

# Pneumatica Generale

# PNEUMATICA

## OBIETTIVI

Il corso si propone di fornire le conoscenze tecniche sulla costruzione e funzionamento delle apparecchiature pneumatiche costituenti un impianto automatizzato. Saper scegliere il componente in funzione dell'applicazione prevista. Saper rappresentare graficamente un circuito pneumatico nel rispetto delle normative in vigore. Saper risolvere problematiche di automazione pneumatica con un circuito puramente pneumatico.

# CONTENUTI

Cenni sulla fisica dell'aria e trattamento dell'aria compressa

Componenti pneumatici di lavoro

- Classificazione
- Caratteristiche funzionali

Componenti pneumatici di comando

- Valvole direzionali
- Valvole di controllo portata
- Valvole controllo pressione
- Finecorsa pneumatici
- Temporizzatori
- Funzioni logiche

Cenni sulla tecnica del vuoto

Simbologia secondo le norme in vigore e convenzione di rappresentazione per l'identificazione dei componenti e la realizzazione degli schemi

Rappresentazione grafica di un circuito

- Criteri per la stesura di un circuito pneumatico:
  - in funzione della velocità
  - in funzione della pressione
  - il diagramma “passo – corsa” e il diagramma “tempo – corsa”

Circuiti elementari

Progettazione di circuiti pneumatici riferiti ad applicazioni industriali semplici

# Sommario

Introduzione

Fisica dell'aria e trattamento dell'aria compressa

Componenti pneumatici di lavoro

Componenti pneumatici di comando

Principi di Tecnica del vuoto

Simbologia

Circuiti elementari

Rappresentazione grafica dei comandi

Tecnica di comando pneumatico

# Esercitazioni pratiche

Realizzazione e cablaggio di circuiti pneumatici riferiti ad applicazioni industriali semplici, mediante esercitazioni pratiche con l'ausilio di pannelli didattici attrezzati con componentistica industriale



# Applicazioni

Pressa di incollaggio

Manipolatore

Apparecchiatura di sollevamento

Dispositivo di marcatura

Punzonatrice

Dispositivo di stampaggio

# **INTRODUZIONE**

# Pneumatica Generale

# PNEUMATICA

## OBIETTIVI

Il corso si propone di fornire le conoscenze tecniche sulla costruzione e funzionamento delle apparecchiature pneumatiche costituenti un impianto automatizzato. Saper scegliere il componente in funzione dell'applicazione prevista. Saper rappresentare graficamente un circuito pneumatico nel rispetto delle normative in vigore. Saper risolvere problematiche di automazione pneumatica con un circuito puramente pneumatico.

# CONTENUTI

Cenni sulla fisica dell'aria e trattamento dell'aria compressa

Componenti pneumatici di lavoro

- Classificazione
- Caratteristiche funzionali

Componenti pneumatici di comando

- Valvole direzionali
- Valvole di controllo portata
- Valvole controllo pressione
- Finecorsa pneumatici
- Temporizzatori
- Funzioni logiche

Cenni sulla tecnica del vuoto

Simbologia secondo le norme in vigore e convenzione di rappresentazione per l'identificazione dei componenti e la realizzazione degli schemi

Rappresentazione grafica di un circuito

- Criteri per la stesura di un circuito pneumatico:
  - in funzione della velocità
  - in funzione della pressione
  - il diagramma “passo – corsa” e il diagramma “tempo – corsa”

Circuiti elementari

Progettazione di circuiti pneumatici riferiti ad applicazioni industriali semplici

# Sommario

Introduzione

Fisica dell'aria e trattamento dell'aria compressa

Componenti pneumatici di lavoro

Componenti pneumatici di comando

Principi di Tecnica del vuoto

Simbologia

Circuiti elementari

Rappresentazione grafica dei comandi

Tecnica di comando pneumatico

# Esercitazioni pratiche

Realizzazione e cablaggio di circuiti pneumatici riferiti ad applicazioni industriali semplici, mediante esercitazioni pratiche con l'ausilio di pannelli didattici attrezzati con componentistica industriale



# Applicazioni

Pressa di incollaggio

Manipolatore

Apparecchiatura di sollevamento

Dispositivo di marcatura

Punzonatrice

Dispositivo di stampaggio

# Concetti di base

- [Automazione](#)
- [Comando](#)
- [Comando manuale](#)
- [Comando ad anello aperto](#)
- [Regolazione](#)
- [Regolazione manuale](#)
- [Controllo ad anello chiuso](#)
- [Comando automatico](#)
- [Controllo di processo](#)
- [Comandi pneumatici](#)

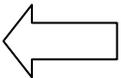
# Automazione

*“Complesso di tecniche dirette ad azionare macchine con altre macchine”*

Dalla *“Meccanizzazione”* ossia dall'impiego di macchine azionate dall'uomo , si passa all'azionamento automatico delle macchine, senza l'intervento dell'uomo

L'Automazione si occupa di tutti i problemi inerenti il controllo attivo di un processo

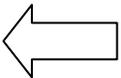
Per processo s'intende l'evoluzione nel tempo di un sistema fisico



# Comando

Il comando è ciò che avviene in un sistema nel quale una o più grandezze di ingresso influenzano altre grandezze d'uscita in base alle leggi fisiche intrinseche del sistema considerato

