegno dei componenti interni.
- B) Tazza trasparente collegata al corpo. Funge da serbatoio di espansione e di raccolta della condensa e delle impurità.
- C) Anello deflettore-centrifugatore alloggiato in corrispondenza dell'entrata dell'aria; imprime a questa un movimento rotatorio che centrifuga sulla parete della tazza le particelle solide e liquide che, poi, cadono sul fondo.
- D) Cartuccia filtrante, in materiale finemente poroso, attraverso la quale passa l'aria diretta alla connessione di uscita.
- E) Separatore situato fra la cartuccia filtrante ed il condensatore; impedisce al flusso dell'aria in transito di investire il liquido depositato e riportarlo in circolazione.
- G) Scarico di fondo che può essere un semplice rubinetto o, meglio, automatico con galleggiante.

Regolatore

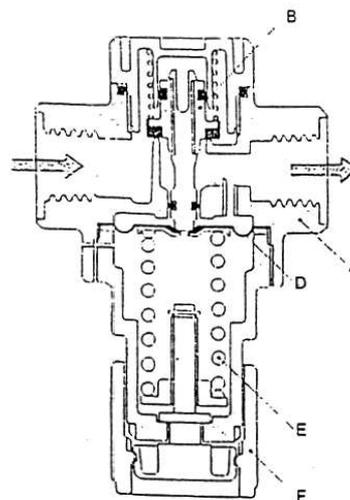
Il regolatore di pressione è costituito essenzialmente da un corpo (A), da una vite di regolazione (F), da una molla di regolazione (E), dal diaframma elastico (D) e dalla valvola a piattello (B).

Avvitando la vite di regolazione si esercita sulla molla un certo carico che viene trasmesso, tramite il diaframma e lo stelo, alla valvola, provocandone l'apertura.

All'aumentare della pressione a valle, aumenta la spinta che si esercita sulla faccia superiore del diaframma; tale spinta agisce in contrasto alla molla di regolazione fino a raggiungere l'equilibrio fra le due forze.

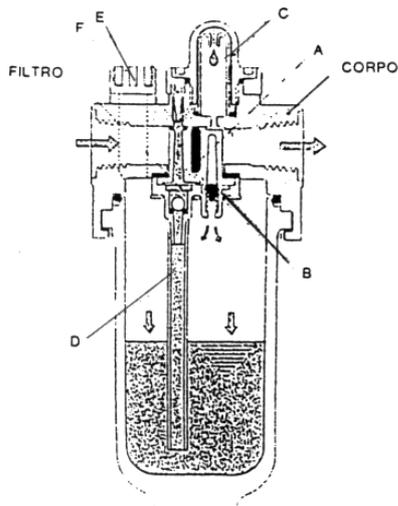
Se non esiste una richiesta d'aria a valle del regolatore, lo stato di equilibrio si ottiene a valvola chiusa.

Quando invece si ha un consumo d'aria, lo stato di equilibrio si raggiunge con la valvola aperta di quel tanto necessario a compensare il consumo stesso. In tal modo la pressione in uscita viene mantenuta costante.



Lubrificatore

Il funzionamento del lubrificatore a nebbia si basa sul trascinarsi dell'olio causato da una differenza di pressione prodotta in un condotto provvisto di strozzatura e percorso da aria compressa.



Facendo riferimento alla figura, l'aria compressa in ingresso attraversa il sensore di flusso e la strozzatura Venturi ed esce a valle.

Una piccola parte dell'aria compressa, attraverso la valvola di ritegno B, mette in pressione la tazza in cui è contenuto l'olio lubrificante.

Si crea così tra la tazza e la cupola-spia C una opportuna differenza di pressione che consente all'olio di raggiungere attraverso il sifone D la cupola C, dalla quale viene immesso a gocce nell'aria compressa, generando in tal modo la nebbia d'olio desiderata.

La generazione della nebbia d'olio viene resa proporzionale alla richiesta tramite il sensore di flusso, mentre la regolazione della quantità d'olio viene ottenuta mediante la manopola E.

Esistono anche lubrificatori a micronebbia il cui funzionamento è analogo ai lubrificatori a nebbia, con l'aggiunta di un dispositivo che non permette alle goccioline d'olio, che superano un determinato diametro, di proseguire con l'aria compressa e le costringono a rientrare nella tazza. Con questi tipi di lubrificatori l'olio può essere trascinato in sospensione a micronebbia a grandi distanze.

2 CILINDRI

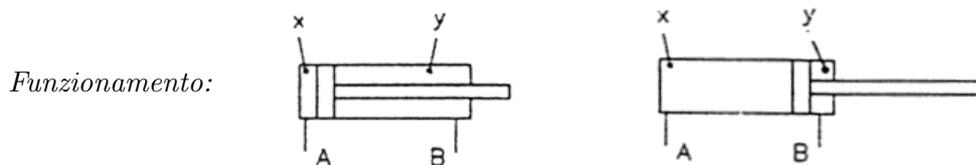
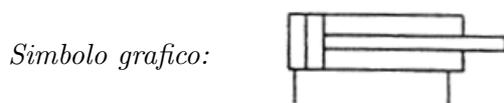
I *cilindri* sono componenti che trasformano l'energia contenuta da una certa quantità di aria compressa in lavoro meccanico determinato dallo spostamento rettilineo di una forza teorica F_t [N], data dal prodotto della pressione *relativa* p_r [Pa], detta anche pressione di lavoro, per la superficie effettiva del pistone A_u [m²], detta anche area utile, su cui l'aria esercita la sua azione

$$F_t = p_r \cdot A_u .$$

2.1 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE

Cilindri a doppio effetto

Sono utilizzati per eseguire lavori con sforzi bidirezionali.

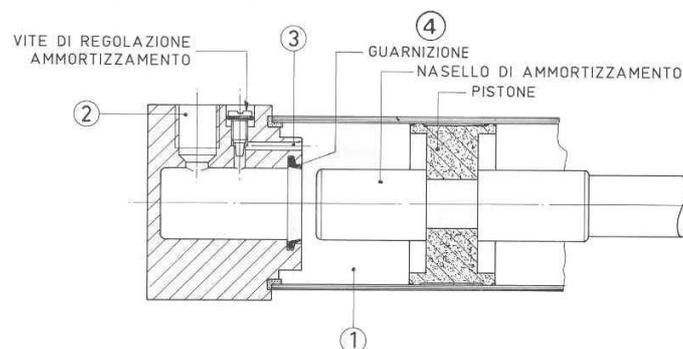


Immettendo aria nella connessione A essa giunge alla camera x; la pressione che si genera sulla superficie del pistone, non appena sviluppa una forza capace di vincere le resistenze, sposta il pistone (fuoriuscita dello stelo). Durante tale movimento la camera y attraverso la connessione B si scarica nell'atmosfera. Immettendo aria nella connessione B, essa giunge alla camera y, determinando lo spostamento del pistone (rientro dello stelo). Durante tale movimento la camera x attraverso la connessione A si scarica nell'atmosfera.

Per quanto riguarda il calcolo delle dimensioni del cilindro è da tener presente che durante la corsa di rientro lo sforzo esercitato dal pistone è minore di quello esercitato durante la corsa di uscita in quanto l'aria agisce solo sulla superficie ridotta del pistone (Area del pistone – Area dello stelo).

Ammortizzatori di fine corsa.

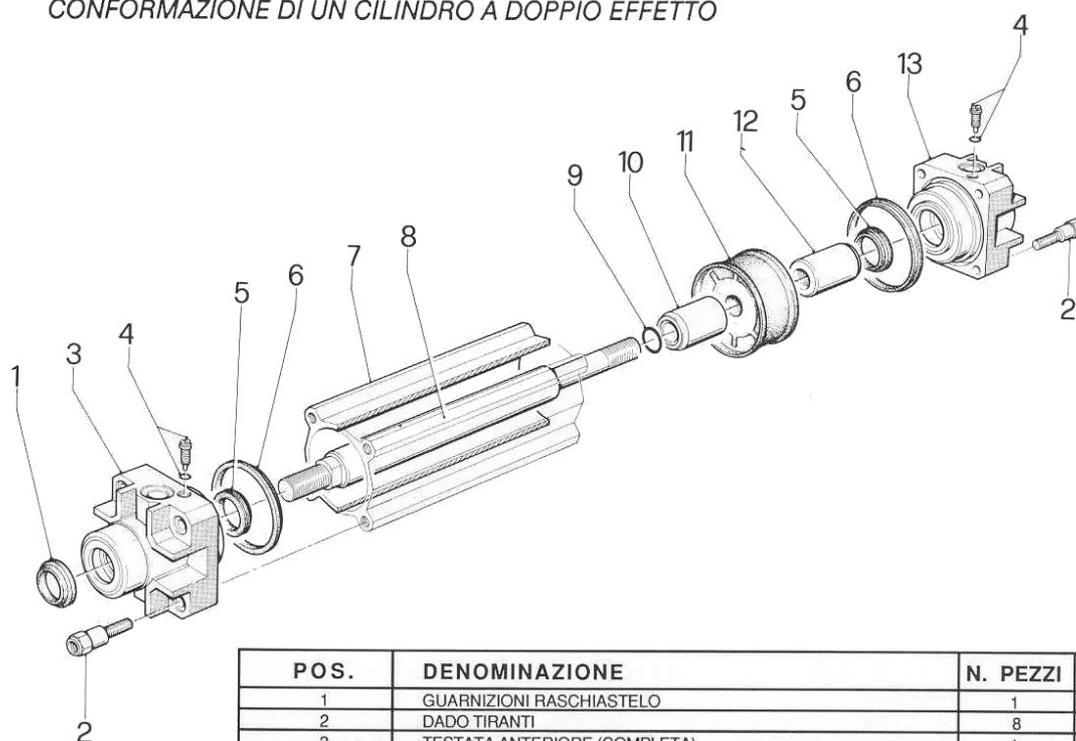
Se la velocità del pistone è elevata, per evitare che l'urto contro la testata provochi vibrazioni e comprometta la durata del componente, è consigliabile usare cilindri con ammortizzatori che rallentano il movimento del pistone in prossimità del fine corsa.



Nello spostamento del pistone da destra a sinistra, l'aria contenuta nella camera 1 fuoriesce dalla bocca 2. Quando però il nasello di ammortizzamento entra nella guarnizione, l'aria rimasta nella camera 1 è obbligata ad uscire dal foro 3 e ad attraversare il regolatore di ammortizzamento,

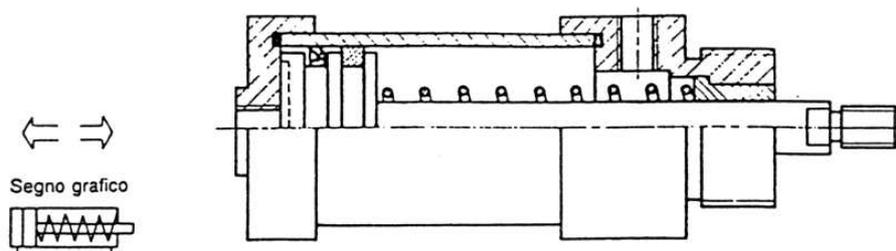
frenando così l'ultimo tratto di corsa. La guarnizione flottante 4 funziona anche da valvola unidirezionale e serve a by-passare il regolatore quando il pistone deve partire in senso opposto, permettendo all'aria di lavorare su tutta la superficie del pistone.

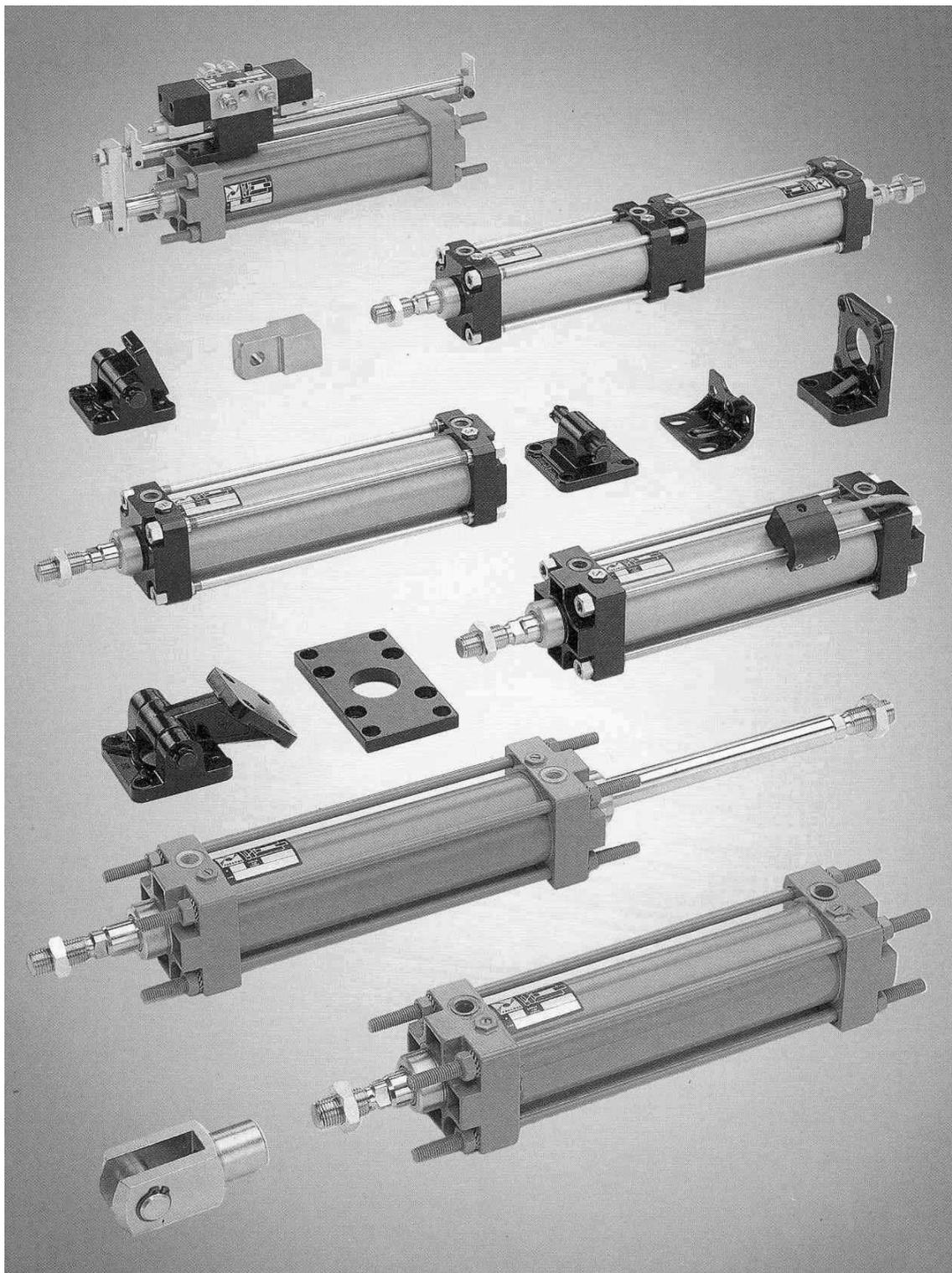
CONFORMAZIONE DI UN CILINDRO A DOPPIO EFFETTO



POS.	DENOMINAZIONE	N. PEZZI
1	GUARNIZIONI RASCHIATELO	1
2	DADO TIRANTI	8
3	TESTATA ANTERIORE (COMPLETA)	1
4	VITE REGOLAZIONE AMMORTIZZO	2
5	GUARNIZIONE AMMORTIZZATORE	2
6	GUARNIZIONI TESTATE	2
7	CAMICIA ALLUMINIO	1
8	STELO INOX PER CILINDRO MAGNETICO	1
8	STELO C40 CROMATO PER CILINDRO NON MAGNETICO	1
9	GUARNIZIONE BOCCOLA AMMORTIZZO	1
10	BOCCOLA ANTERIORE AMMORTIZZO	1
11	PISTONE MAGNETICO	1
11	PISTONE NON MAGNETICO (CON DISTANZIALI)	1
12	BOCCOLA POSTERIORE AMMORTIZZO	1
13	TESTATA POSTERIORE (COMPLETA)	1

Cilindri a semplice effetto Sono attuatori nei quali una corsa (di solito quella di rientro) viene effettuata dall'azione di una molla e non dall'aria compressa.



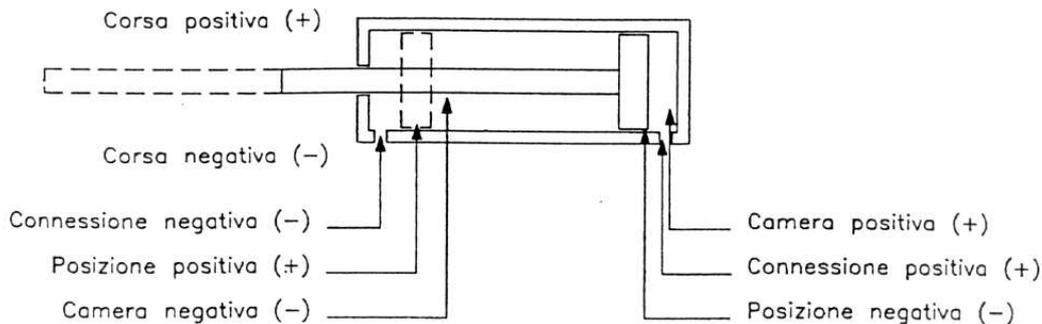


2.2 DEFINIZIONI

Corsa Per corsa si intende la misura, espressa in mm, dello spostamento che il pistone effettua in un solo senso. Il *ciclo* è un insieme di due o più corse ed è definito come una serie completa di eventi o condizioni che si ripetono periodicamente nel tempo in modo identico.

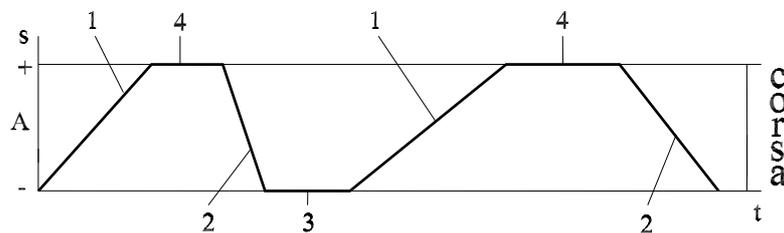
Posizioni, Connessioni, Camere e Corse dei Cilindri

- corsa positiva (+) quando lo stelo del pistone esce dal cilindro;
- corsa negativa (-) quando lo stelo del pistone entra nel cilindro;
- posizione positiva (+) quando lo stelo del pistone è completamente fuori;
- posizione negativa (-) quando lo stelo del pistone è completamente dentro;
- camera positiva (+) camera sotto pressione nella corsa positiva;
- camera negativa (-) camera sotto pressione nella corsa negativa;
- connessione positiva (+) connessione d'ingresso durante la corsa positiva;
- connessione negativa (-) connessione d'ingresso durante la corsa negativa.



Diagrammi di moto Per realizzare correttamente e velocemente un circuito pneumatico sono indispensabili i diagrammi di funzionamento dei pistoni. Il diagramma di moto si costruisce tracciando due assi ortogonali e riportando parallelamente all'asse delle ascisse una semiretta la cui distanza, nella scala prefissata, corrisponde alla corsa del pistone.

Se la corsa è rappresentata in funzione del tempo necessario per compierla, questi diagrammi sono detti *diagrammi di moto SPAZIO-TEMPO*.



I due assi paralleli rappresentano le due posizioni estreme dello stelo; quello inferiore corrisponde alla posizione “dentro” detta posizione *negativa*, quello superiore corrisponde alla posizione “fuori” detta posizione *positiva*.

Poiché sulle ascisse sono riportati i tempi e sulle ordinate lo spazio (la corsa), le linee inclinate che uniscono i due assi paralleli rappresentano i moti del pistone, e precisamente: quelle più inclinate rappresentano i movimenti più veloci e quelle meno inclinate i movimenti più lenti.

Secondo il numero dei cilindri si disegnano più diagrammi, uno per ogni cilindro.

Alla sinistra di ogni diagramma si pone:

- la denominazione del cilindro che viene data con una lettera maiuscola, partendo dalla A;
- il segno + alla sinistra della parallela superiore che sta ad indicare la posizione dello stelo “fuori”;
- il segno – alla sinistra della parallela inferiore che sta ad indicare la posizione dello stelo “dentro”.

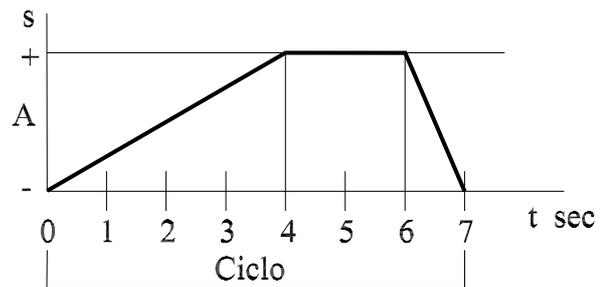
Con riferimento al diagramma si ha:

- 1 Linee di moto positive (corsa positiva A+);
- 2 Linee di moto negative (corsa negativa A-);
- 3 Linea di sosta in posizione negativa (-);
- 4 Linee di sosta in posizione positiva (+).