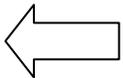
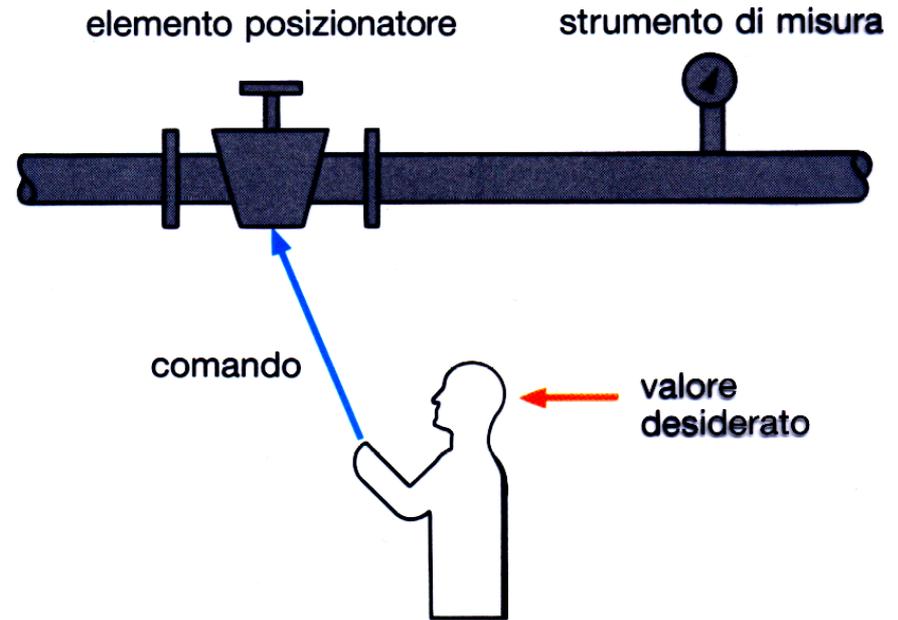
La caratteristica del comando è il fatto che lo svolgimento dell'azione, cioè la catena di comando è aperta



# Comando manuale di una portata

La quantità di una determinata sostanza che nell'unità di tempo fluisce attraverso una tubazione (portata) può essere variata mediante una valvola (elemento posizionario) e rilevata con uno strumento di misura

Per una data posizione della valvola la portata può comunque variare a causa di disturbi (variazioni di pressione, prelevamenti irregolari) senza che ciò venga rilevato

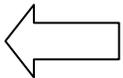
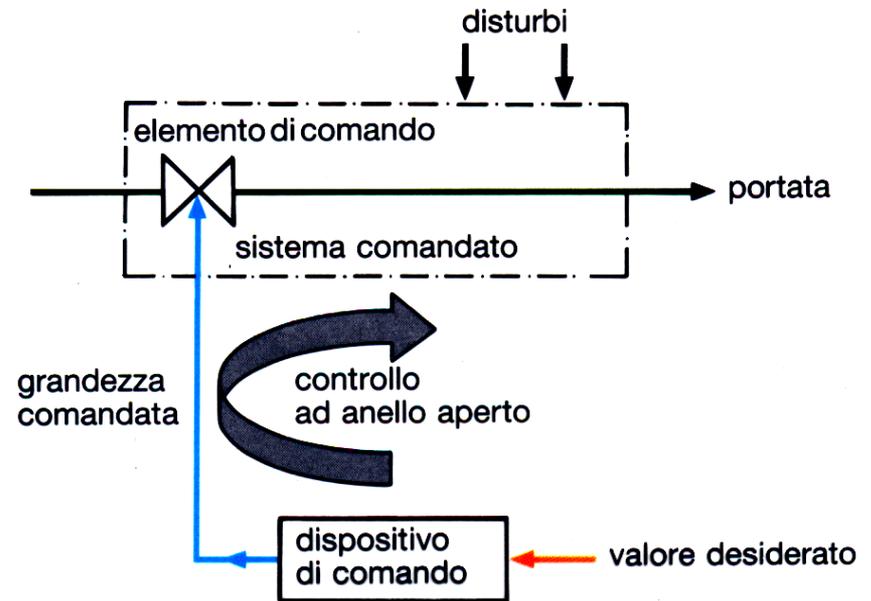


# Sistema di comando per il controllo della portata ad anello aperto

Se il valore effettivo (portata istantanea) ed il valore desiderato (valore di riferimento) sono diversi l'uno dall'altro, il sistema non può correggersi automaticamente.

Una correzione può avvenire solo tramite intervento dall'esterno, mediante riposizionamento della valvola.

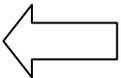
Per questo motivo si parla di un circuito ad anello aperto, come qui rappresentato schematicamente.



# Regolazione

La regolazione è un processo durante il quale la grandezza da controllare viene costantemente rilevata, confrontata con un'altra grandezza, quella di riferimento, e, in base all'esito di questo confronto, modificata fino a raggiungere il valore della grandezza di riferimento

Lo svolgimento delle azioni che ne derivano viene effettuato in un circuito chiuso chiamato anello di regolazione



# Regolazione manuale di una portata

Se a causa di disturbi si producono indesiderate variazioni del valore registrato in uscita, questo valore effettivo deve essere regolato, ed i disturbi devono, se necessario, essere eliminati mediante compensazione della valvola

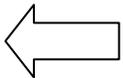
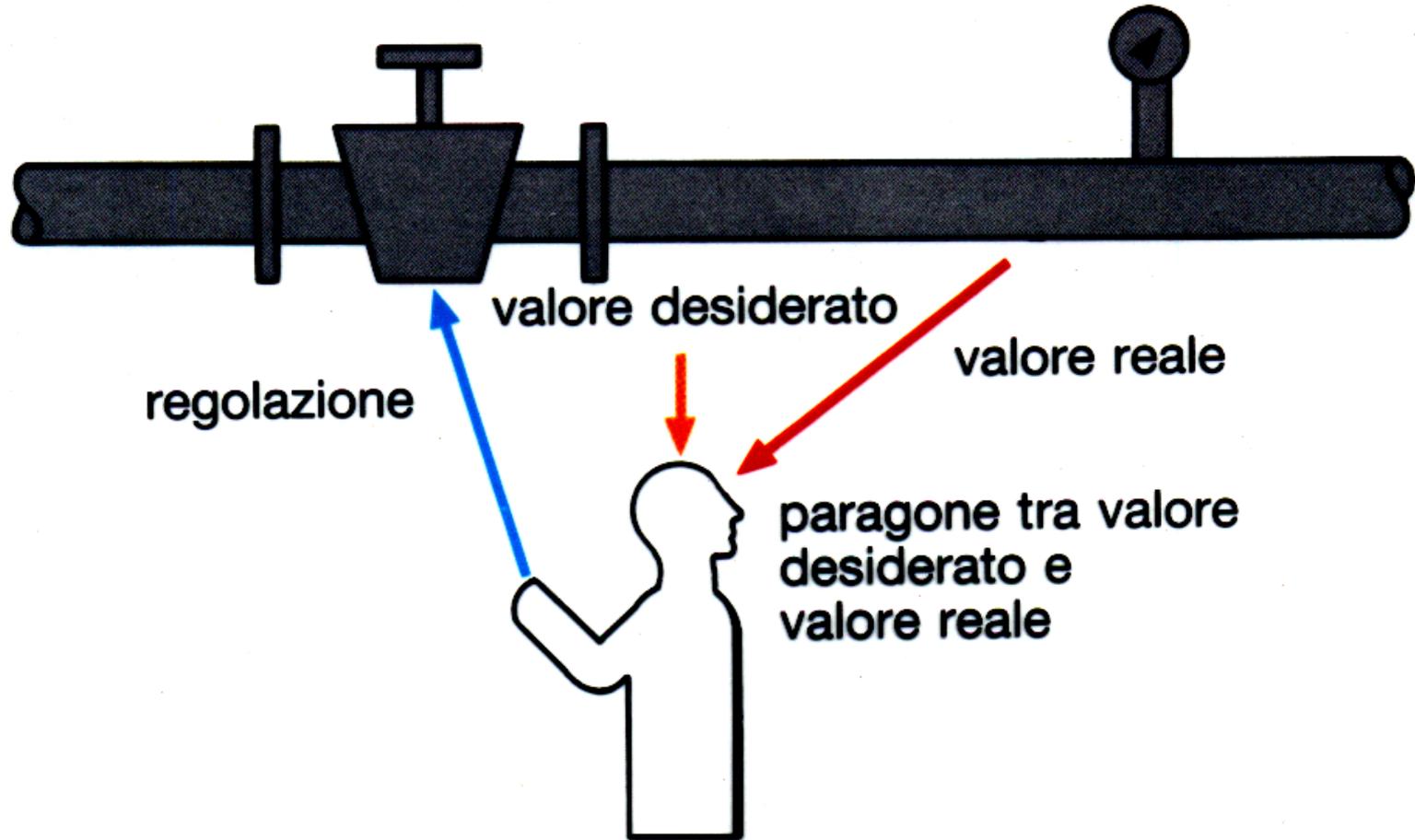
In caso di differenza tra valore effettivo e valore desiderato diventa indispensabile una regolazione correttiva

In questo modo si ottiene la regolazione del processo dove l'anello di regolazione risulta essere chiuso