Prendendo come esempio un cilindro A:

- A+ sta a significare che lo stelo del cilindro A deve fare una corsa positiva (uscita) fino a raggiungere la posizione finale +, o che la corsa positiva è stata attuata e lo stelo si trova in posizione “fuori”;
- A- sta a significare che lo stelo del cilindro A deve fare una corsa negativa (entrata) fino a raggiungere la posizione finale -, o che la corsa negativa è stata attuata e lo stelo si trova in posizione “dentro”.

Diagramma SPAZIO-TEMPO di un ciclo



Il diagramma raffigura un cilindro il cui stelo avanza in un tempo di 4 secondi, si ferma in posizione positiva (fuori) per due secondi e quindi rientra in un secondo.

La durata dell'intero ciclo è di 7 secondi.

3 ELEMENTI DI COMANDO E DI CONTROLLO

Per comandare e controllare i cilindri occorrono dei componenti chiamati *valvole* che agiscono sulle vie di flusso dell'aria. I vari tipi di valvole si suddividono in:

- di *distribuzione* se deviano il flusso dell'aria mediante comandi;
- di *intercettazione* se modificano il percorso dell'aria o lo bloccano automaticamente;
- di *regolazione* se modificano le grandezze di pressione o di portata.

Le valvole di distribuzione sono chiamate *distributori*.

Comunemente vengono denominati distributori i componenti che per agire sul flusso dell'aria necessitano di un comando, mentre vengono denominati valvole quelli che agiscono sull'aria automaticamente.

3.1 DISTRIBUTORI

Servono a ricevere dei segnali di comando e –di conseguenza– aprono, chiudono o deviano il flusso dell'aria senza apportare modifiche sostanziali alla portata e alla pressione.

Si definiscano distributori *di potenza* quelli che agiscono direttamente sull'aria compressa che va ad alimentare i cilindri, mentre vengono definiti distributori *di controllo* quelli che agiscono sull'aria utilizzata per l'azionamento di altre valvole necessarie a realizzare l'automatismo richiesto.

Secondo le caratteristiche costruttive si distinguono in due tipi:

A CASSETTO o A OTTURATORE.

In quelli a cassetto un pistoncino (cassetto) con appropriate guarnizioni scorre dentro il corpo del distributore. Il cassetto non è soggetto a forze sviluppate dalla pressione del fluido, forze che sono tra loro equilibrate.

In quelli ad otturatore l'organo mobile è costituito da un piattello (otturatore). Generalmente sono a centri aperti, cioè durante il movimento dell'otturatore nella fase di commutazione, le luci di passaggio dell'aria rimangono tra loro comunicanti. Tale comportamento può, in alcuni casi, generare inconvenienti.

Classificazione

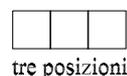
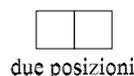
La classificazione dei distributori viene fatta in base:

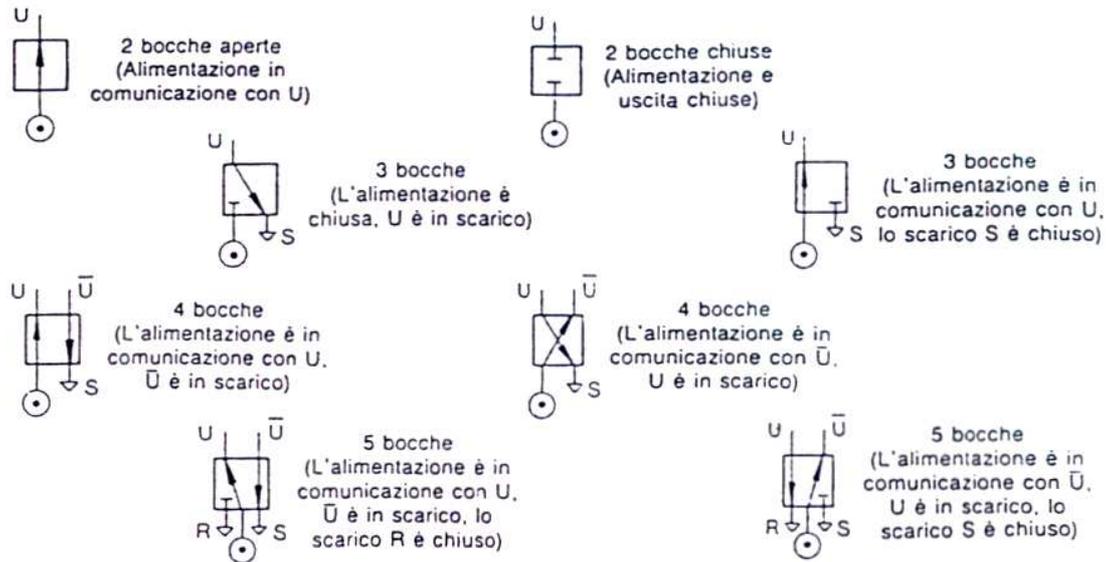
- al numero delle “bocche” di alimentazione, utilizzo e scarico, escludendo le eventuali bocche di comando;
- alle posizioni che può assumere l'organo scorrevole: due (destra e sinistra) per i distributori ad otturatore, due o tre (destra, centro e sinistra) per quelli a cassetto.

La denominazione è unificata; alla parola distributore, si fanno seguire due numeri: il primo indica il numero delle bocche o vie, escluse quelle eventuali di pilotaggio, il secondo il numero delle posizioni. Ad esempio:

- con *distributore 3/2* si indica un distributore a 3 bocche e 2 posizioni;
- con *distributore 5/3* si indica un distributore con 5 bocche e 3 posizioni.

La rappresentazione grafica dei distributori è unificata; ogni posizione viene indicata con un quadretto.





Per rappresentare un distributore in modo graficamente completo devono essere indicati:

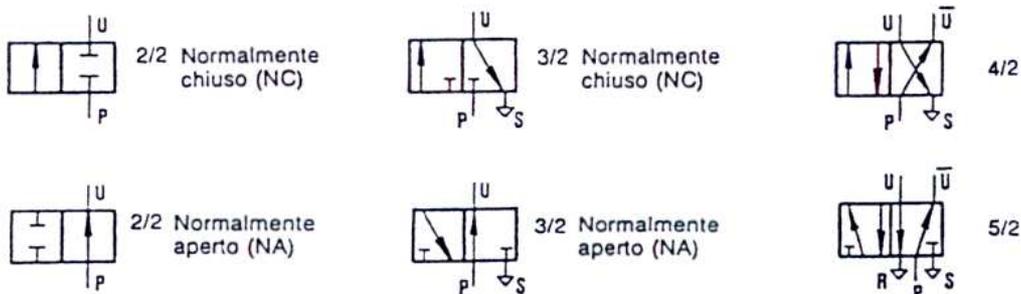
- Il numero delle posizioni dell'organo mobile (un quadrato per ogni posizione);
- I condotti interni;
- Le connessioni;
- I comandi.

Le connessioni vengono rappresentate nella posizione di riposo del distributore: questa posizione, chiamata "posizione zero", nei distributori a due posizioni è data dal quadretto a destra. I condotti interni vengono rappresentati in ogni posizione.

I distributori 2/2 e 3/2 si dicono:

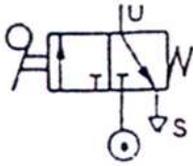
- *normalmente aperti* (NA) se nella posizione di riposo sono aperti;
- *normalmente chiusi* (NC) se, sempre nella posizione di riposo, sono chiusi.

SIMBOLOGIA DEI DISTRIBUTORI A DUE POSIZIONI:

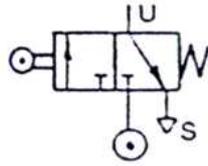


I distributori si dicono *stabili* quando, al cessare del comando di azionamento, l'organo mobile rimane nella posizione assunta. In questo caso i distributori a due posizioni vengono chiamati *BISTABILI*.

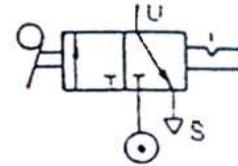
Se, al cessare del comando di azionamento, l'organo mobile ritorna nella posizione iniziale il distributore si dice *instabile*. In questo caso i distributori vengono chiamati *MONOSTABILI*.



Distributore 3/2 monostabile NC a leva riposizionamento a molla.



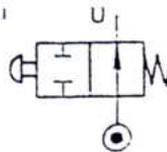
Distributore 3/2 fincorsa NC a rullo riposizionamento a molla.



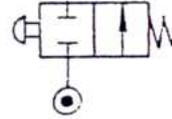
Distributore 3/2 bistabile a leva.

DISTRIBUTORE 2/2 (normalmente aperto)

PRIMA POSIZIONE (di riposo)



SECONDA POSIZIONE (azionato)



Azionamento: Pulsante
Riposizionamento: Molla

In posizione di riposo l'alimentazione è in comunicazione con U.

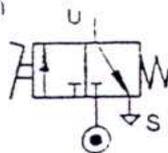
Pigando il pulsante si effettua lo spostamento verso destra di un quadretto. Il flusso viene interrotto.

Lasciando il pulsante la molla ripristina la prima posizione

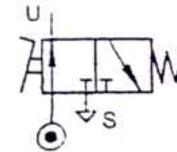
I distributori 2/2 non hanno scarico quindi, in posizione chiusa, il condotto dell'uscita U rimane in pressione.

DISTRIBUTORE 3/2 (normalmente chiuso)

PRIMA POSIZIONE (di riposo)



SECONDA POSIZIONE (azionato)



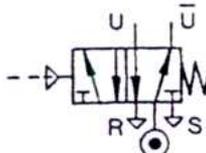
Azionamento: Pedale
Riposizionamento: Molla

In posizione di riposo l'alimentazione è chiusa: U è in scarico.

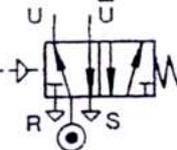
In posizione azionato l'alimentazione è in comunicazione con U: lo scarico è chiuso.

DISTRIBUTORE 5/2

PRIMA POSIZIONE (di riposo)



SECONDA POSIZIONE (azionato)

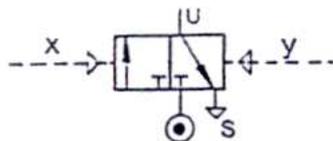


Azionamento: Aria
Riposizionamento: Molla

In posizione di riposo l'alimentazione è in comunicazione con U: U è allo scarico R; S è chiuso.

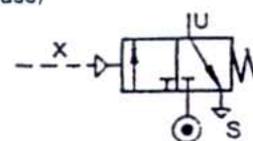
In posizione azionato l'alimentazione è in comunicazione con U: U-bar è allo scarico S. R è chiuso.

DISTRIBUTORE 3/2 Bistabile



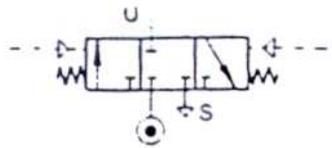
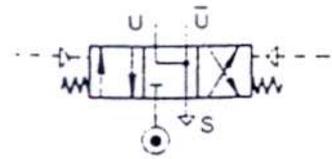
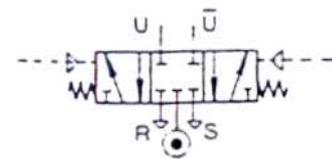
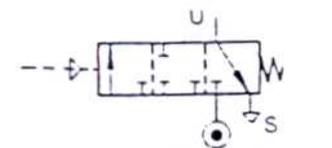
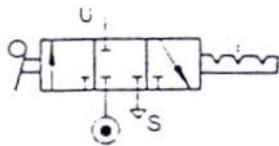
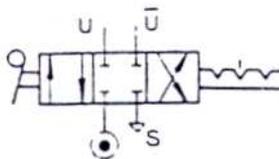
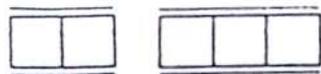
Azionamento: Pressione
Riposizionamento: Pressione

DISTRIBUTORE 3/2 Monostabile (Normalmente chiuso)



Azionamento: Pressione
Riposizionamento: Molla

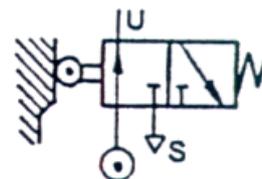
DISTRIBUTORI A 3 POSIZIONI:

DISTRIBUTORE 3/3 con posizione intermedia chiusa
Azionamento: Aria - AriaDISTRIBUTORE 4/3 con posizione intermedia chiusa e
uscite in scarico
Azionamento: Aria - AriaDISTRIBUTORE 5/3 con posizione intermedia chiusa
Azionamento: Aria - AriaDISTRIBUTORE 3/3 con posizione intermedia di passaggio
Azionamento: Aria
Riposizionamento: MollaDISTRIBUTORE 3/3 con posizione intermedia chiusa
Azionamento: ManualeDISTRIBUTORE 4/3 con posizione intermedia chiusa
Azionamento: ManualeDistributori senza posizioni fisse. Due posizioni estre-
me e molte posizioni intermedie di strozzamento.

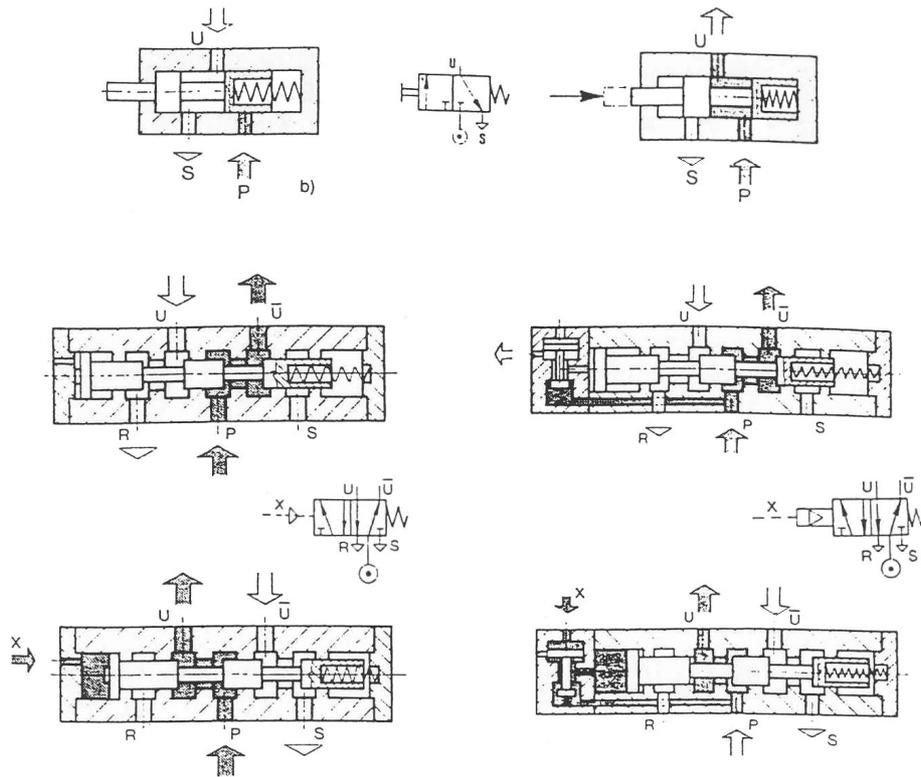
Nei distributori bistabili il comando di azionamento agisce *solo se il comando di azionamento opposto è assente*. Un distributore bistabile infatti *permane nella posizione che gli è stata fatta assumere dal segnale arrivato per primo*. Un segnale opposto è inefficiente finché il primo non è annullato. I distributori bistabili si chiamano *MEMORIE*.

Negli schemi, i distributori vengono rappresentati nella posizione che assumono a macchina ferma.

Se a macchina ferma un fincorsa rimane azionato, viene rappresentato come in figura. La sezione aggiunta sta a indicare la parte dello stelo (o una camma) che mantiene azionato il distributore, disponendolo con le vie di flusso del quadretto di sinistra.

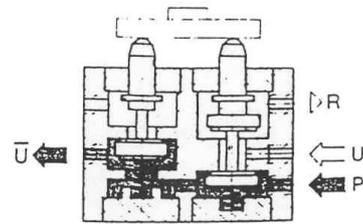
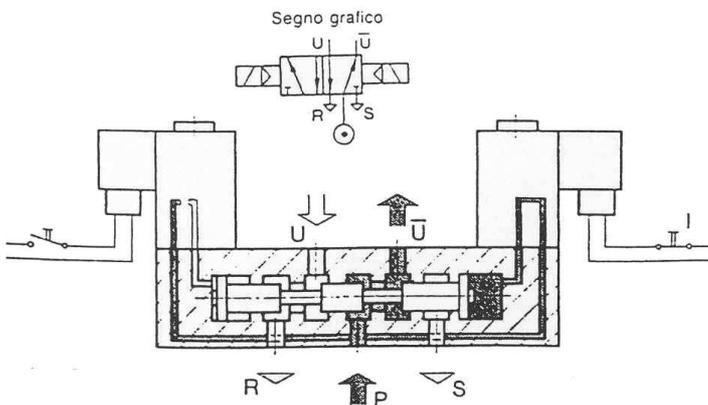
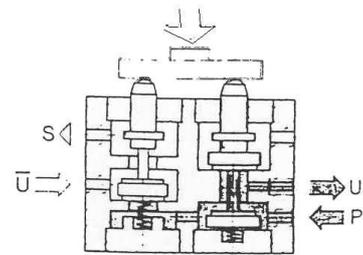
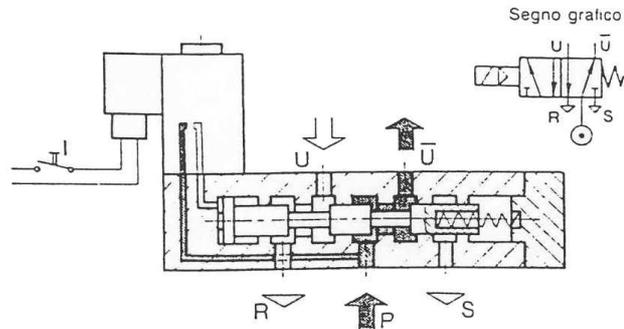


ALCUNI TIPI DI DISTRIBUTORI



Distributore 5/2 con comando pneumatico diretto e riposizionamento a molla.

Distributore 5/2 con comando pneumatico indiretto e riposizionamento a molla.



Distributore 5/2 con comando indiretto pneumatico

Distributore 5/2 monostabile a otturatore

3.1.1 COMANDI SEMPLICI E PILOTATI

Per comandare i cilindri occorrono dei distributori detti *distributori principali*.

Un comando si dice *semplice* se l'operatore agisce direttamente sul distributore principale, mentre si dice *pilotato* se il distributore principale viene azionato da segnali non manuali che arrivano da altre parti del circuito.

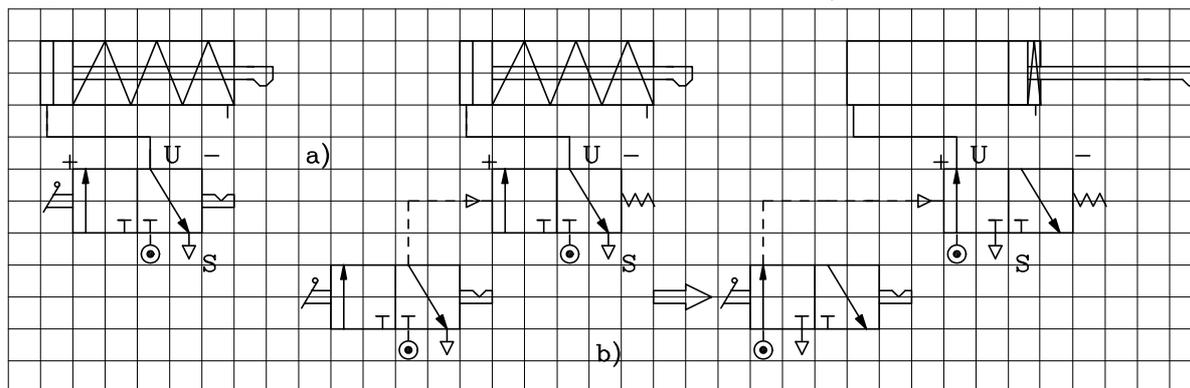
Rappresentazione funzionale dei circuiti pneumatici.

È importante disegnare i simboli dei vari componenti il circuito in modo corretto e impiegando un unico metodo di rappresentazione. In questo modo gli schemi sono facilmente interpretabili e il progettista può individuare *a colpo d'occhio* eventuali errori.

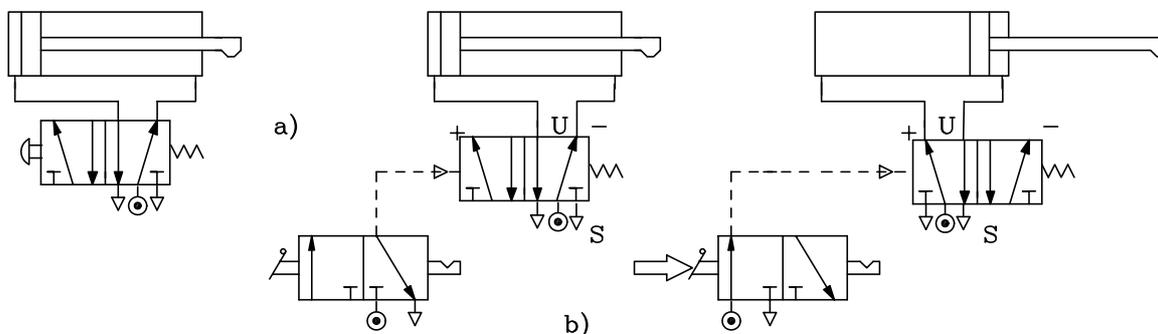
La *rappresentazione funzionale* degli schemi è quella che più si presta al raggiungimento degli scopi sopra esposti. I vari componenti vengono disegnati, senza tener conto della loro posizione sulla macchina, nei punti che rendono immediata e chiara la funzione sia dell'elemento rappresentato sia del circuito.