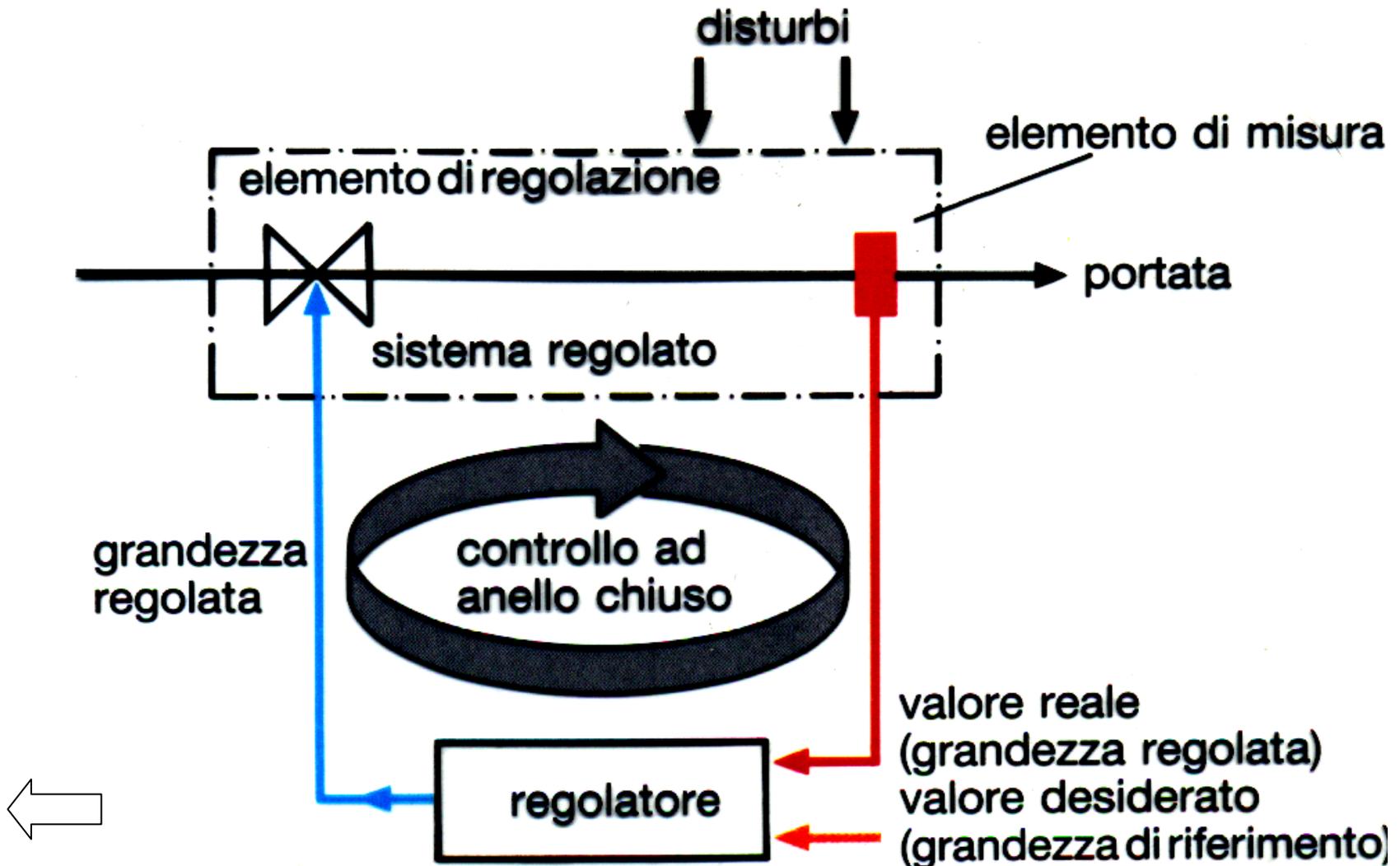
Se le attività di misurazione, confronto e compensazione vengono svolte dall'uomo, si tratta di una regolazione manuale

Se invece vengono svolte da un dispositivo, si parla di regolazione automatica

# Regolazione manuale di una portata



# Sistema di regolazione per il controllo ad anello chiuso della portata



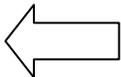
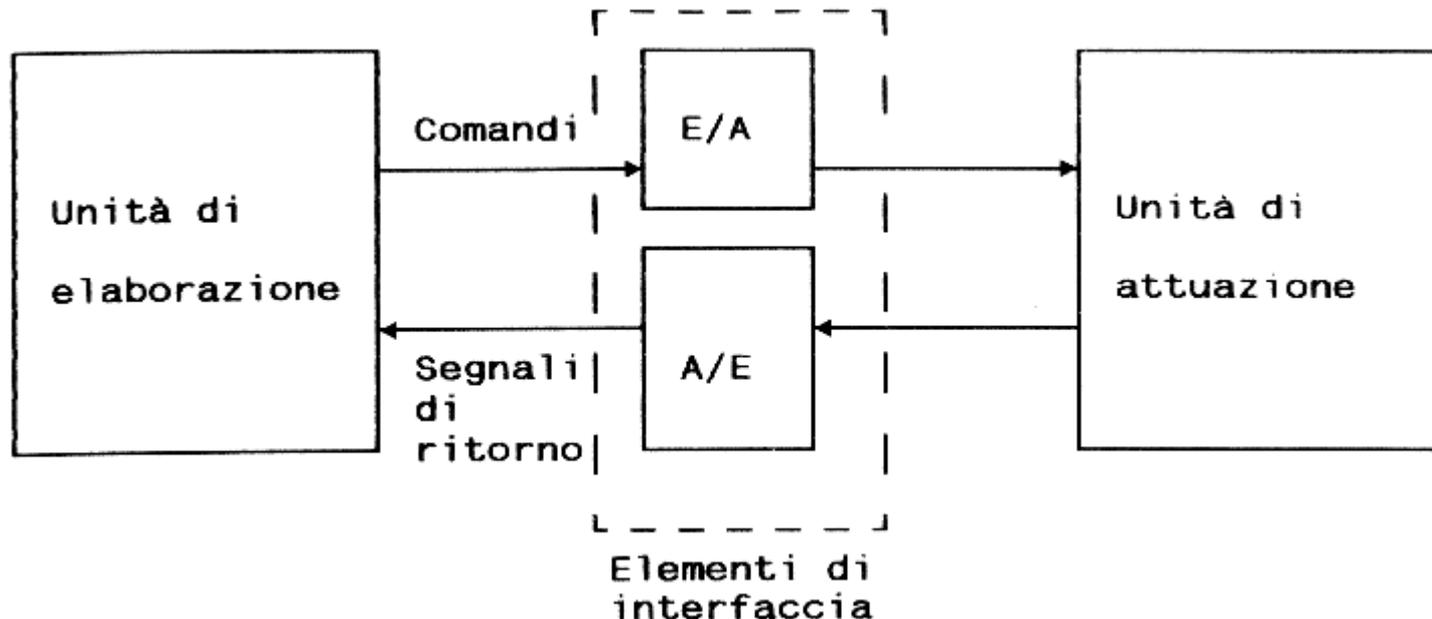
# Comando automatico

L'automazione di processo viene realizzata con un insieme di apparecchiature cui si dà il nome di «sistema di comando» o «comando automatico».