Negli schemi funzionali, i cilindri vengono rappresentati nella posizione di riposo, che è quella assunta a macchina ferma con aria in rete. Vanno disegnati uno in fianco all'altro, in posizione orizzontale con lo stelo verso destra, indicati con una lettera maiuscola e in ordine di movimento (con A si indica il cilindro che si muove per primo, con B quello che si muove per secondo, e così via).

Sotto i cilindri, in posizione centrale, vanno disegnati i distributori principali. Per facilitare la lettura si mette il segno + di fianco al quadratino rappresentante le vie di flusso che provocano l'uscita dello stelo (normalmente quello di sinistra), e il segno - di fianco al quadratino rappresentante le vie di flusso che provocano il rientro dello stelo (normalmente quello di destra).



Comando di un cilindro a semplice effetto a) semplice b) pilotato



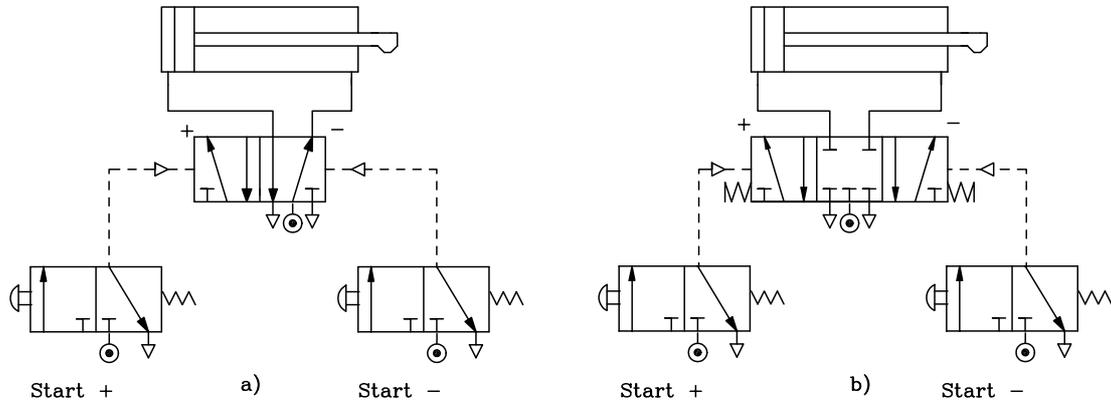
Comando di un cilindro a doppio effetto. a) semplice b) pilotato

Tutti gli altri componenti del circuito vengono disegnati allineati su righe al di sotto dei distributori principali e possibilmente disposti in modo che le varie linee di collegamento si incrocino il meno possibile.

Negli schemi precedenti, si può notare che al cessare del comando (manuale o pilotato) sul

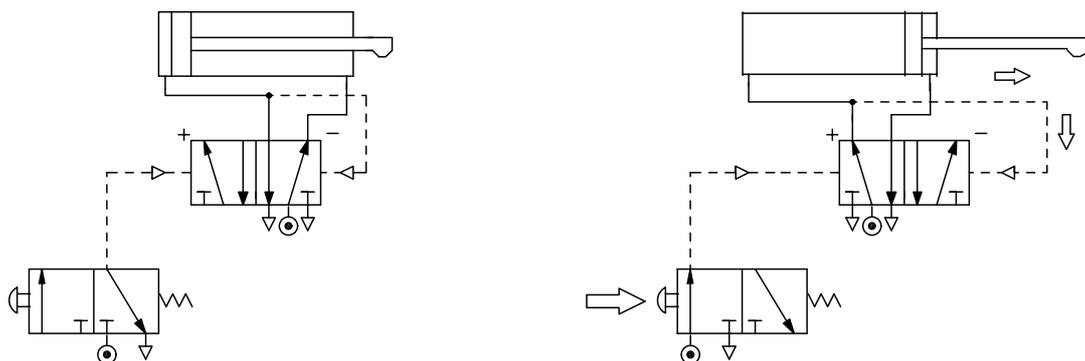
distributore principale, essendo questo del tipo monostabile, si ha l'inversione del movimento dello stelo. Se si vuole invece che il distributore principale rimanga posizionato anche quando cessa il segnale di comando, occorre impiegarne uno di tipo bistabile.

Negli schemi seguenti vengono rappresentati due comandi pilotati.



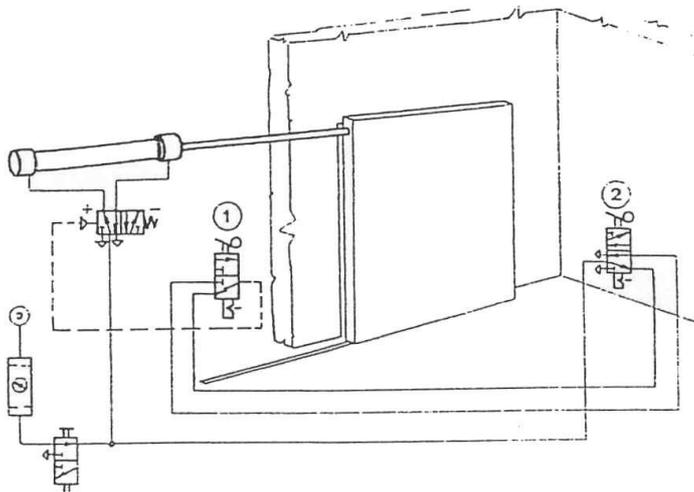
Nel primo (a) viene impiegato un distributore 5/2 bistabile. In questo caso in posizione di riposo entrambi i condotti di pilotaggio sono in comunicazione con l'atmosfera; pigiando lo Start + si genera un segnale che pilota il lato positivo del distributore 5/2 provocando di conseguenza l'avanzamento del pistone. Lasciando il pulsante, il segnale di pilotaggio si azzerà, il distributore 5/2 rimane nella posizione + e il cilindro resta con lo stelo fuori. Azionando ora lo Start - si riposiziona il distributore 5/2 che provoca l'arretramento dello stelo. Se dopo aver azionato Start + (o Start -) si aziona anche l'altro pulsante Start, si nota che non succede nulla in quanto, come già detto, un distributore bistabile permane nella posizione che gli è stata fatta assumere dal segnale arrivato per primo; un segnale opposto è inefficiente finché il primo non è annullato. Nel secondo schema (b) viene impiegato un distributore 5/3 a centri chiusi. In assenza di segnali di pilotaggio, due molle mantengono il distributore in posizione centrale. In questo modo si ottiene l'arresto del pistone in qualsiasi posizione, basta lasciare il pulsante. Per avere la corsa completa occorre tener premuto il pulsante fino al termine del movimento.

Molla Pneumatica. È possibile utilizzare un distributore bistabile come monostabile con un collegamento chiamato *molla pneumatica*.

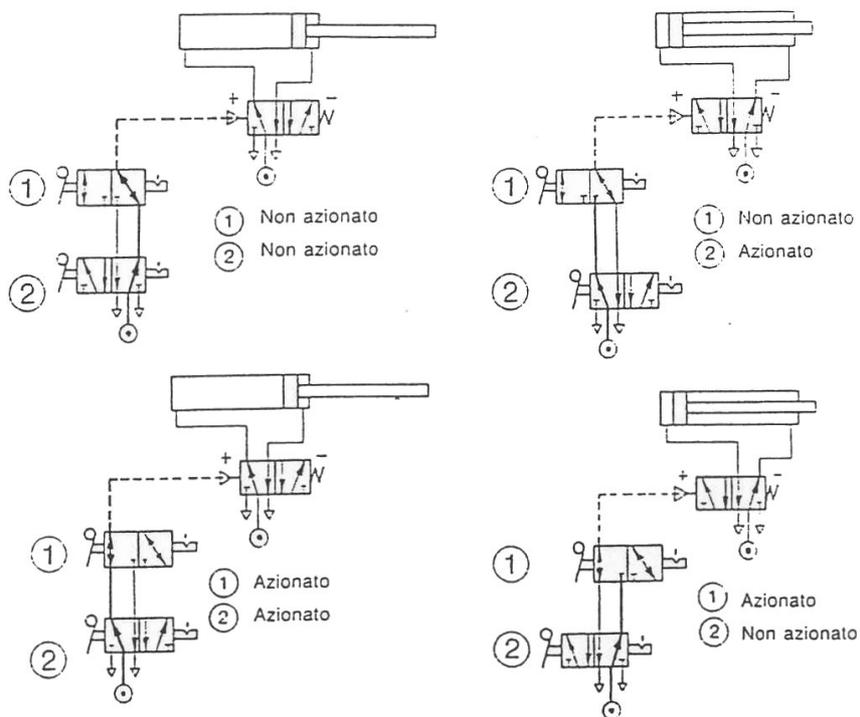


Nello schema che illustra tale collegamento, si vede che azionando il pulsante il distributore 5/2 commuta. In seguito a ciò l'aria compressa oltre a raggiungere la camera positiva del cilindro, provocando l'avanzamento del pistone, pone in pressione anche il condotto che porta l'aria al pilotaggio negativo del distributore 5/2. Tale pilotaggio però rimane inefficace fino a che è presente il segnale opposto proveniente dal 3/2. Lasciando il pulsante, l'aria del pilotaggio positivo va allo scarico, il pilotaggio negativo diventa efficace con conseguente commutazione del 5/2 e arretramento dello stelo.

Schema di comando di una porta scorrevole. Lo schema rappresentato in modo *topografico* illustra un circuito che permette di aprire e chiudere una porta scorrevole agendo su due distributori posti in due locali, separati dalla porta stessa. In pratica si può dire che agendo su uno dei due comandi si ottiene sempre un movimento: se la porta è aperta si chiude, se è chiusa si apre.



SCHEMI FUNZIONALI. Per una migliore interpretazione del funzionamento vengono analizzati i movimenti con riferimento alle quattro combinazioni di comando realizzabili.



I condotti in pressione sono messi in risalto con una linea di maggior spessore. Come si nota il distributore n. 1 porta una doppia freccia. Ciò indica che l'aria può circolare nei due sensi. I distributori di questo tipo sono denominati: *distributori con vie di flusso reversibili*.

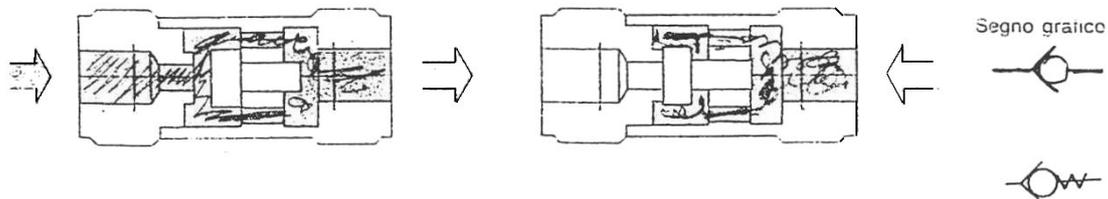
3.2 VALVOLE DI INTERCETTAZIONE E DI REGOLAZIONE

Sono componenti che agiscono sull'aria automaticamente. I principali tipi sono:

- Valvole unidirezionali e di non ritorno;
- Valvole di strozzamento bidirezionali;
- Valvole di strozzamento d'estremità;
- Valvole di non ritorno con strozzamento;
- Valvole selettive di circuito;
- Valvole a due pressioni;
- Valvole a scappamento rapido.

VALVOLE UNIDIREZIONALI

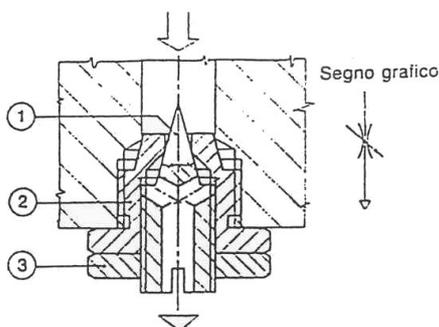
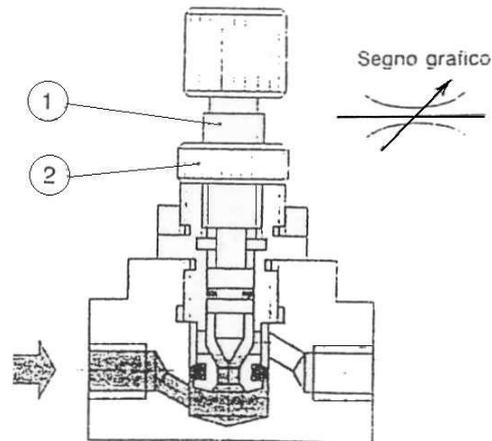
Permettono il libero passaggio del fluido in un solo senso. Nella valvola rappresentata, il flusso è libero di attraversarla nel senso da sinistra a destra, mentre nel senso opposto, lo stesso flusso d'aria, agendo sul pistoncino mobile, provoca la chiusura della luce di passaggio.



Se sull'organo mobile agisce anche una molla (vedi il simbolo grafico accanto) che lo mantiene in chiusura, la valvola viene denominata: *Valvola di non ritorno*.

VALVOLE DI STROZZAMENTO BIDIREZIONALI

Permettono la regolazione dell'aria nei due sensi. Il passaggio del flusso viene regolato da una vite con estremità a spillo 1 che, registrata, parzializza la sezione di passaggio nei due sensi. Il dado zigrinato cilindrico 2 serve per bloccare la vite con lo spillo dopo la taratura.



VALVOLE DI STROZZAMENTO D'ESTREMITÀ

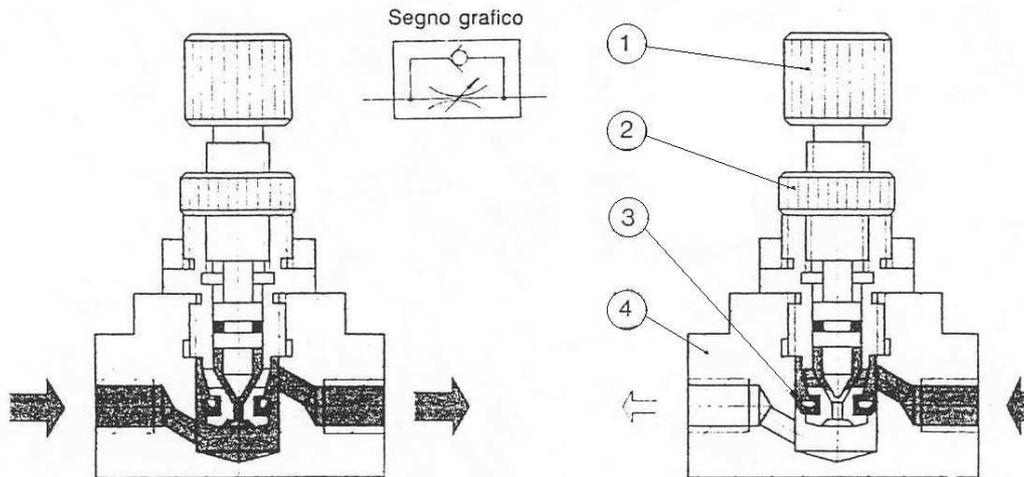
Vengono impiegate esclusivamente per regolare la velocità dei pistoni. Sono costituite da una bussola 2 che si avvita direttamente sulla bocca di scarico dei distributori principali. Una vite 1 con estremità a spillo, forata radialmente e assialmente, parzializza il foro della bussola. Il dado 3 serve a bloccare la vite dopo la taratura. L'aria si scarica in atmosfera attraversando il foro della bussola la cui luce può essere aumentata o diminuita variando la posizione dello spillo.

VALVOLE DI NON RITORNO CON STROZZAMENTO

Permettono il passaggio dell'aria libero in un senso e lo strozzamento nel senso opposto.

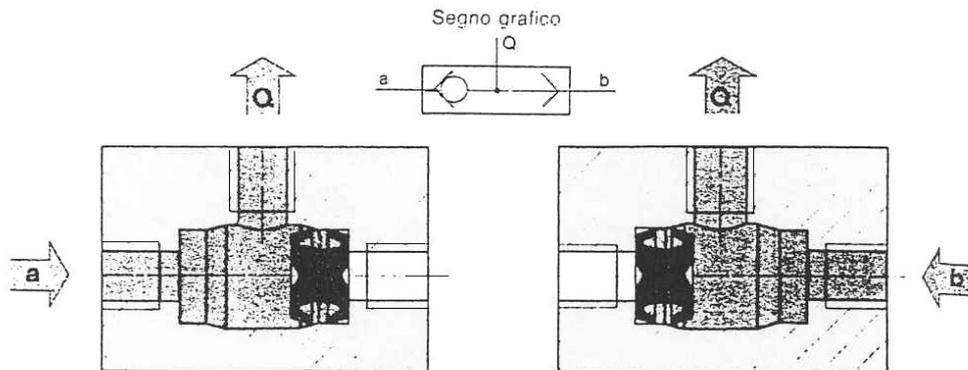
Nel corpo 4 sono ricavati due fori filettati per l'attacco dei tubi di arrivo e uscita dell'aria. Considerando il senso verso destra, il passaggio è libero perché il flusso d'aria flette il bordo elastico della guarnizione 3 che oppone poca resistenza.

Nel senso opposto, il bordo elastico della guarnizione 3 non può flettersi e la stessa pressione dell'aria mantiene il bordo aderente alla sede assicurando la tenuta. Il flusso d'aria è costretto ad attraversare il passaggio parzializzato che può essere regolato con la vite a spillo 1 bloccata, dopo la taratura, con il dado 2.



VALVOLE SELETTIVE DI CIRCUITO

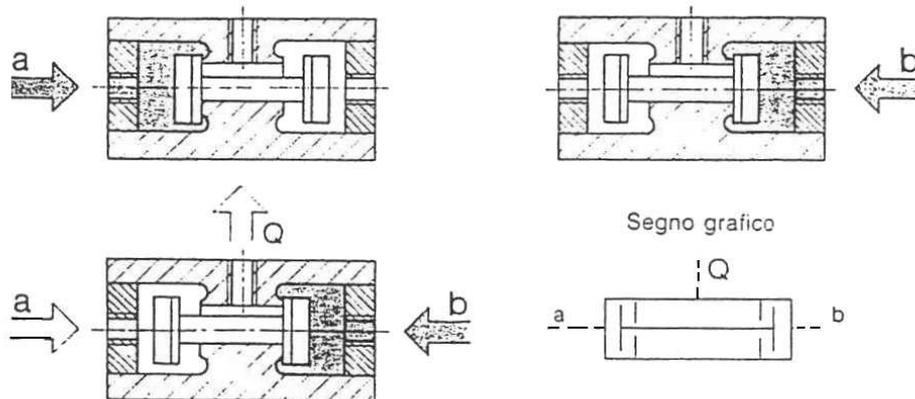
Sono valvole con due entrate e una uscita. Un elemento mobile all'interno del corpo della valvola è libero di spostarsi assialmente. L'aria convogliata verso una entrata sposta l'organo mobile che blocca l'altra entrata obbligando il flusso verso l'uscita e viceversa.



VALVOLE A DUE PRESSIONI

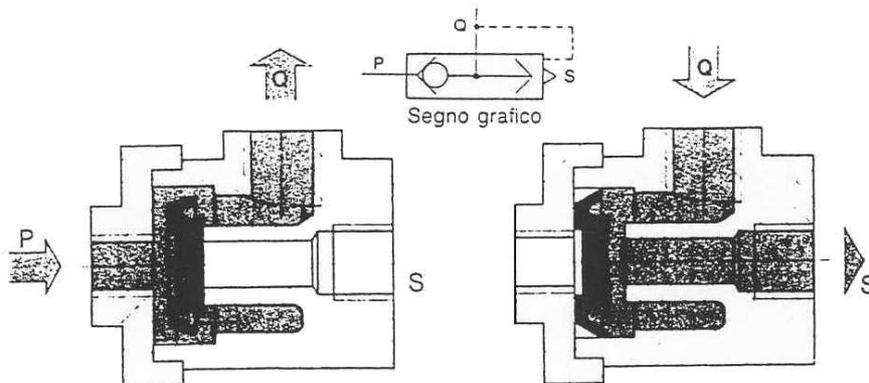
Anche queste valvole hanno due ingressi ed una uscita ma, a differenza di quelle selettive di circuito, l'uscita è assicurata solo se sono presenti tutte e due le entrate.

Infatti se è presente solo l'ingresso **a** il pistoncino scorrevole blocca l'uscita; in questa posizione, se è presente anche l'ingresso **b** si ha l'uscita e viceversa. Se uno dei due ingressi si annulla, automaticamente anche l'uscita cessa. In caso di due ingressi a pressioni diverse, quella maggiore posiziona in chiusura il pistoncino e quella più bassa va all'uscita.



VALVOLE A SCAPPAMENTO RAPIDO

Permettono di ridurre al minimo il tempo di scarico dell'aria. I fori opposti sono quelli d'entrata **P** e di scarico **S** mentre quello laterale **Q** è il foro di utilizzazione.



Quando l'aria arriva in **P** sposta il disco verso destra chiudendo lo scarico e, flettendo il bordo della guarnizione, si dirige verso l'utilizzazione. Viceversa quando l'aria arriva da **Q**, sposta il disco verso sinistra, **P** si chiude e il flusso è costretto allo scarico **S**.

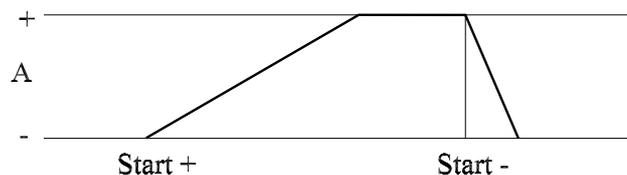
REGOLAZIONE DELLA VELOCITÀ DEI PISTONI

La regolazione della velocità dei pistoni avviene strozzando l'aria delle camere dei cilindri collegate con lo scarico. In questo modo si crea una *contropressione* che si oppone al movimento del pistone frenandolo.

È errato strozzare l'aria all'ingresso delle camere sotto pressione, in quanto si avrebbe uno spostamento del pistone a scatti.

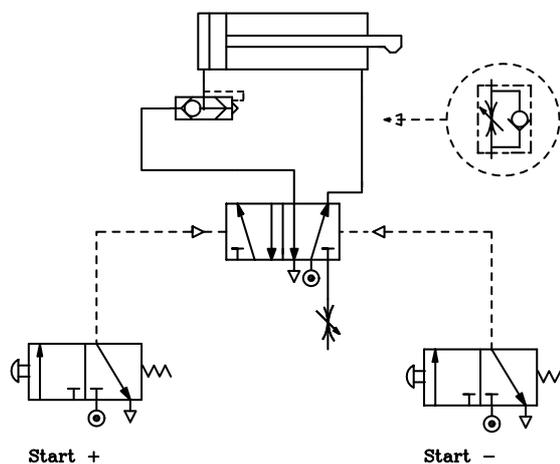
3.2.1 APPLICAZIONI

“RITORNO RAPIDO” e “COLPO D’ARIA”



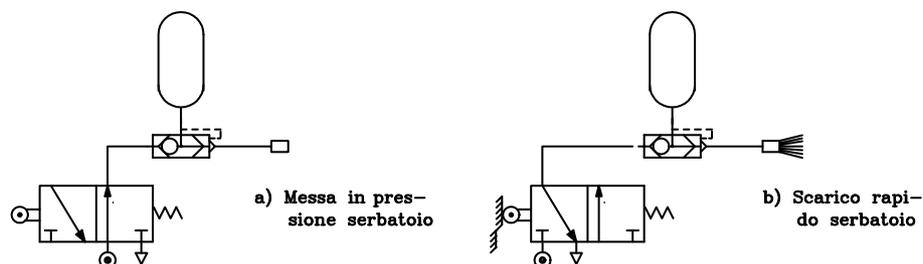
Come si vede dal diagramma spazio-tempo lo stelo del cilindro A deve:

- uscire lentamente all’azionamento dello Start + ;
- rimanere fermo in posizione positiva;
- rientrare alla massima velocità all’azionamento dello Start - ;



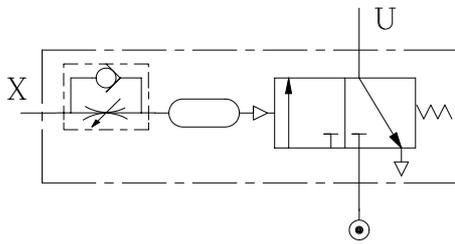
Si può anche sostituire la valvola di strozzamento allo scarico del 5/2 con una di non ritorno con strozzamento facendo attenzione a montarla nel senso giusto (vedi simbolo cerchiato).

Colpo d’aria



3.3 TEMPORIZZATORI

Sono apparecchi che permettono di ritardare un segnale. Dal simbolo grafico è semplice capirne il funzionamento.

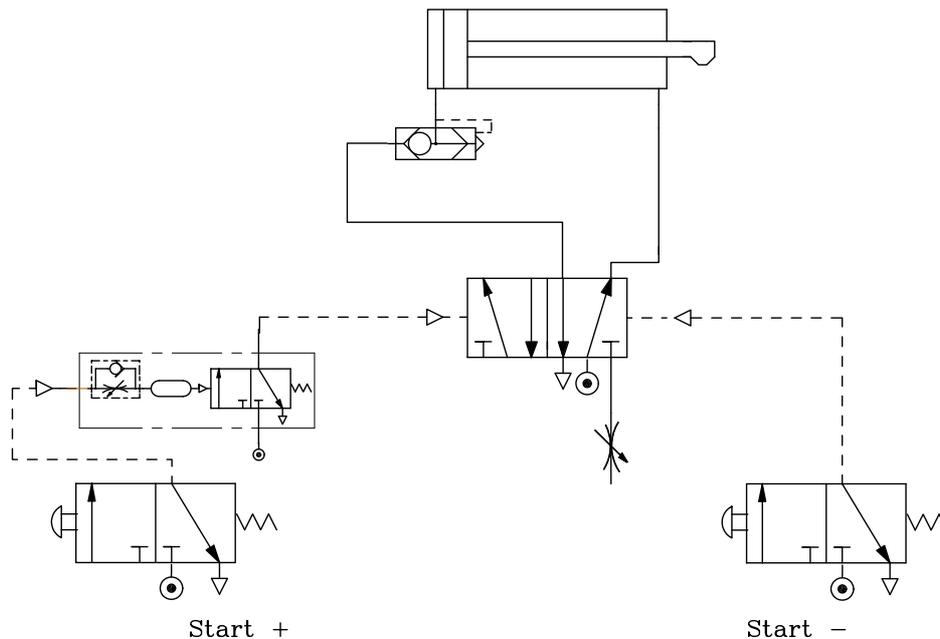
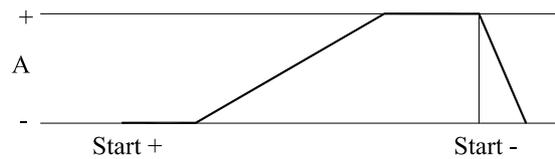


Quando il simbolo grafico è contornato da una linea tratto e punto significa che tutti i componenti racchiusi in questa linea fanno parte di un'unica apparecchiatura.

Il segnale X, prima di pilotare il 3/2, deve passare attraverso la strozzatura della valvola e riempire il serbatoio. Si ha pertanto un ritardo tra l'arrivo del segnale X e l'uscita U; il tempo si può regolare variando la posizione dello spillo della valvola di non ritorno con strozzamento.

ESEMPIO

Variante del circuito precedente; all'azionamento dello Start +, prima che il pistone si muova deve passare un certo tempo.



4 CIRCUITI PNEUMATICI

Nei circuiti finora illustrati ogni movimento del pistone dipende dall'intervento dell'operatore. Questi circuiti si dicono manuali o arbitrari.

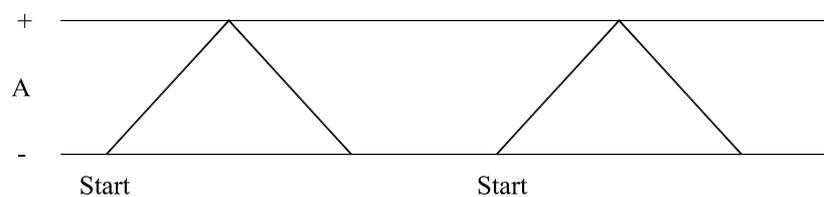
Se i movimenti dei pistoni sono indipendenti dalla volontà dell'operatore (esclusa la partenza), si creano dei comandi per cicli *semiautomatici* e *automatici*.

4.1 CIRCUITI SEMIAUTOMATICI

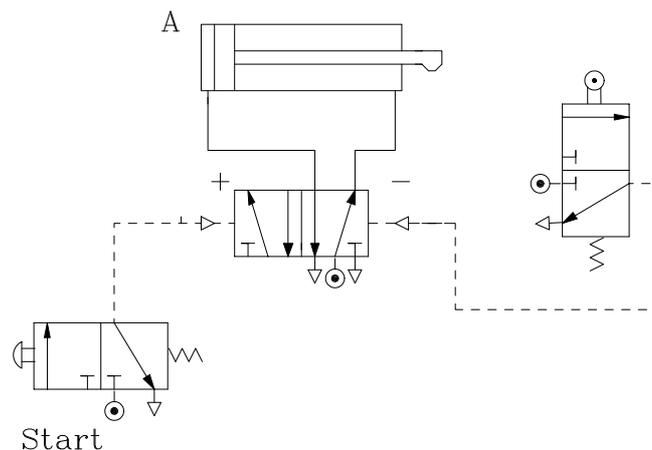
Si definisce *ciclo* una serie completa di eventi o condizioni che si ripetono nel tempo in modo identico.

Nei circuiti semiautomatici dopo ogni ciclo si ha l'arresto e occorre un altro intervento per ripetere il ciclo medesimo.

Il diagramma spazio tempo di un ciclo semiautomatico ha il seguente andamento:



I cicli semiautomatici si ottengono facendo commutare al termine della corsa un distributore di controllo chiamato distributore finecorsa o semplicemente finecorsa.



Azionando brevemente lo Start il 5/2 principale commuta ed il pistone avanza. Giunto al termine della corsa positiva la camma presente sullo stelo aziona il finecorsa 3/2 che, aprendosi, invia un segnale di pilotaggio al distributore principale commutandolo in posizione - e provocando perciò il rientro dello stelo. Per far ripartire il ciclo occorre azionare nuovamente lo Start.

Lo schema è stato rappresentato in modo topografico per far capire come in pratica va montato il finecorsa. Come però già detto precedentemente una tale rappresentazione può causare difficoltà nei progetti di circuiti complessi a causa degli inevitabili incroci dei condotti.

Si procederà pertanto alla stesura del circuito in modo funzionale. A quanto già esposto per la sua realizzazione vanno aggiunte le seguenti modalità:

- I finecorsa, disegnati allineati agli altri distributori di controllo, si indicano con una lettera minuscola corrispondente a quella con cui si è indicato il relativo cilindro.
- La lettera avrà il pedice 0 se il finecorsa lavora in posizione negativa o il pedice 1 se lavora in posizione positiva.

- Gli stessi simboli vanno riportati in corrispondenza delle rispettive posizioni negative e positive dell'estremità dello stelo e sui diagrammi spazio tempo.

In questo modo la posizione dei finecorsa è ben definita e la rappresentazione dei circuiti anche complessi risulta chiara e semplificata.

Di seguito viene riportato il circuito precedente rappresentato in modo funzionale.

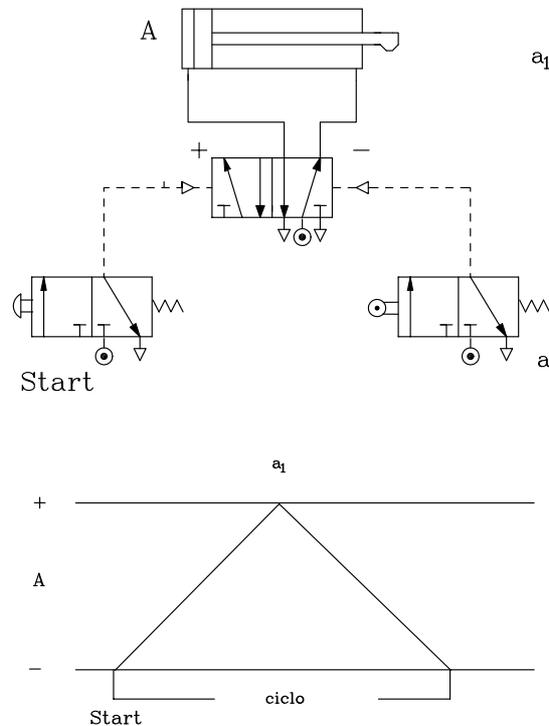


Diagramma delle fasi

Durante la progettazione del circuito non occorre conoscere la velocità del pistone e la lunghezza della corsa per cui le linee $\overset{+}{A}$ inclinate dei diagrammi possono essere disegnate a 45° .

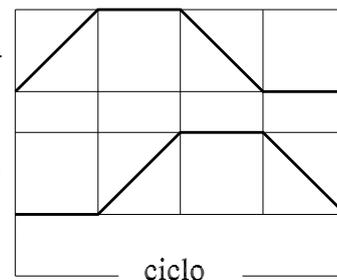
Questa rappresentazione è molto utile per lo studio di circuiti complessi e i diagrammi così rappresentati vengono chiamati diagrammi delle fasi.

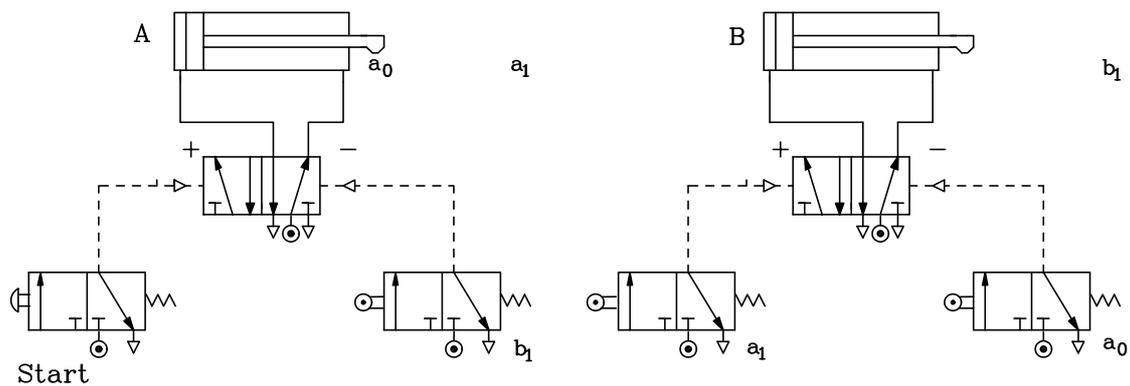
L'esempio a fianco rappresenta il diagramma delle fasi di due cilindri A e B che devono compiere il seguente ciclo:

lo stelo di A esce, lo stelo di B esce, lo stelo di A rientra, lo stelo di B rientra.

L'alternanza delle fasi di un ciclo viene chiamata sequenza e, oltre che sul diagramma, può essere indicata anche letteralmente.

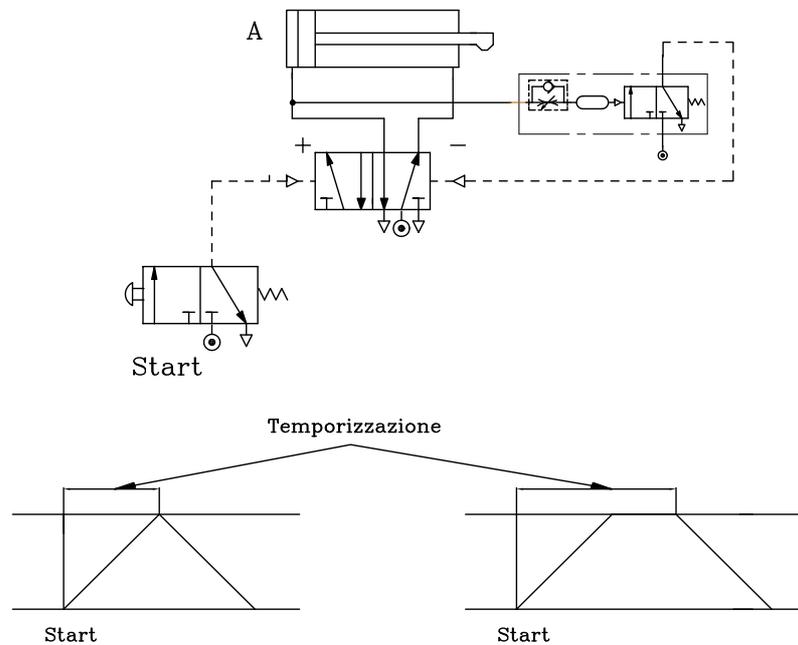
Lo schema seguente illustra il circuito semiautomatico dell'esempio precedente la cui sequenza letterale è: A+ / B+ / A- / B-





Circuiti semiautomatici in funzione del tempo

I circuiti semiautomatici si possono realizzare anche senza finecorsa, impiegando i temporizzatori come si può vedere dal circuito seguente:

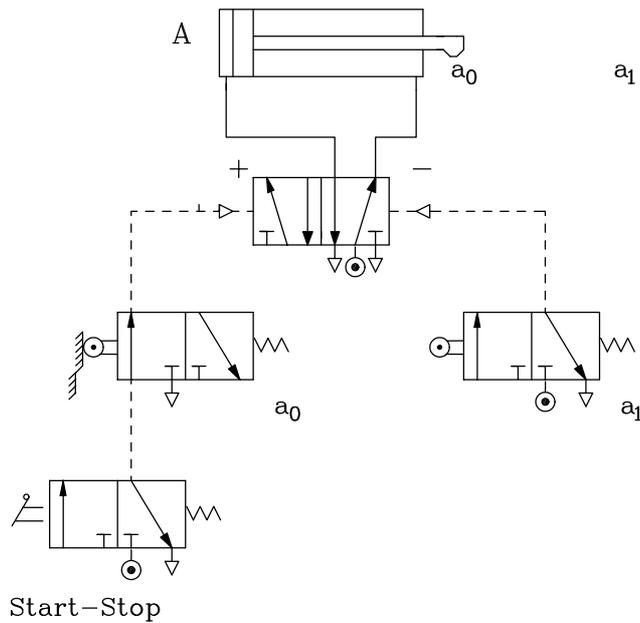
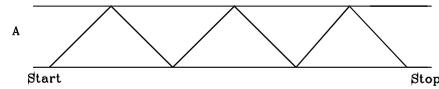


In questi circuiti, che si impiegano ad esempio quando non è possibile montare il finecorsa, non c'è la certezza che il pistone abbia completato la corsa prima di invertire il movimento. Se durante l'uscita lo stelo incontra una resistenza che lo fa rallentare, al termine del tempo regolato, il 5/2 commuta e lo stelo rientra anche se non ha completato la corsa positiva.

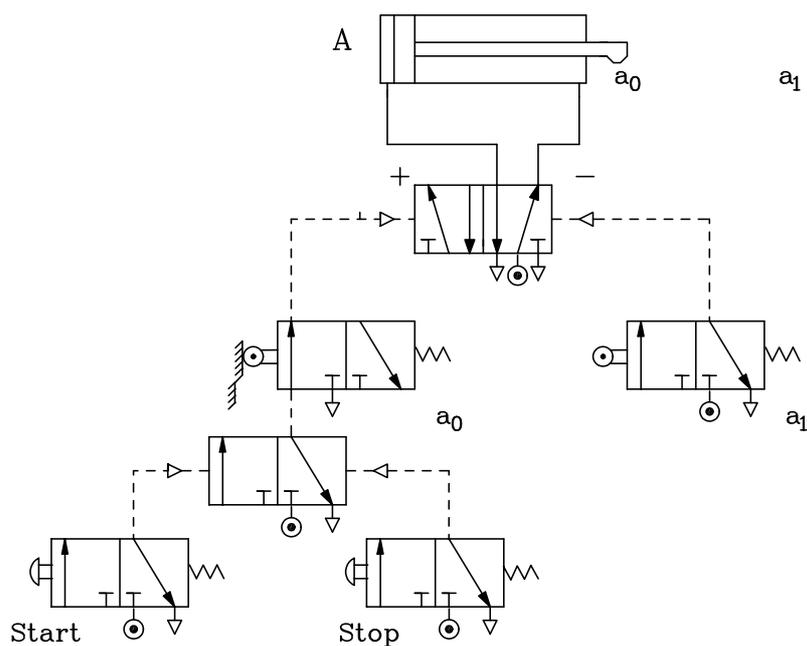
4.2 CIRCUITI AUTOMATICI

I circuiti si dicono automatici quando l'operatore interviene solo per far iniziare il ciclo o per far terminare le ripetizioni del ciclo stesso che può ripetersi automaticamente per tutto il tempo desiderato.