Nella prima fase si ha un prelievo di informazioni sull'andamento del processo, grazie ad opportuni dispositivi genericamente indicati con il nome di «sensori».

La fase successiva è quella che avviene nel cervello del sistema di comando e consiste nell'elaborazione delle informazioni ricevute (calcoli matematici calcoli logici. decisione delle azioni da comandare).

La terza fase consiste nell'invio dei risultati dell'elaborazione agli organi attuatori i quali eseguono, a conclusione del ciclo, le istruzioni ricevute.



# Il controllo di processo

Essendo lo scopo principale di un processo l'ottenimento di un prodotto avente determinate caratteristiche, chi lo progetta e chi lo gestisce deve fare in modo che esso possa essere opportunamente controllato.

Possiamo allora definire «CONTROLLO DI PROCESSO» l'interazione di un insieme di mezzi avente lo scopo di far evolvere il processo come previsto in base alle specifiche del prodotto da ottenere.

Tale controllo può essere effettuato secondo diversi livelli gerarchici quali:

- singola macchina,
- insieme di macchine,
- reparto di produzione,
- insieme di reparti.

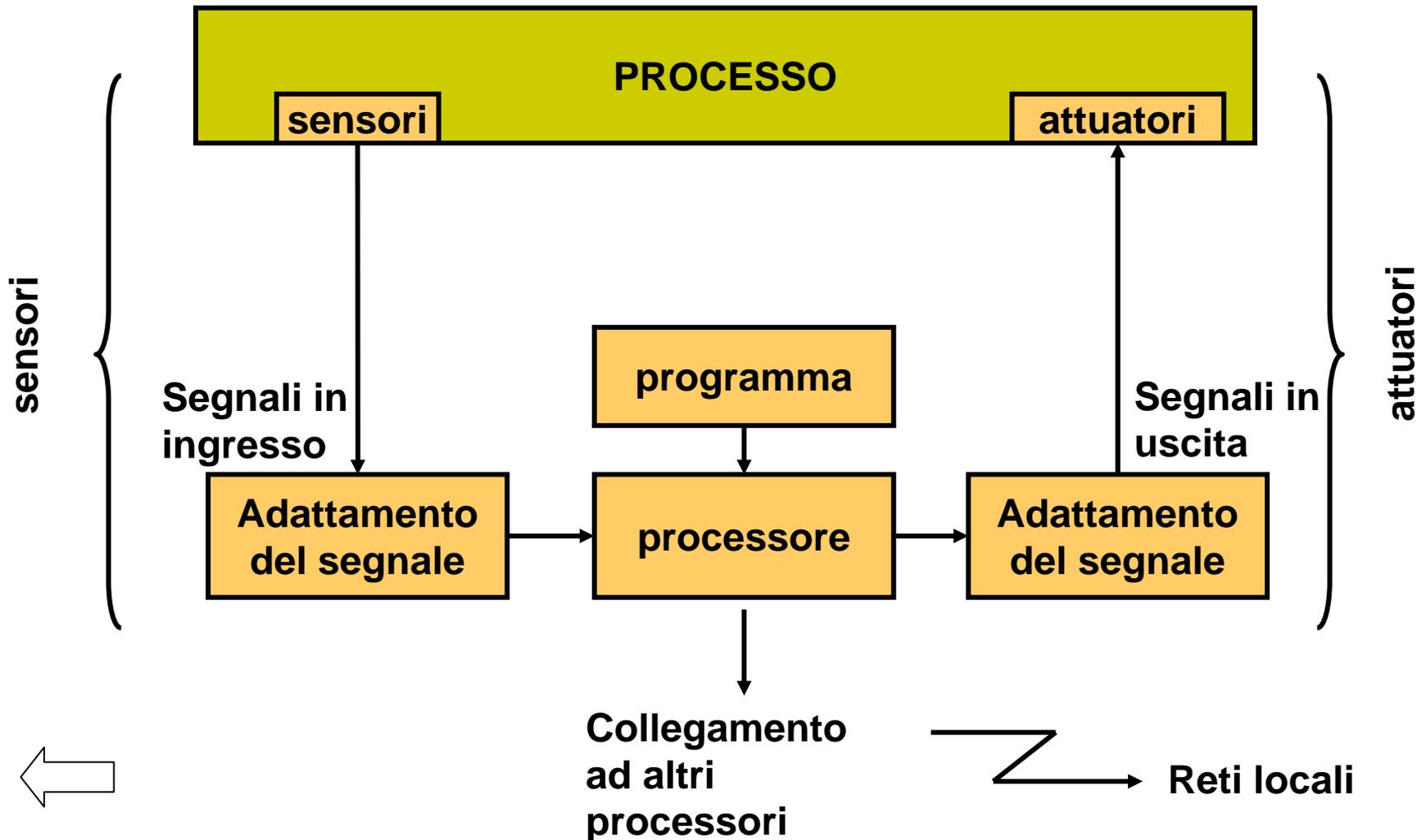
Sia il processo che il controllo di processo possono essere effettuati in due modi profondamente diversi:

- Manuale
- Automatico

Soprattutto in questi ultimi anni le industrie hanno privilegiato il ricorso a processi automatici nei quali un numero sempre maggiore di operazioni viene effettuato da macchine che sostituiscono il lavoro umano.