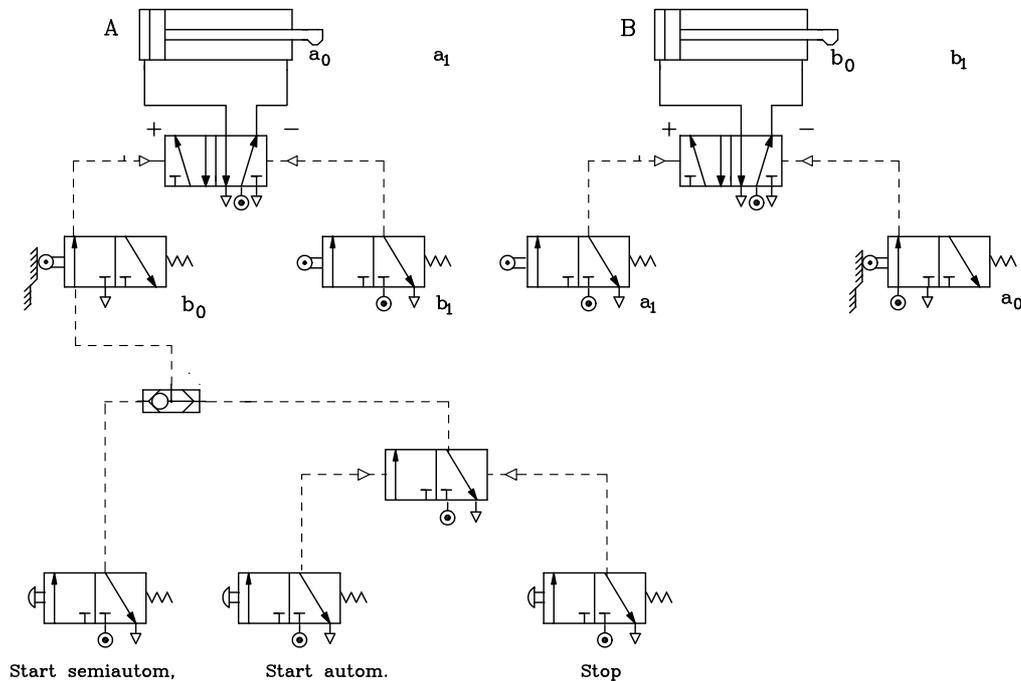
Esempio di circuito automatico con avviamento ed arresto mediante un distributore bistabile a leva.



Di solito si impiegano azionamenti a pulsante anche se ciò comporta l'impiego di qualche elemento in più rispetto ai comandi a leva. Il circuito in questo caso risulta il seguente:



Generalmente sulle macchine automatiche esiste la possibilità del funzionamento anche in modo semiautomatico. Ciò risulta molto utile durante la messa a punto della macchina stessa . La sequenza già vista $A+ / B+ / A- / B-$ viene realizzata in modo automatico e semiautomatico con il seguente circuito:



Nei circuiti automatici illustrati, quando viene azionato lo Stop si ha il completamento del ciclo. A volte però, in funzione dell'automatismo che si deve realizzare, occorre arrestare il ciclo anche in altre posizioni. I più comuni sistemi d'arresto dei cicli automatici sono:

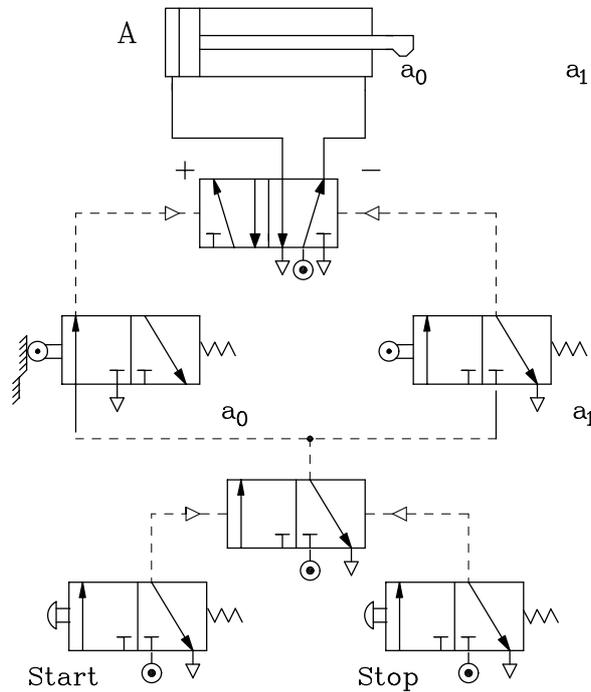
- Arresto in posizione positiva o negativa a seconda che, all'azionamento dello Stop, il movimento del pistone sia positivo o negativo
- Arresto immediato del pistone
- Arresto del pistone con il suo immediato riposizionamento a riposo (Emergenza)
- Attuazione di una sola corsa del pistone

Gli schemi seguenti illustrano i circuiti di base che realizzano questi tipi di arresti. Sono stati realizzati con metodo intuitivo, cioè senza seguire particolari tecniche (illustrate in seguito) ma basandosi unicamente sull'esperienza.

Con opportune modifiche e abbinamenti possono servire da base per lo studio di altri circuiti. Arresto in posizione positiva o negativa a seconda che, all'azionamento dello Stop, il movimento del pistone sia positivo o negativo.

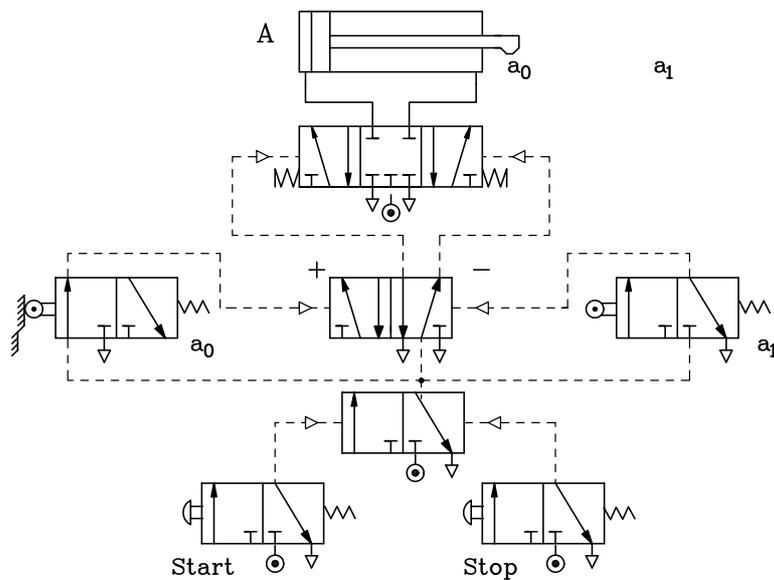
Per realizzare questo tipo di arresto basta collegare all'uscita dello Start le alimentazioni di entrambi i fincorsa.

In questo modo, all'azionamento dello Stop, cessa l'alimentazione dei finecorsa e il pistone termina la corsa e si arresta.



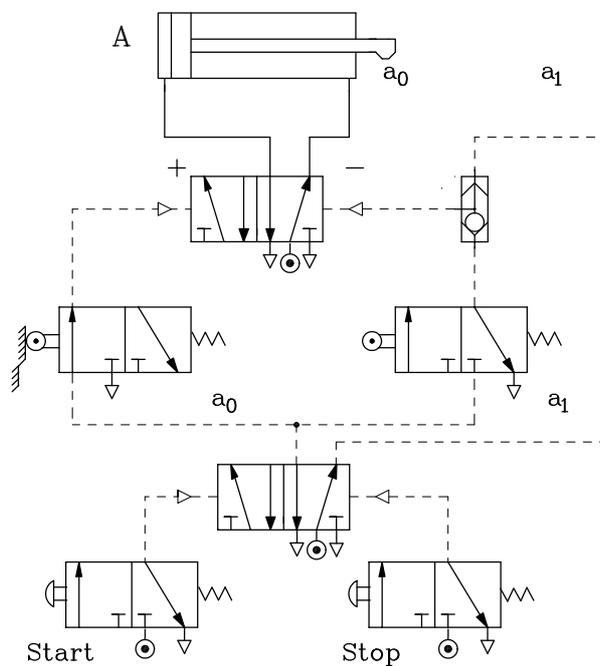
ARRESTO IMMEDIATO DEL PISTONE

Si impiega come distributore principale un 5/3 a centri chiusi pilotato da un 5/2. All'azionamento dello Stop i segnali di pilotaggio si annullano predisponendo il 5/3 nella posizione centrale con conseguente arresto immediato del pistone.

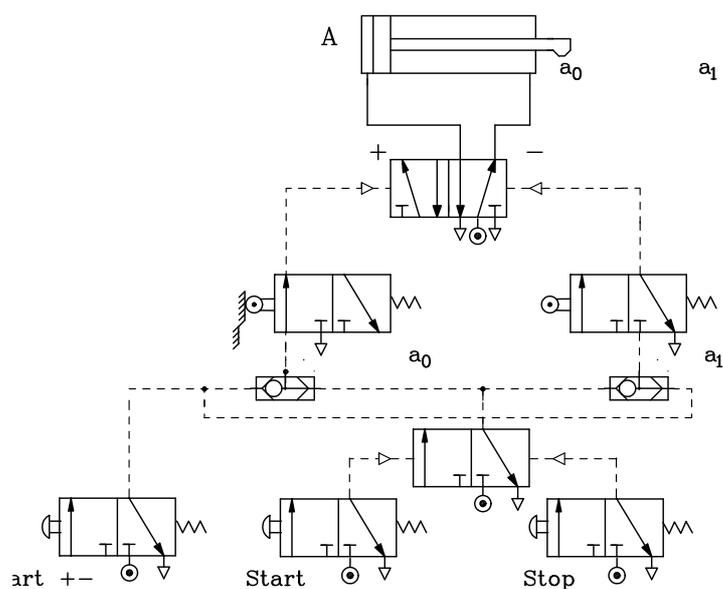


ARRESTO DEL PISTONE CON IL SUO IMMEDIATO RIPOSIZIONAMENTO A RIPOSO

Questo arresto, chiamato anche Stop Emergenza, si realizza pilotando a un immediatamente il 5/2 principale in posizione negativa e togliendo l'aria al fincorsa a_0 .



ATTUAZIONE DI UNA SOLA CORSA DEL PISTONE



5 MEMORIE

Si definiscono memorie gli elementi che conservano la posizione che è stata loro imposta dal segnale di pilotaggio, anche quando questo segnale cessa.

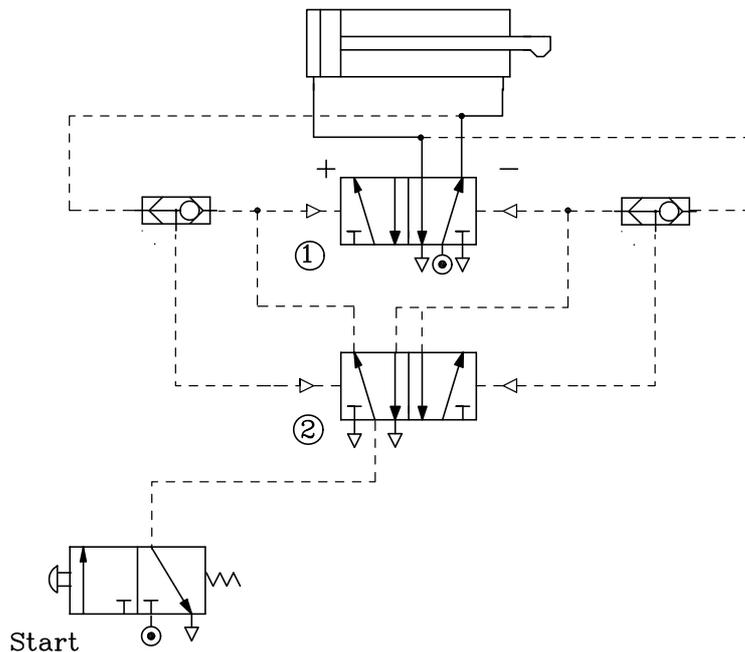
Un semplice distributore bistabile, come già detto, è una memoria.

Le memorie si dicono:

- simmetriche quando ad ogni segnale corrisponde un'uscita; es. distributore 5/2 bistabile
- asimmetriche quando ad un segnale corrisponde un'uscita mentre all'altro segnale non corrisponde nessuna uscita; es. distributore 3/2 bistabile
- permanenti quando il loro funzionamento dipende solo dai pilotaggi e sono indipendenti dall'aria di alimentazione. Nel caso di interruzione dell'aria queste memorie rimangono nella posizione che è stata fatta loro assumere dall'ultimo segnale di pilotaggio.
- temporanee quando il loro funzionamento è condizionato dalla presenza dell'aria di alimentazione.

Nel caso di interruzione dell'aria queste memorie ritornano nella posizione di riposo.

ESEMPIO DI MEMORIA PERMANENTE SIMMETRICA (DETTA ANCHE CONTATORE BINARIO)



Azionando una prima volta lo Start viene pilotato il distributore 2 che provoca l'uscita dello stelo ed il segnale di pilotaggio del distributore 1. Questo segnale rimane inefficace finché resta azionato lo Start.

Rilasciando lo Start il distributore 1 commuta.

Azionando una seconda volta lo Start si commuta il distributore 2 con conseguente arretramento dello stelo e presenza del segnale di pilotaggio sinistro del distributore 1. Al rilascio dello Start il segnale diventa efficace e 1 commuta predisponendosi per una nuova partenza.

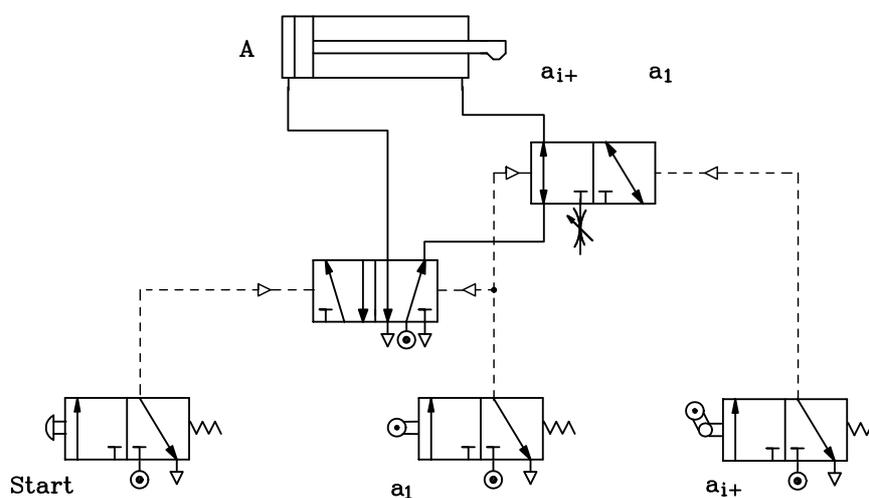
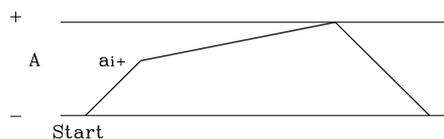
In breve, ad ogni azionamento dello Start si ha una corsa del pistone mentre ad ogni rilascio si ha la commutazione del distributore 1 senza nessun movimento.

Regolazione della velocità nei punti intermedi

Spesso è necessario variare la velocità del pistone durante la corsa. Per far ciò occorre inserire un finecorsa intermedio nel punto in cui deve avvenire il cambiamento della velocità. Il pilotaggio di questo finecorsa deve provocare una variazione al flusso di scarico dell'aria dal cilindro provocando la variazione di velocità del pistone.

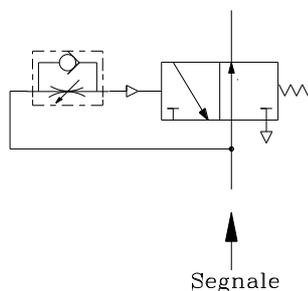
Questo fine corsa viene indicato con la stessa lettera del cilindro con il pedice $i+$ oppure $i-$ a seconda se lavora durante la corsa positiva o negativa. Per evitare che il segnale di pilotaggio si ripeta anche durante la corsa in cui non necessita la variazione di velocità si impiegano finecorsa con il braccio snodato che sono attivi solo azionati in un senso.

Esempio di circuito semiatomatico con rallentamento della velocità a $i+$ durante la corsa di uscita dello stelo. A -

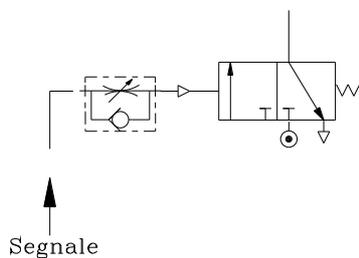


Impulso di breve durata - Prolungamento di un segnale breve

A volte può capitare che un segnale continuo, dopo aver provocato un evento, debba essere annullato per evitare che renda impossibile un evento successivo. Viceversa può verificarsi la necessità di dover prolungare un segnale breve.



Impulso di breve durata



Prolungamento di un segnale breve

6 COMANDI SEQUENZIALI

Con SEQUENZA si definisce il movimento di più pistoni che si attua secondo un programma prestabilito. Per studiare un circuito pneumatico che deve realizzare una determinata sequenza occorre:

- Descrivere la sequenza
- Disegnare il diagramma di moto dei pistoni nella successione cronologica che li lega
- Definire la posizione di partenza e di arrivo dei segnali di comando
- Analizzare detti segnali

Descrizione delle sequenze (Sequenze letterali)

Si scrivono le lettere maiuscole con cui sono stati designati i cilindri nella successione in cui devono avvenire i movimenti dei loro pistoni. Si aggiungono i segni + o - che precisano il tipo di movimento (avanzamento o arretramento).

Ad esempio una sequenza A+ / A-B+ / B- significa che i movimenti che si vogliono attuare sono:

- Uscita dello stelo di A
- Rientro dello stelo di A e contemporanea uscita dello stelo di B
- Rientro dello stelo di B

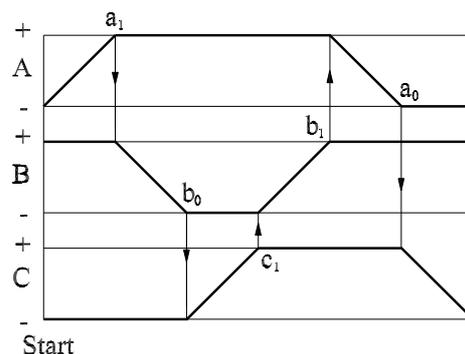
Diagramma delle fasi o diagramma sequenziale

Rappresenta i movimenti che gli steli dei cilindri devono compiere così come descritto nella sequenza letterale.

Si disegnano in colonna tanti spazi per i diagrammi di moto quanti sono i cilindri; si traccia una linea verticale che indica l'inizio del ciclo e si indica ogni spazio con una lettera maiuscola partendo dall'alto con la lettera A.

Si traccia quindi l'inclinata a 45° che rappresenta il primo movimento dello stelo del cilindro A. Dal punto di intersezione con la linea di sosta si traccia una verticale fino al punto di partenza del pistone del cilindro B inserendo una freccia indicante il senso seguito (da A a B). Si procede così di seguito fino a rappresentare tutta la sequenza. Si indicano i finecorsa che provocano i segnali.

Ad esempio la sequenza A+ / B- / C+ / B+ / A- / C- viene rappresentata dal seguente diagramma:



Le linee verticali con freccia si chiamano **Linee di comando**

Il punto di inizio della linea di comando si chiama **Punto di partenza del segnale di comando**

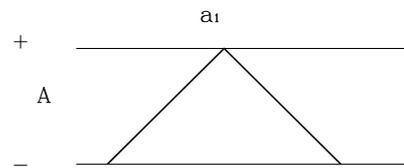
Il punto in cui termina la linea di comando si chiama **Punto di arrivo del segnale di comando**

Analisi dei segnali

I segnali possono essere: *Istantanei - Continui - Bloccanti*

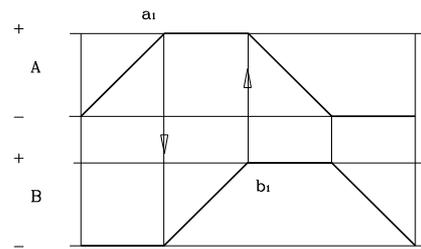
SEGNALI ISTANTANEI sono quei segnali che cessano subito dopo aver provocato l'evento.

Esempio: Dal diagramma di moto si vede che quando il pistone giunge a fine corsa positiva provoca a1 l'azionamento del finecorsa a1. Il segnale che + esce da a1 pilota il distributore principale di A A provocando l'arretramento dello stelo ed il conseguente rilascio di a1 e l'annullamento del segnale.



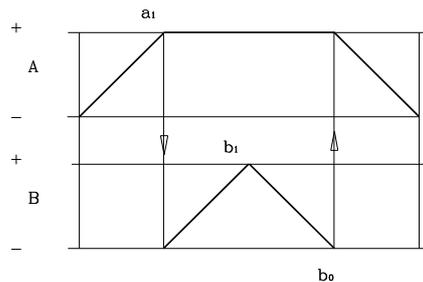
SEGNALI CONTINUI sono quei segnali che rimangono anche dopo aver provocato l'evento.

Esempio: Il finecorsa a1 genera un segnale che provoca + l'uscita di B mentre A si ferma in posizione A - positiva mantenendo azionato a1. Solo quando b1 provoca l'arretramento di A si ha il rilascio b1 + b1 di a1 con conseguente annullamento del segnale.



SEGNALI BLOCCANTI sono quei segnali le cui linee di sosta comprendono la doppia corsa dei pistoni dei cilindri da essi comandati. In pratica impediscono la continuazione del ciclo.

Esempio: Quando a1 viene azionato il segnale che si attiva + provoca l'uscita B+. Al termine della corsa il segnale b1 non è efficace perché al distributore principale di B è ancora presente il segnale a1.



Per annullare i segnali bloccanti occorre diminuire la durata della loro presenza (o trasformarli in istantanei) prima che si presentino segnali opposti. Ciò si ottiene, dove possibile, con la tecnica dei collegamenti alle alimentazioni degli elementi di controllo finecorsa. Con questa tecnica, descritta in seguito, si ottengono circuiti più semplici, sicuri e di facile stesura senza impiegare elementi aggiuntivi.

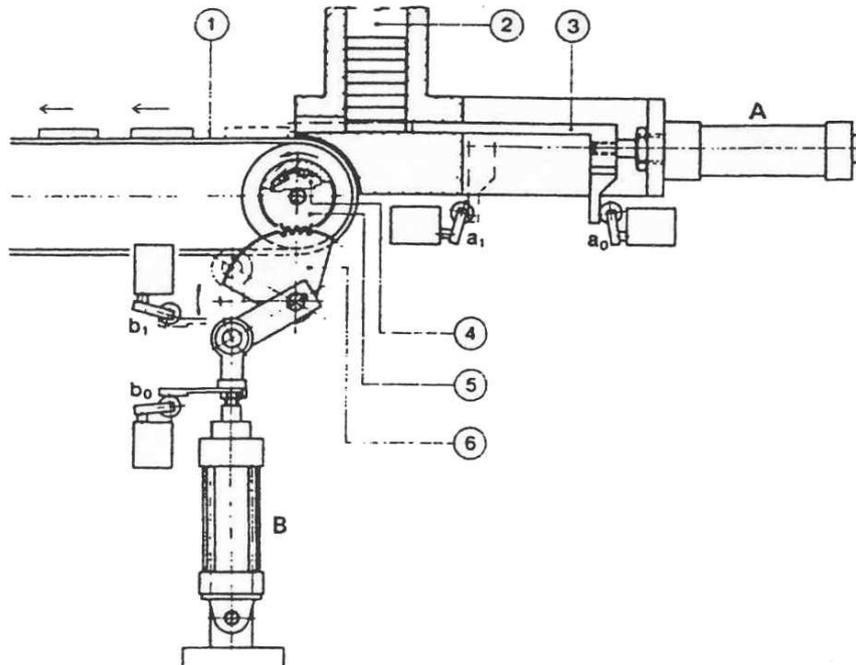
Dopo aver disegnato il diagramma delle fasi si completa la descrizione letterale con i simboli dei segnali che devono provocare i movimenti.

Tale descrizione per l'ultimo esempio è:

$$\begin{aligned} \text{Start} &= A + \\ a_1 &= B + \\ b_1 &= B - \\ b_0 &= A - \end{aligned}$$

Esempio di applicazione di una sequenza senza segnali bloccanti

Circuito per macchina alimentatrice illustrata in figura



Il magazzino 2 contiene piastre che devono essere trasportate mediante il nastro 1.

La slitta 3, comandata dal cilindro A, preleva le piastre dal magazzino e le spinge sul nastro.

Il settore dentato 6, comandato dal cilindro B, mediante l'ingranamento con la ruota dentata 5 calettata sulla ruota libera 4 realizza l'avanzamento di un passo del nastro ad ogni piastra prelevata.

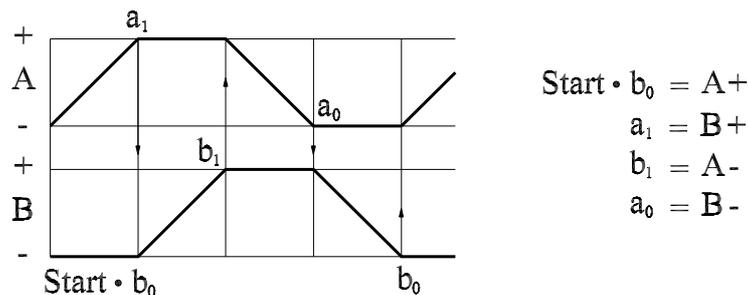
E' richiesta la possibilità del funzionamento semiautomatico e automatico mediante l'azionamento di pulsanti.

La sequenza letterale è:

A+ / B+ / A- / B-

A questo punto si disegna il diagramma delle fasi e si completa la descrizione letterale con i simboli dei segnali che devono provocare i movimenti.

Il segnale dello Start automatico o semiautomatico viene collegato all'alimentazione del fincorsa b0 (condizione AND segno .)



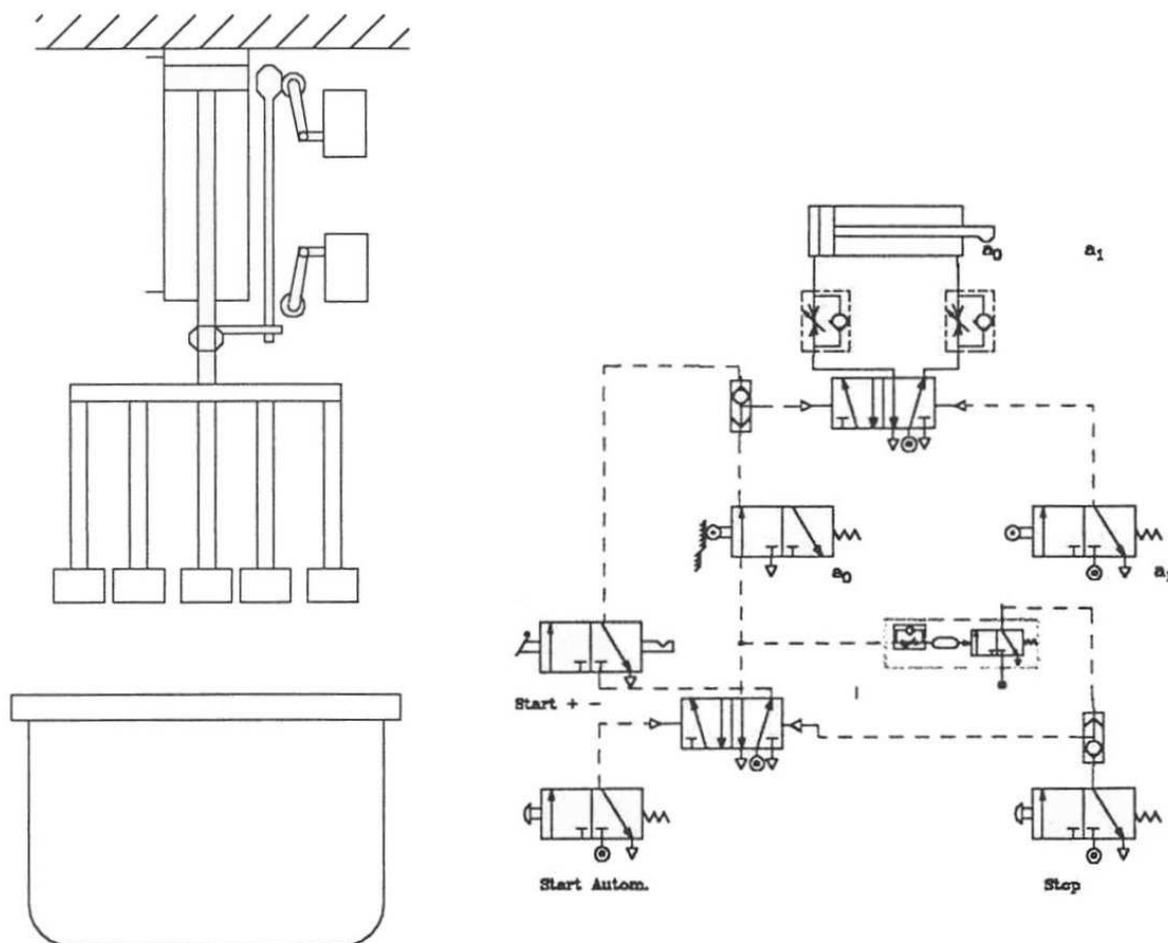
Il circuito che realizza questa sequenza è quello illustrato a pag 28

Impianto di Decapaggio

I pezzi, montati in un telaio, vengono agganciati allo stelo di un cilindro.

È richiesto:

- un comando a pulsante per dare inizio al movimento alternativo del pistone per un tempo di 2 minuti (Decapaggio con agitazione);
- l'arresto del pistone in posizione alta a moto alternativo ultimato;
- di poter interrompere il movimento alternativo con l'arresto del pistone in posizione alta azionando un comando a pulsante;
- un comando a leva con posizioni fisse per attuare corse singole;
- di poter regolare la velocità del pistone in entrambi i sensi.



7 CIRCUITI ELETTROPNEUMATICI

Sono costituiti dal circuito di potenza pneumatico e da quello di comando elettrico.
Per la stesura degli schemi elettrici si usano i simboli normalizzati riportati nella seguente tabella.

Corrente alternata (ca)		Resistenza o resistore		Manuale (segno generale)
Corrente continua (cc)		Avvolgimento (simbolo generale)		A pulsante
Apparecchi o macchine utilizzabili in cc o ca		BOBINE DI COMANDO		Rotativo
Conduttore		Segno generale		A chiave
Conduttore flessibile		Di relè con ritardo alla ricaduta		Con effetto di prossimità
Incrocio di conduttori senza connessione elettrica		Di relè con ritardo all'attrazione		A sfioramento
Derivazione		Di relè con ritardo alla ricaduta e all'attrazione		A fungo (di sicurezza o di emergenza)
Doppia derivazione		Di distributori monostabili pneumatici o oleodinamici		A rullino
Massa		Di distributori bistabili pneumatici o oleodinamici		A camma
Terra				Con camma e rullino
Connessione mobile, terminale o morsetto				Movimento ritardato
Fusibile				Il ritardo è dato nel senso dello spostamento dell'arco verso il proprio centro
Lampadina				

ORGANI DI MANOVRA

Il senso di spostamento del contatto mobile dall'una all'altra posizione è da sinistra a destra se disegnato verticalmente, dal basso in alto se disegnato orizzontalmente

Contatto di chiusura. Interruttore normalmente aperto. Segno generale		Contatto di chiusura anticipato (chiude in anticipo rispetto ad altri contatti dello stesso gruppo)		Sensore di prossimità
Contatto di apertura. Interruttore normalmente chiuso. Segno generale		Contatto di chiusura ritardato (chiude in ritardo rispetto ad altri contatti dello stesso gruppo)		Dispositivo sensibile alla prossimità con contatto di chiusura
Contatto di chiusura con comando manuale, ritorno automatico (normalmente aperto)		Contatto di apertura ritardato (apre in ritardo rispetto ad altri contatti dello stesso gruppo)		Contatto di chiusura con posizione mantenuta
Contatto di apertura con comando manuale ritorno automatico (normalmente chiuso)		Contatto di apertura anticipato (apre in anticipo rispetto ad altri contatti dello stesso gruppo)		Sezionatore a due vie a tre posizioni, con posizione centrale di apertura
Doppio contatto di chiusura con comando manuale, ritorno automatico		Contatto di posizione di chiusura (finecorsa normalmente aperto)		Contatti ritardati in chiusura (il numero indica il ritardo in secondi)
Doppio contatto di apertura con comando manuale, ritorno automatico		Contatto di posizione di apertura (finecorsa normalmente chiuso)		Contatti ritardati in apertura (il numero indica il ritardo in secondi)

Sigle impiegate:

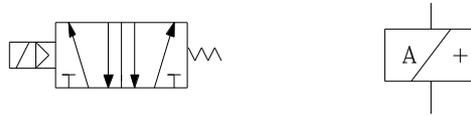
Comando normalmente aperto a riposo	NA	Pulsante d'avviamento	Avv.
Comando normalmente chiuso a riposo	NC	Fine corsa	FC
Pulsante di marcia	PM	Rele o contattore ausiliario	K
Pulsante d'arresto	ALT	Elettrovalvola	Y
Pulsante d'emergenza	Em.	Apparecchi di comando in generale	S

Gli schemi sono disegnati in modo *funzionale* considerando cioè i vari elementi unicamente riguardo la funzione che hanno nel circuito, senza tener conto della loro posizione effettiva.

La loro rappresentazione consiste in due linee orizzontali che indicano le alimentazioni comuni e da una serie di linee verticali con riportati i vari apparecchi necessari alla realizzazione del circuito.

Negli schemi funzionali non viene mai compreso il circuito di potenza pneumatico che viene rappresentato, a parte, di solito sopra il circuito elettrico.

Il collegamento tra i due circuiti è dato dal simbolo che rappresenta il comando del distributore principale.



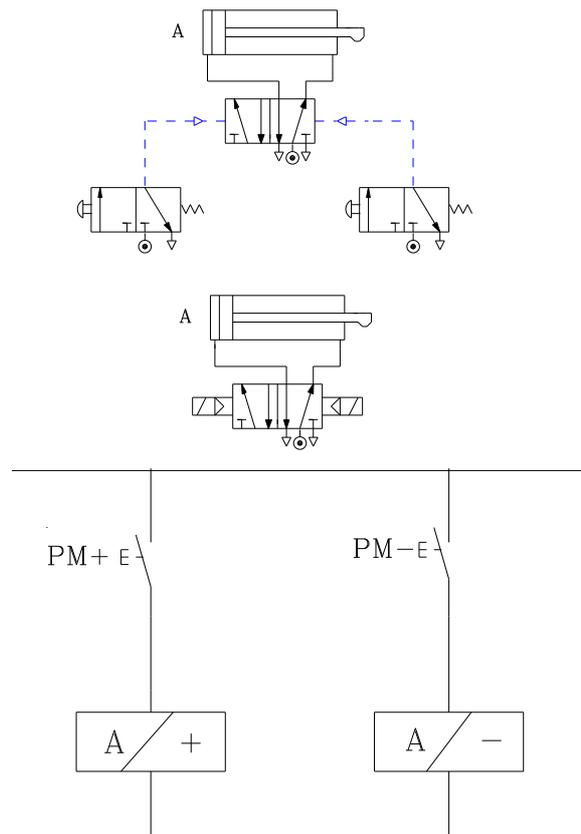
La figura rappresenta:

a sinistra il simbolo di un distributore monostabile pneumatico con comando combinato mediante solenoide e distributori pilota.

a destra il simbolo del comando elettrico a solenoide che deriva dal precedente e che deve essere inserito nello schema elettrico. In questo simbolo si aggiunge la lettera che designa il cilindro ed il segno + o - secondo che il comando elettrico piloti il distributore principale dal lato positivo o negativo.

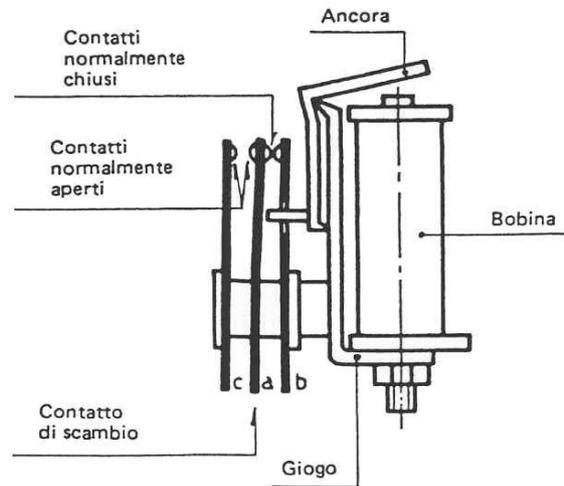
Ad esempio: A+ significa che il solenoide è quello del distributore principale del cilindro A e che comanda l'avanzamento del pistone.

Esempio: Trasformare il circuito pneumatico di figura in uno di tipo elettropneumatico.



7.1 CIRCUITI ELETTRICI CON RELÈ

Un apparecchio che risolve molti problemi circuitali elettrici è il relè.



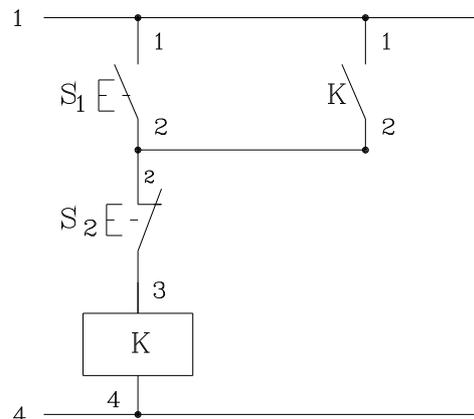
E' costituito da un elettromagnete, da un'armatura mobile (àncora) posta ad una estremità del nucleo e mantenuta distante dallo stesso mediante l'azione di molle e da un certo numero di contatti.

Quando la bobina dell'elettromagnete è percorsa da corrente, l'ancora viene attratta e, con il suo movimento a bilanciere, agisce su dei contatti che possono venir aperti o chiusi secondo la loro posizione iniziale.

Un relè può azionare diversi contatti di scambio. Quando la corrente inviata alla bobina si interrompe, la parte mobile ritorna, per l'azione della molla, nella posizione di riposo.

Circuito di autoritenuta

Permette di collegare il relè in modo che anche al cessare del comando che ha provocato l'alimentazione della bobina la stessa rimanga eccitata fino a quando non si interviene con un altro comando.

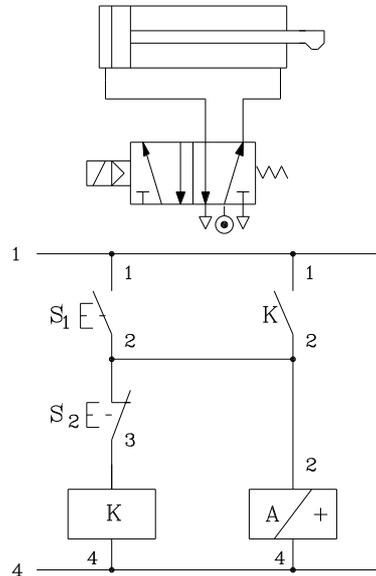


La bobina del relè K viene eccitata azionando il pulsante normalmente aperto S1. Ciò provoca la chiusura del contatto K che, stabilendo una continuità di corrente, mantiene eccitata la bobina anche se si rilascia S1. La bobina a sua volta mantiene in chiusura il contatto K (autoaggancio).

Per far ritornare il sistema nella posizione iniziale è necessario interrompere la continuità di corrente ad esempio, come nel nostro caso, azionando il pulsante normalmente chiuso S2.

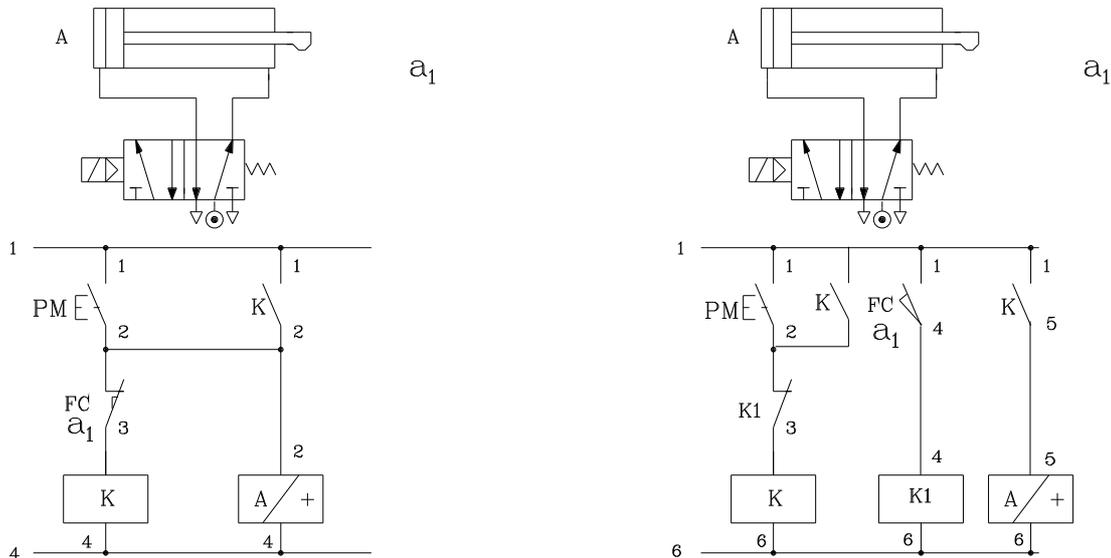
7.1.1 ESEMPI DI CIRCUITI ELETTRICI CON RELÈ

Un circuito elettropneumatico in cui trova applicazione il circuito di autoritenuta è quello che serve per comandare un cilindro mediante distributore principale monostabile che, per rimanere commutato, ha bisogno della presenza costante del segnale di commutazione.



Schemi elettrici per comandi semiautomatici

Gli schemi seguenti rappresentano i circuiti elettrici per comandi semiautomatici realizzati, nel primo caso, con un finecorsa normalmente chiuso e, nel secondo caso, con un finecorsa normalmente aperto.



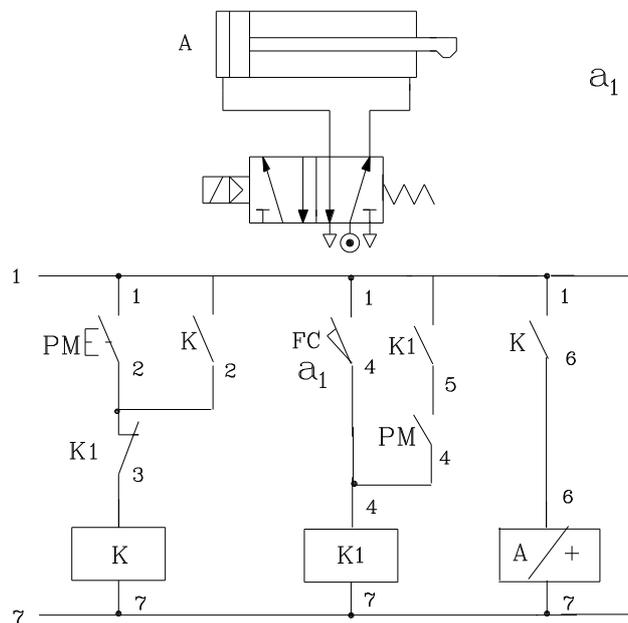
Comandi semiautomatici antiripetitivi

Con gli schemi precedente il completamento del ciclo semiautomatico avviene solo se il pulsante PM è mantenuto premuto per un breve tempo. In caso contrario, quando il finecorsa viene azionato interrompe l'eccitazione della bobina ed il pistone rientra ma, appena il finecorsa è rilasciato, la bobina si rieccita ed il pistone riesce. Ne segue che, a fine corsa positiva, si ha una successione di brevi e rapidi arretramenti e avanzamenti.