**PER «AUTOMAZIONE» SI DEVE PERTANTO INTENDERE L'INTERAZIONE DI UN INSIEME DI MEZZI CHE CONSENTE DI EVITARE ATTIVITÀ MANUALI SIA PER QUANTO RIGUARDA LE SINGOLE FASI CHE PER QUANTO RIGUARDA IL CONTROLLO DEI PROCESSI.**

# Elementi del sistema di controllo di un processo

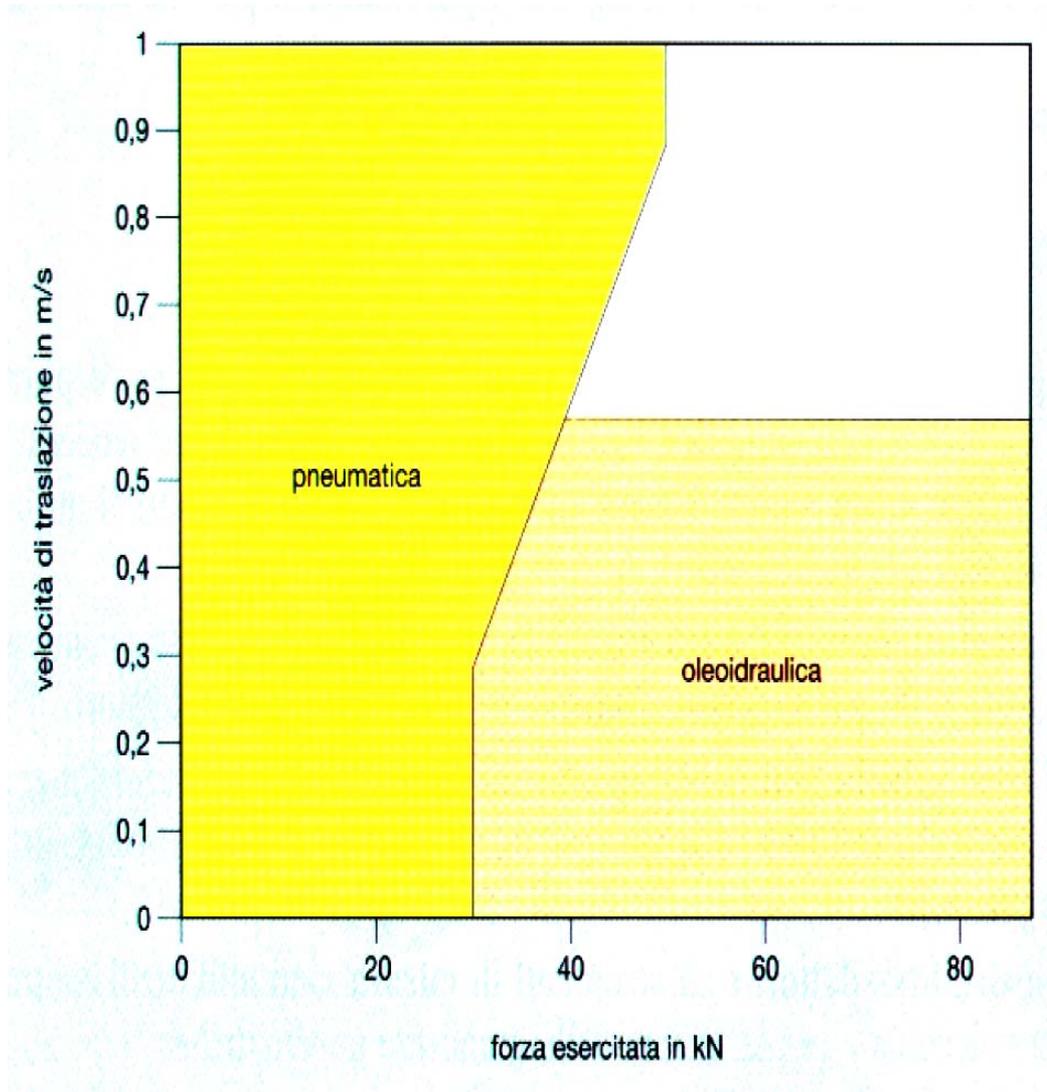


# Automazione con Sistemi a fluido

**Generazione di movimenti mediante conversione in energia meccanica della energia conferita ad un fluido, il cui flusso entro un apposito circuito consente il trasferimento, la regolazione e la distribuzione dell'energia stessa**