Per eliminare questa disfunzione si modifica il circuito rendendo il comando antiripetitivo. Ad esempio, nel secondo circuito, è sufficiente attuare anche per il relè K1 il circuito di autoritenuta che però deve dipendere anche da un contatto del PM.

Quest'ultimo pertanto dovrà avere due contatti normalmente aperti come appare nello schema seguente.

Circuito di comando semiautomatico antiripetitivo di un cilindro a DE con distributore principale monostabile.



Quando, al termine della corsa positiva del pistone, il PM risulta non azionato il circuito di autoritenuta del relè K1 non si inserisce ed il funzionamento semiautomatico avviene regolarmente. Se viceversa il PM risulta azionato il circuito di autoritenuta mantiene la bobina di K1 eccitata e di conseguenza il contatto K1 normalmente chiuso è mantenuto aperto. A causa del diseccitamento della bobina K anche i contatti K sono aperti. L'arretramento del pistone avviene regolarmente ed occorre lasciare il Pm per ristabilire le condizioni iniziali.

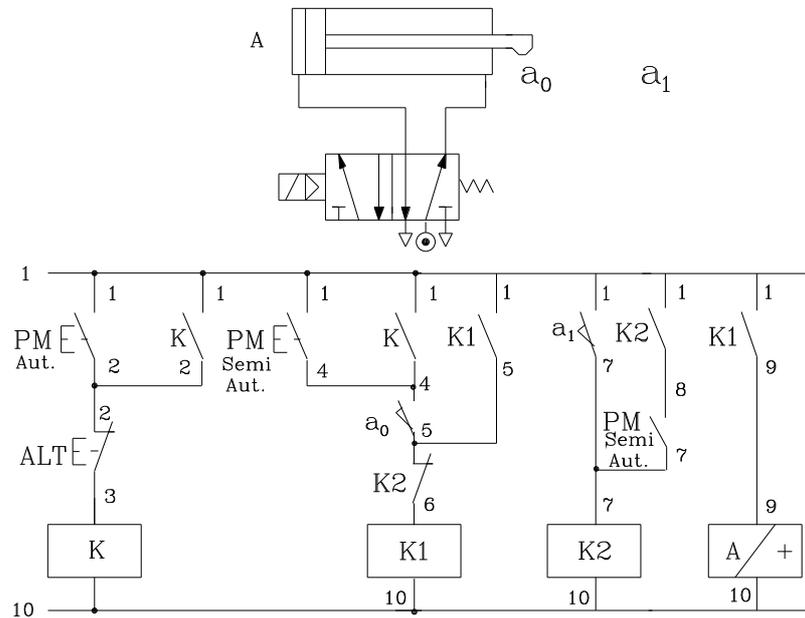
Schemi elettrici per comandi automatici

Il movimento in automatico si realizza con due finecorsa elettrici.

E' da tener presente che se si verifica una interruzione di corrente ed il cilindro è comandato:

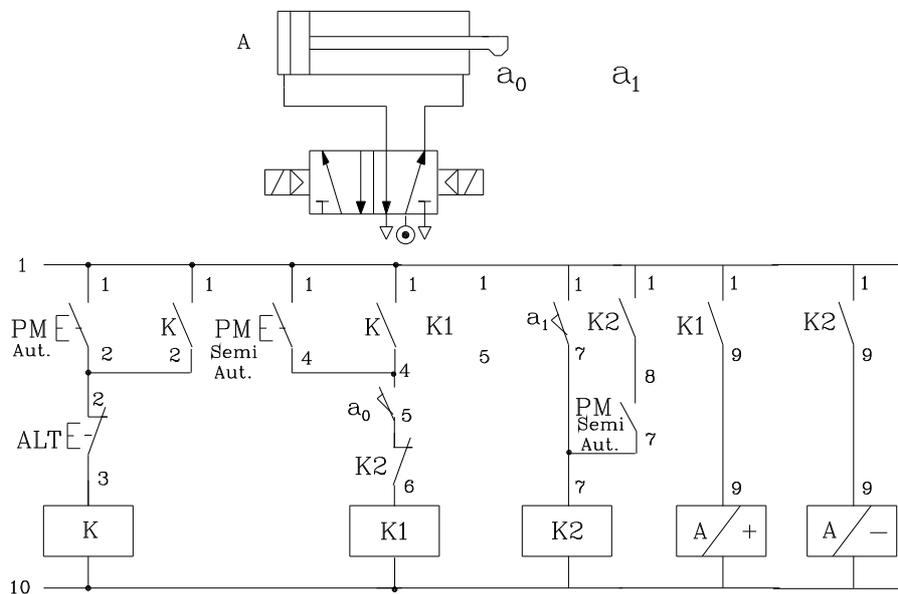
- da un distributore monostabile, tutti i relè si diseccitano ed il pistone ritorna immediatamente in posizione negativa. Al ritorno della corrente elettrica il pistone non si muove ed all'azionamento del PM il ciclo riparte dall'inizio.
- da un distributore bistabile, il pistone prosegue fino al termine della corsa. L'arresto avviene in posizione positiva se il senso era positivo o negativa se il senso era negativo. Al ritorno della corrente elettrica, se il pistone è in posizione fuori arretra e si arresta in

posizione negativa; se è in posizione negativa non si ha alcun movimento. All'azionamento del PM il ciclo riparte dall'inizio.

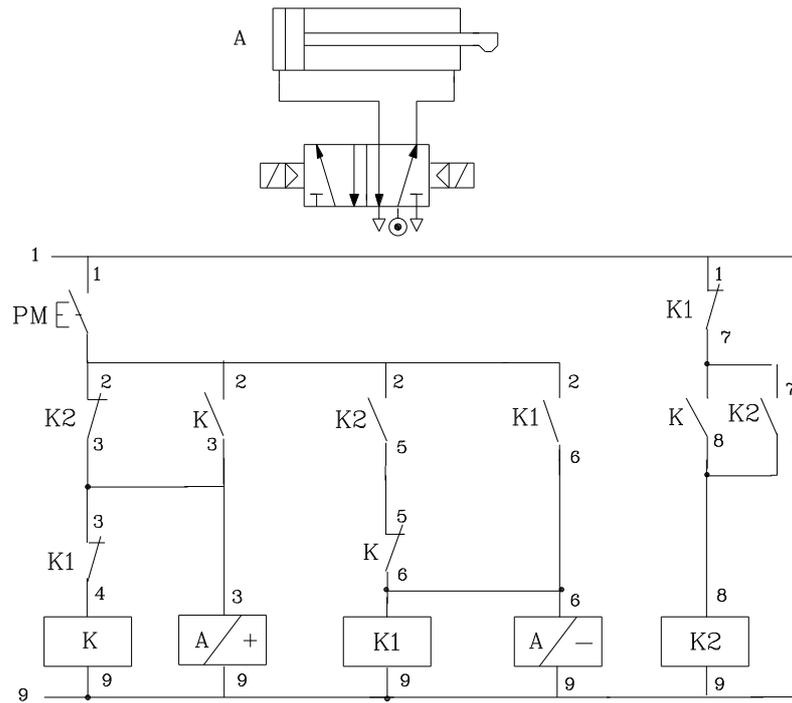


Comando automatico e semiautomatico antiripetitivo di un cilindro a DE. Arresto con ritorno del pistone a riposo dopo aver ultimato il ciclo.

Circuito di comando automatico e semiautomatico antiripetitivo di un cilindro a DE con distributore principale bistabile. Arresto con ritorno a riposo del pistone dopo aver ultimato il ciclo.



Contatore binario



8 ANNULLAMENTO DEI SEGNALI BLOCCANTI

L'annullamento dei segnali bloccanti si attua o con la tecnica dei collegamenti o con la tecnica in cascata.

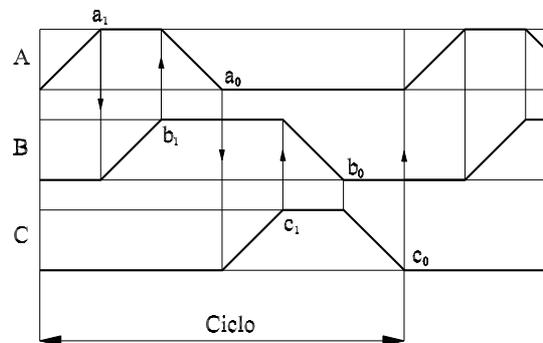
8.1 TECNICA DEI COLLEGAMENTI

Consiste nel collegare l'alimentazione del finecorsa che provoca il segnale bloccante in serie ad un altro finecorsa il cui segnale continuo non bloccante abbia le seguenti caratteristiche:

- sia presente all'inizio del segnale bloccante
- sia assente prima che inizi la corsa opposta del pistone il cui movimento è stato attuato dal segnale bloccante
- non si ripresenti fintanto che il segnale bloccante rimane presente

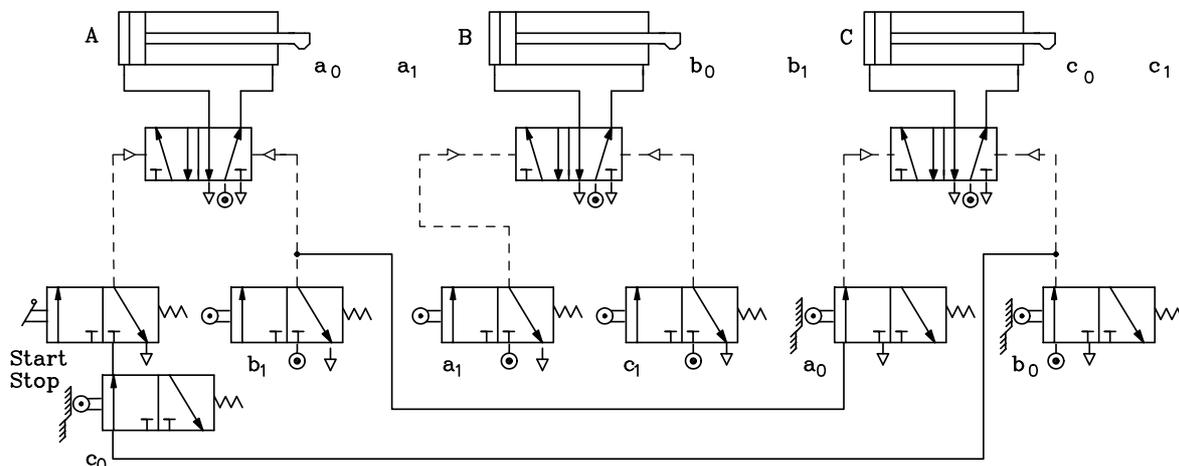
Esempio

Sia data la sequenza: A+/B+/A-/C+/B-/C-



In questa sequenza esistono 2 segnali bloccanti: a_0 e c_0 . Per sbloccare il segnale a_0 è disponibile il segnale b_1 che: è presente all'inizio del segnale bloccante, si annulla prima che avvenga C- e non si ripresenta mentre a_0 è azionato. Il segnale bloccante a_0 si può trasformare in non bloccante collegando il finecorsa a_0 in serie al finecorsa b_1 .

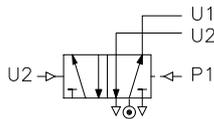
Per sbloccare il segnale bloccante c_0 è disponibile il segnale b_0 che: è presente all'inizio del segnale bloccante, si annulla prima che avvenga A- e non si ripresenta mentre c_0 è azionato. Il segnale bloccante c_0 si può trasformare in non bloccante collegando il finecorsa c_0 in serie al finecorsa b_0 .



8.2 TECNICA IN CASCATA

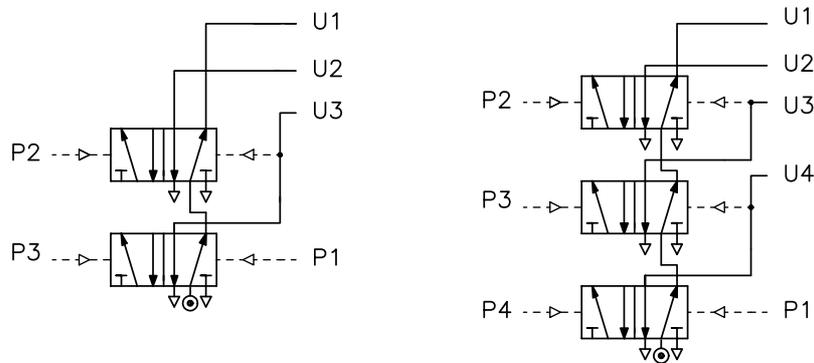
Permette di realizzare velocemente qualsiasi tipo di circuito e, per la sua semplicità, viene preferita alla tecnica dei collegamenti anche quando quest'ultima può essere impiegata richiedendo però una eccessiva elaborazione.

Il circuito in cascata si realizza con dei distributori ausiliari 5/2 pilotati. In seguito verrà indicato il numero di questi distributori che devono essere collegati tra loro seguendo questo criterio:



Si indica con P1, P2, P3 etc. la successione dei segnali di pilotaggio e con U1, U2, U3 etc. le rispettive uscite. Se nel circuito di comando occorre aggiungere il circuito in cascata formato da un solo distributore, pilotando il lato negativo P1 del distributore ausiliario si ha a disposizione l'uscita U1, mentre pilotando il lato positivo (P2) si ottiene l'uscita U2.

Se i distributori in cascata sono 2 o 3 o più, essi vengono collegati come segue:



Come si può vedere i distributori ausiliari hanno le uscite negative collegate in serie e i pilotaggi negativi azionati dall'uscita positiva del distributore a monte. Ne segue che dei lati negativi rimane da pilotare solo il distributore più a monte e questo pilotaggio deve essere il primo (partenza della sequenza).

I lati positivi da pilotare sono tanti quanti sono i distributori e le relative uscite pilotano anche il lato negativo del distributore a valle. Per avere un numero n di uscite occorrono $n - 1$ distributori ausiliari.

Con la tecnica in cascata non tutti i finecorsa pilotano i distributori principali dei cilindri ma alcuni di essi pilotano i distributori collegati in cascata. Ad ogni pilotaggio corrisponde nella cascata un'uscita ed è quest'ultima che pilota il distributore principale. Le uscite della cascata vanno inoltre ad alimentare gli altri distributori finecorsa che, non adibiti al pilotaggio dei distributori collegati in cascata, pilotano direttamente i distributori principali.

Con il sistema in cascata ad ogni pilotaggio corrisponde solo un'uscita, di conseguenza la precedente viene sempre annullata.

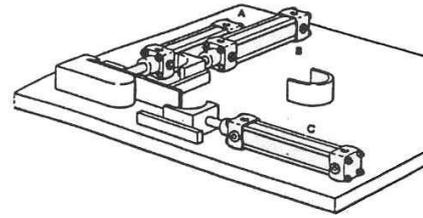
Per inserire il circuito in cascata si suddivide la sequenza letterale in gruppi in modo tale che in ogni gruppo non sia presente alcuna doppia corsa dei pistoni. I finecorsa di ogni gruppo dipendono da una uscita della cascata; ne segue che, occorrendo un numero di uscite uguale al numero dei gruppi, il numero dei distributori ausiliari è dato dal numero dei gruppi meno uno.

I finecorsa che risultano al primo posto di ogni gruppo, pilotano i distributori della cascata secondo la successione numerica indicata (vedi schemi precedenti).

Il primo finecorsa del gruppo 1 pilota sempre il lato negativo del distributore più a monte della cascata (P1). Il primo finecorsa del gruppo 2 piloterà il distributore della cascata più a valle dal lato positivo (P2) e così via di seguito.

Esempio di applicazione del circuito in cascata

Apparecchiatura per piegare lamierini

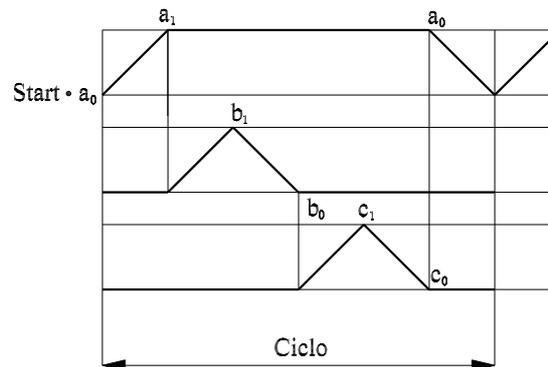


Il disegno rappresenta un'apparecchiatura per piegare lamierini.

Per semplicità gli elementi di controllo finecorsa non sono rappresentati.

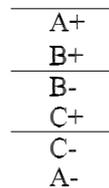
Il posizionamento del lamierino viene effettuato a mano. All'azionamento dello Start il pistone del cilindro A blocca il lamierino e successivamente B attua la prima piegatura, C la seconda e, alla fine, il lamierino viene sbloccato da A e può essere tolto.

La sequenza risulta essere: A+ / B+ / B- / C+ / C- / A- ed il relativo diagramma delle fasi è:



I segnali bloccanti sono: $a_1 b_0 c_0$

Si divide ora la sequenza letterale in gruppi in modo che ad ogni gruppo non risulti la doppia corsa di alcun pistone:

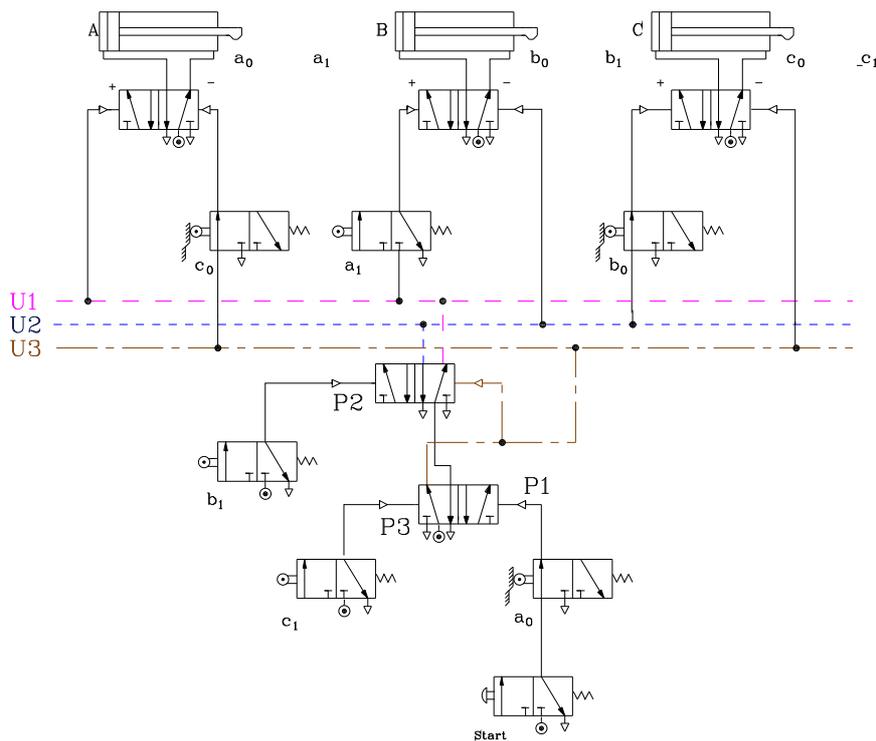


Risultando 3 gruppi il circuito in cascata deve essere formato con distributori a cui corrispondono 3 uscite, per cui occorrono 2 distributori 5/2.