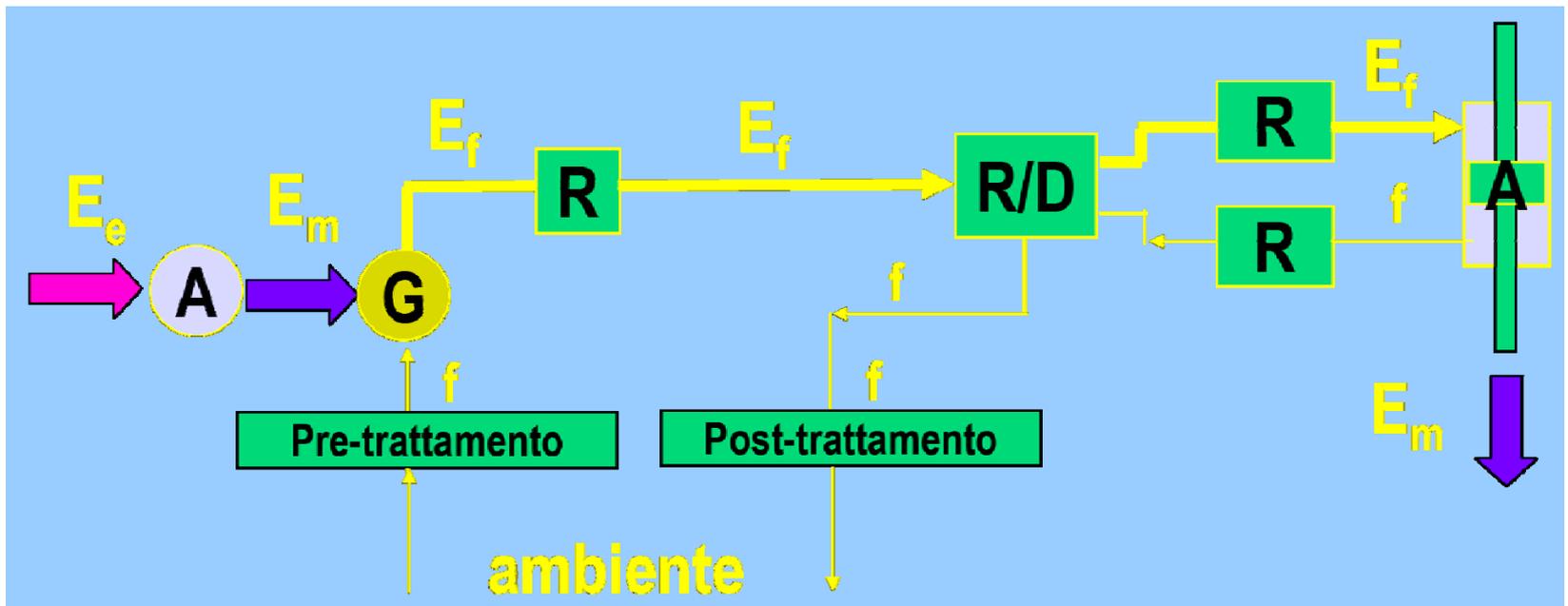
- **Possibilità di ripartire la trasformazione finale di energia, generando i singoli moti là dove sono necessari, senza distribuzione o regolazione ulteriore a mezzo di cinematismi**
  - **ottimizzazione nella generazione locale dei moti richiesti**
  - **maggior flessibilità della sequenza operativa**
  - **semplificazione dei sistemi di trasferimento di energia**
  - **maggior modularità del sistema**
- **Generazione diretta di moto lineare o rotatorio senza necessità di meccanismi di trasformazione**
  - **costi limitati**
  - **buona affidabilità**
  - **elevata potenza specifica degli attuatori**
    - **ingombri e pesi ridotti**
  - **elevata robustezza, insensibilità a sovraccarichi prolungati**

# Pneumatica e Oleodinamica



# Sistemi di attuazione pneumatici

Utilizzano come fluido vettore di energia aria prelevata dall'ambiente, che viene poi ad esso restituita (sistema aperto)



# Comandi pneumatici

Un comando pneumatico è costituito da un insieme di tubazioni e valvole, percorse da aria compressa, che collegano una centrale di compressione ad una o più macchine utilizzatrici, rotanti o alternative, capaci di compiere un lavoro a spese dell'energia di pressione posseduta dall'aria

Esso attraversa le seguenti fasi:

- Trasformazione di energia meccanica in energia di pressione dell'aria
- Trasporto dell'aria compressa dal luogo di produzione a quello di utilizzazione
- Trasformazione dell'energia di pressione dell'aria in energia meccanica

# Applicazioni della Pneumatica

Attuazione di sistemi di valvole per aria, acqua a composti chimici.

Movimentazione di porte pesanti o calde.

Svuotamento di caricatori in edilizia, acciaierie, miniere a industrie chimiche.

Preparazione del cemento e dell'asfalto.

Nebulizzazione in agricoltura e attuazione di ulteriori equipaggiamenti agricoli del trattore.

Verniciatura a spruzzo.

Bloccaggio a movimentazione nella lavorazione del legno a nella fabbricazione di mobili.

Bloccaggio sulle attrezzature nell'assemblaggio di macchinari a macchine utensili.

Bloccaggio per incollaggi, sigillatura a caldo a stivatura.

Macchine per la saldatura a punti.

Rivettatura. Azionamento di lame a ghigliottina.

Macchine per imbottigliamento e riempimento.

Macchinario di guida e di avanzamento per la lavorazione del legno.

Banchi prova.

Macchine utensili, alimentazione della macchina o dell'attrezzo.

Trasportatori di componenti a materiali.

Robot pneumatici.

Misurazioni automatiche.

Separazione con aria e sollevamento con vuoto di fogli sottili.

Trapani per uso dentistico. e così via.....