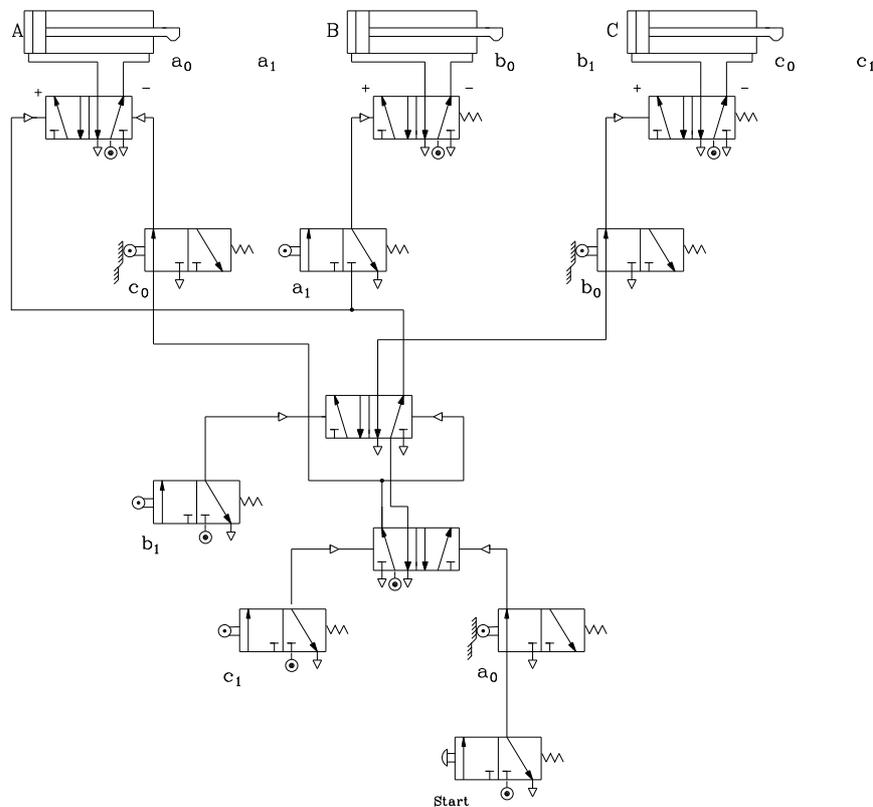
Si completa la sequenza letterale scrivendo le condizioni che devono essere realizzate affinché avvengano i vari movimenti:

$$\begin{array}{l}
 \text{Start} \cdot a_0 = P1 \longrightarrow U1 = A+ \\
 \quad \quad \quad U1 \cdot a_1 \quad = B+ \\
 \hline
 b_1 = P2 \longrightarrow U2 = B- \\
 \quad \quad \quad U2 \cdot b_0 \quad = C+ \\
 \hline
 c_1 = P3 \longrightarrow U3 = C- \\
 \quad \quad \quad U3 \cdot c_0 \quad = A-
 \end{array}$$

Circuito apparecchiatura piega lamierini

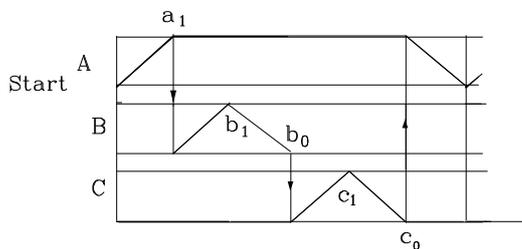


Essendo i movimenti dei pistoni dei cilindri B e C consecutivi, per semplificare il circuito si possono usare dei distributori principali monostabili. In questo caso il circuito è il seguente:

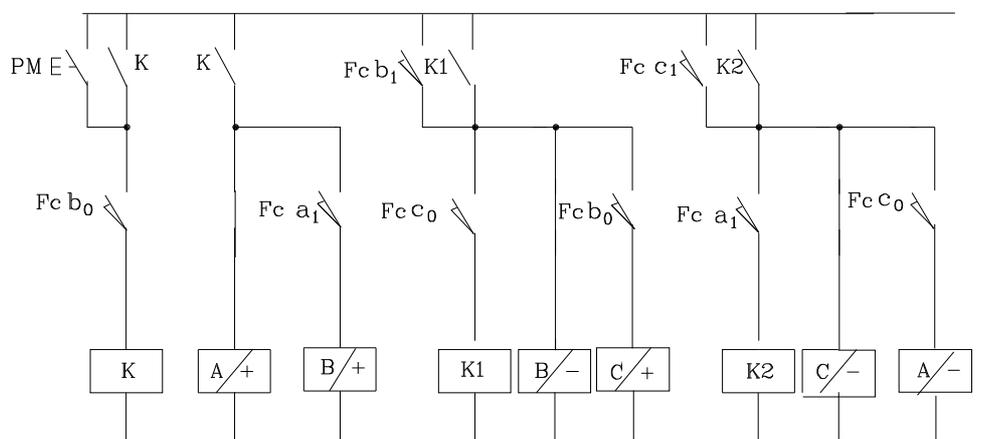
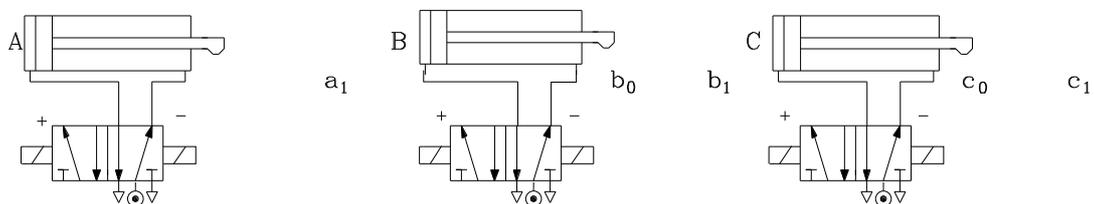


Circuito realizzato con elementi elettropneumatici

A+ / B+ / B- / C+ / C- / A-



Start	=	A+
a ₁)	=	B+
b ₁	=	B-
b ₀)	=	C+
c ₁	=	C-
c ₀)	=	A-



9 LOGICA

Per logica si intende quella tecnica con cui si elaborano i dati di un problema per ottenere un risultato giusto e senza possibilità di ambiguità.

Per circuito logico si intende generalmente un sistema capace di elaborare dati che gli vengono forniti.

I metodi logici per la risoluzione di problemi di automazione si basano sui due concetti del Tutto o Nulla, del Sì o No del Chiuso o Aperto; in definitiva si opera con il linguaggio binario basato sui due soli simboli 1 o 0.

In questo modo è semplice far corrispondere ai due simboli due stati fisici o due posizioni di un dato sistema.

Ad esempio:

- Assenza di pressione ad un terminale; simbolo numerico 0
- Presenza di pressione ad un terminale; simbolo numerico 1

I circuiti formati con componenti che possono assumere solo due valori in uscita (0 o 1) si dicono Digitali

Si dicono invece Analogici quando i loro componenti possono assumere in uscita anche valori intermedi.

Ad esempio in un circuito digitale una lampadina può essere accesa o spenta mentre in un circuito analogico oltre a questi due stati può anche emettere più o meno luce se la tensione è regolata con un reostato.

Elemento logico o Blocco logico

E' una parte indivisibile di un circuito logico che presenta due o più ingressi ed una uscita. Lo stato dell'uscita dipende dallo stato degli ingressi.

I segnali in ingresso rappresentano le variabili indipendenti mentre il segnale in uscita rappresenta la variabile dipendente.

Un blocco logico si dice passivo se opera solo con segnali di comando; si dice invece attivo se richiede, oltre ai segnali di comando anche una alimentazione continua.

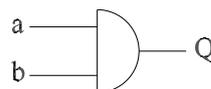
I principali blocchi logici sono quelli che realizzano le funzioni OR - AND - NOT - YES

Funzione OR

Traduce in lingua inglese l'alternativa italiana O. Viene anche chiamata sommatore logico.

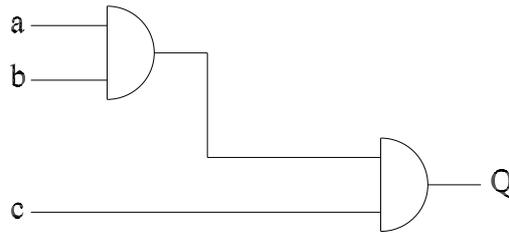
Viene realizzata ad esempio con una valvola selettiva di circuito nella quale si ha il segnale in uscita se è presente il segnale a o il segnale b. Il termine OR si identifica con il segno + e indicando con Q il segnale in uscita questa funzione si scrive: $a + b = Q$

La rappresentazione grafica del blocco logico OR è:



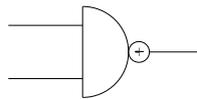
Nei blocchi logici OR l'uscita assume lo stato 0 quando tutte le variabili indipendenti (ingressi) sono allo stato 0; assume lo stato 1 quando almeno una delle variabili indipendenti è allo stato 1.

I blocchi logici OR pneumatici hanno due ingressi. Se occorrono blocchi OR con più entrate si può ricorrere alla proprietà associativa. Ad esempio la funzione $a + b + c = Q$ può essere scritta $(a + b) + c = Q$ il relativo simbolo grafico diventa:



e si può realizzare con 2 valvole selettive di circuito.

Il blocco OR illustrato si dice inclusivo perché per avere l'uscita possono essere presenti una più o tutte le entrate; se invece più di una entrata presente esclude l'uscita il blocco si chiama esclusivo e si indica con

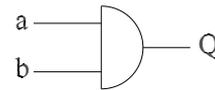


Funzione AND

Traduce in inglese la congiunzione italiana E . Viene anche chiamata prodotto logico o congiunzione

Viene realizzata ad esempio con una valvola a due pressioni nella quale si ha segnale in uscita quando sono presenti i segnali in ingresso a e b. Il termine AND si identifica con il segno \cdot ed indicando con Q il segnale in uscita questa funzione si scrive: $a \cdot b = Q$

La rappresentazione grafica del blocco logico AND è:



Nei blocchi logici AND l'uscita assume lo stato 1 quando tutti gli ingressi assumono lo stato 1 mentre in tutti gli altri casi assume lo stato 0.

Anche per le funzioni AND vale la proprietà associativa per cui la funzione $a \cdot b \cdot c = Q$ può essere scritta $(a \cdot b) \cdot c = Q$ e si può realizzare ad esempio con due valvole a due pressioni.

Funzione NOT

Traduce in lingua inglese l'avverbio di negazione NO. Viene anche chiamata negazione o complementazione

Corrisponde ad una inversione dello stato di una variabile, è chiamata anche negazione. La funzione NOT ha una sola entrata e una sola uscita; se l'ingresso è allo stato 0 l'uscita è allo stato 1, viceversa se l'ingresso è allo stato 1 l'uscita è allo stato 0.

La funzione NOT si scrive $a = \bar{Q}$ e si legge a uguale a Q negato oppure a uguale a non Q
 $\bar{a} = Q$ e si legge a negato uguale a Q oppure non a uguale a Q

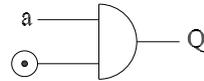
La rappresentazione grafica della funzione NOT è la seguente:



Funzione YES

Traduce in lingua inglese l'avverbio di affermazione SI. E' chiamata anche uguaglianza, identità o rigenerazione. Se l'ingresso è allo stato 0 anche l'uscita è allo stato 0; se l'ingresso è allo stato 1 anche l'uscita è allo stato 1. Questa funzione si scrive $a = Q$ e si legge a uguale a Q a

La rappresentazione grafica è la seguente:

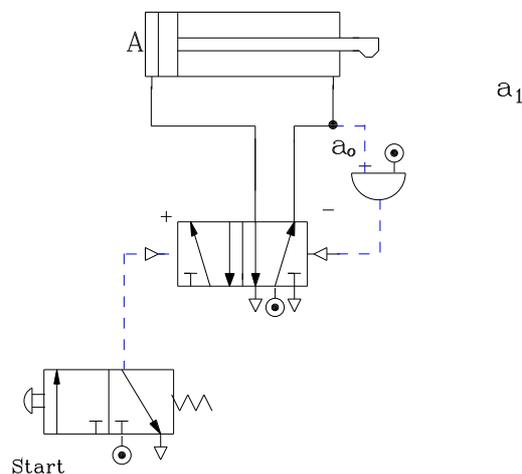


Il blocco YES è impiegato principalmente come rigeneratore di segnale. Infatti per il suo funzionamento è sufficiente un segnale di controllo con un valore minore (fino al 70%) della pressione in rete mentre l'uscita, alimentata direttamente dalla sorgente di pressione, genera un segnale alla pressione di utilizzo.

Controllo finecorsa con elementi logici NOT

E' possibile eliminare i finecorsa impiegati per realizzare circuiti semiautomatici ed automatici sostituendoli con elementi logici NOT.

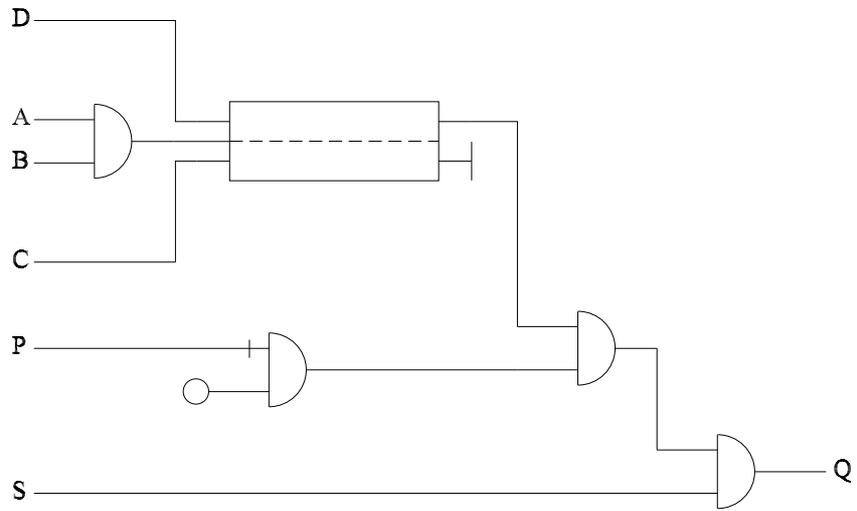
Lo schema seguente illustra un circuito semiautomatico realizzato con l'impiego di un elemento logico NOT:



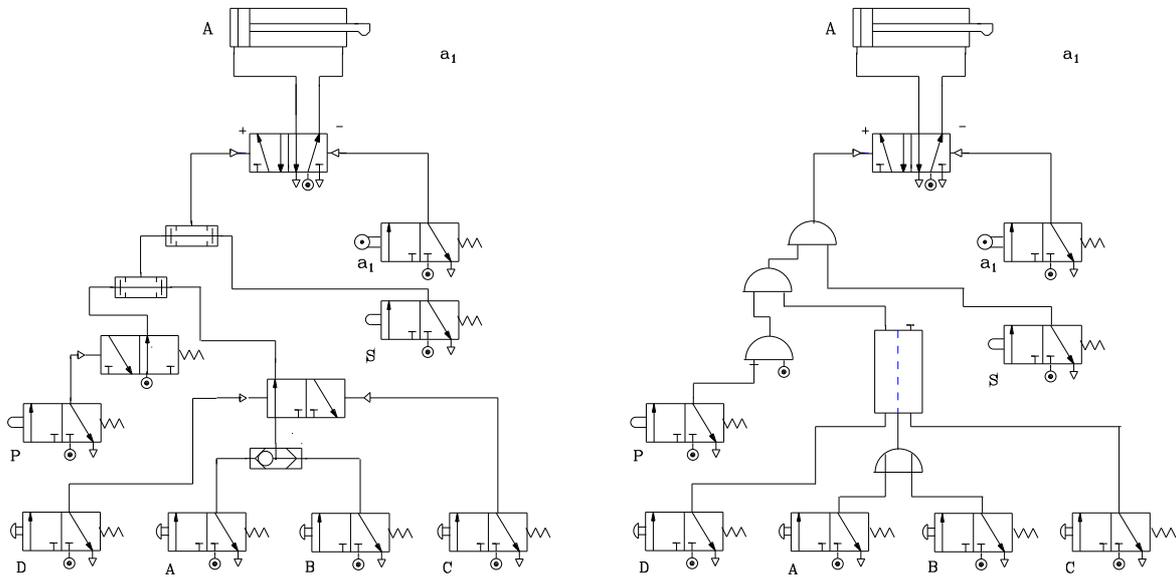
Il pistone mantiene per tutta la corsa positiva una contropressione di scarico la cui presenza, all'ingresso dell'elemento NOT, pone l'uscita del medesimo allo stato 0.

Solamente quando il pistone raggiunge la posizione positiva la contropressione scende al di sotto della soglia di inversione dell'elemento NOT la cui uscita, passando allo stato 1 commuta il distributore principale.

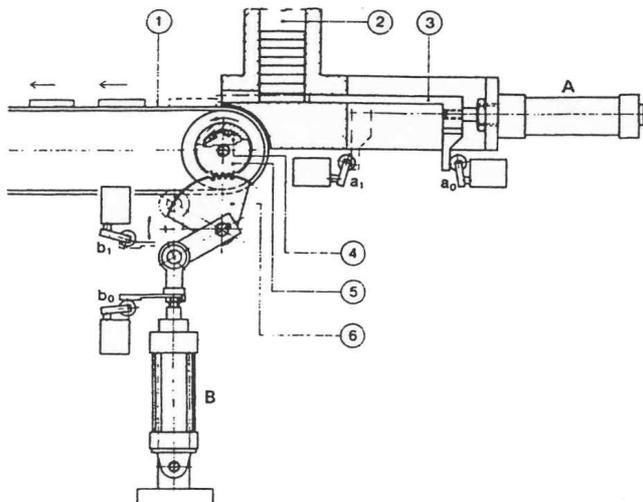
Lo schema a blocchi risulta essere il seguente:



Circuito realizzato con elementi pneumatici (a sinistra) e logici (a destra).

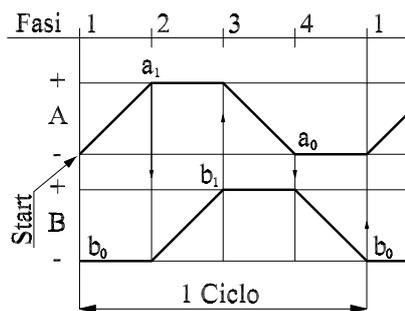


Esempio di applicazione degli elementi logici NOT impiegati come controlli di finecorsa.
Macchina alimentatrice (vedi pag. 35)

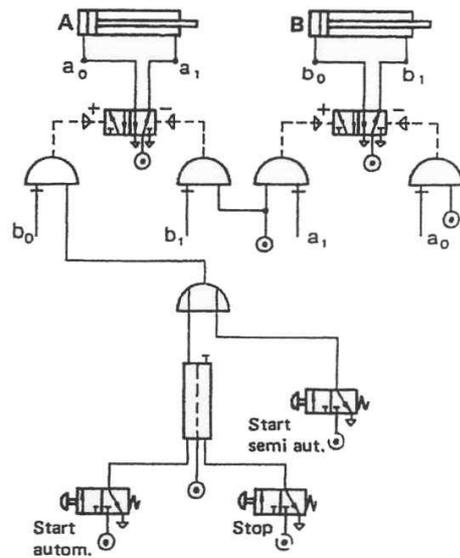
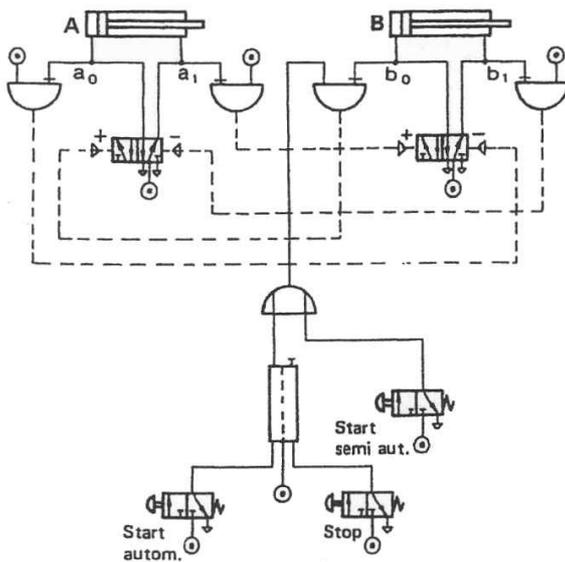


- 1) Nastro trasportatore
- 2) Magazzino
- 3) Slitta comandata dal cilindro A
- 4) Ruota libera
- 5) Ruota dentata calettata sulla ruota libera
- 6) Settore dentato comandato dal cilindro B

Sequenza letterale, diagramma delle fasi e descrizione letterale con i simboli dei segnali che devono provocare i movimenti: A+ / B+ / A- / B-
Nella sequenza letterale gli elementi NOT con funzione finecorsa si evidenziano soprallineando i relativi simboli.



$$\begin{aligned} \text{Start} \cdot \overline{b_0} &= A+ \\ \overline{a_1} &= B+ \\ \overline{b_1} &= A- \\ \overline{a_0} &= B- \end{aligned}$$



Indice

1	AUTOMAZIONE PNEUMATICA	1
1.1	UMIDITÀ	1
1.2	TRATTAMENTO DELL'ARIA COMPRESSA	3
2	CILINDRI	5
2.1	TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	5
2.2	DEFINIZIONI	8
3	ELEMENTI DI COMANDO E DI CONTROLLO	10
3.1	DISTRIBUTORI	10
3.1.1	COMANDI SEMPLICI E PILOTATI	16
3.2	VALVOLE DI INTERCETTAZIONE E DI REGOLAZIONE	19
3.2.1	APPLICAZIONI	22
3.3	TEMPORIZZATORI	23
4	CIRCUITI PNEUMATICI	24
4.1	CIRCUITI SEMIAUTOMATICI	24
4.2	CIRCUITI AUTOMATICI	27
5	MEMORIE	31
6	COMANDI SEQUENZIALI	33
7	CIRCUITI ELETTROPNEUMATICI	37
7.1	CIRCUITI ELETTRICI CON RELÈ	39
7.1.1	ESEMPI DI CIRCUITI ELETTRICI CON RELÈ	40
8	ANNULLAMENTO DEI SEGNALI BLOCCANTI	44
8.1	TECNICA DEI COLLEGAMENTI	44
8.2	TECNICA IN CASCATA	45
9	LOGICA	49