# Proprietà dell'aria compressa

## Disponibilità

- Sistemi centralizzati di distribuzione di aria compressa

## Immagazzinamento

- Facilmente immagazzinabile in grossi volumi

## Semplicità di costruzione e di controllo

- Componenti facili da impiegare in sistemi altamente automatizzati

## Scelta del movimento

- Movimenti lineari e rotazioni angolari a velocità variabili

## Economia

- Basso costo di installazione, di componenti e di manutenzione

## Affidabilità

- Componenti con lunga vita operativa

## Resistenza all'ambiente

- Poco influenzata dalla temperatura

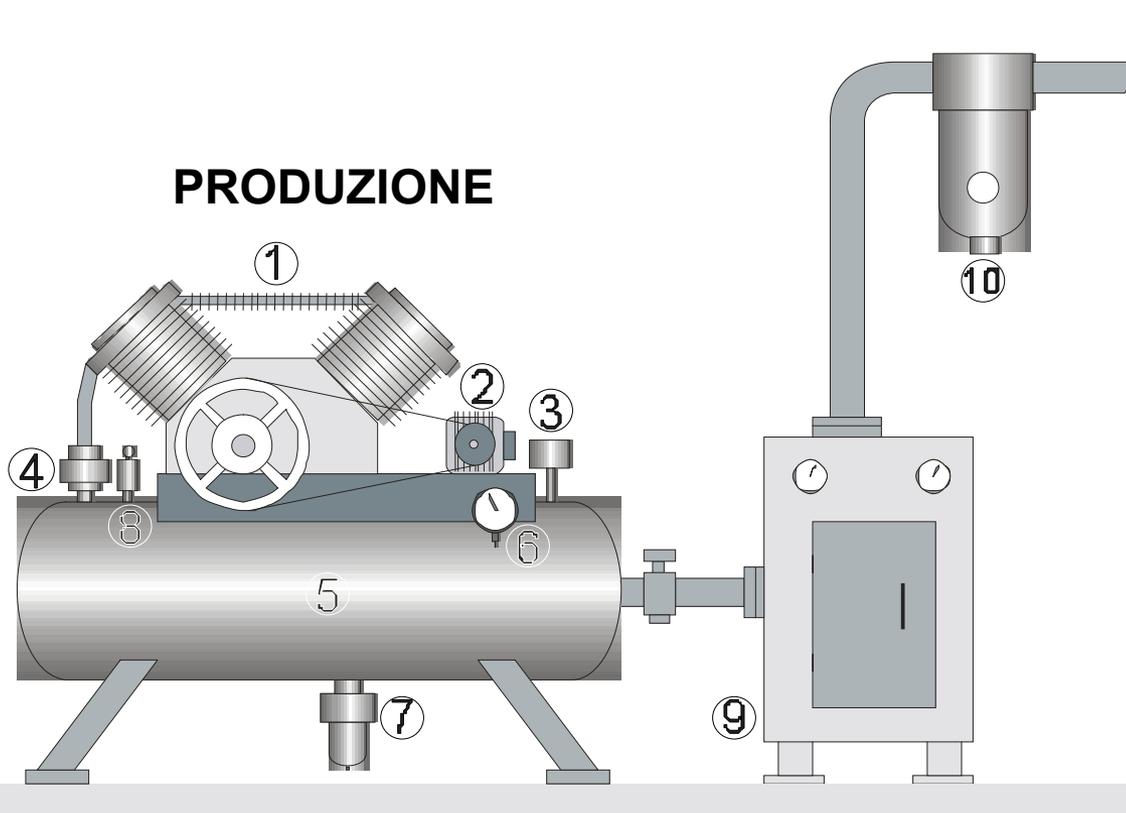
## Sicurezza

- Non è fonte di rischi d'incendio

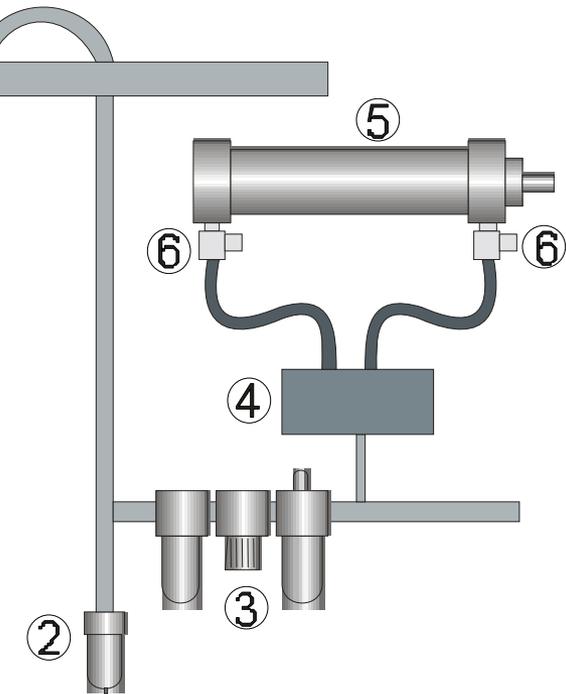
# **Fisica dell'aria e trattamento dell'aria compressa**

# Sistema pneumatico di base

## PRODUZIONE



## UTILIZZO



- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1. Compressore              | 6. Manometro                       |
| 2. Motore elettrico         | 7. Scarico automatico              |
| 3. Interruttore a pressione | 8. Valvola di sicurezza            |
| 4. Valvola di non ritorno   | 9. Essiccatore a ciclo frigorifero |
| 5. Serbatoio                | 10. Filtro di linea                |

- |                                   |
|-----------------------------------|
| 1. Presa d'aria                   |
| 2. Scaricatore automatico         |
| 3. Unità di trattamento dell'aria |
| 4. Valvola direzionale            |
| 5. Attuatore                      |
| 6. Regolatore di velocità         |

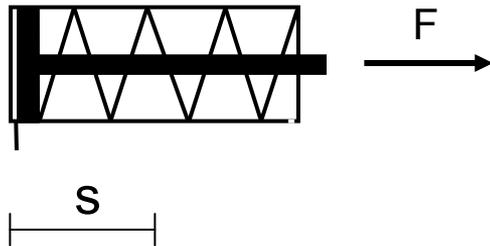
# Unità di misura

Forza	1 Newton = 1 Kg x m / s <sup>2</sup>
Lavoro = Energia	1 Joule = 1 Newton x m
Pressione	1 Pascal = 1 Newton / m <sup>2</sup>
	1 bar = 10 <sup>5</sup> Pascal
	1 psi [pound / square inch] = 0,4535 Kg / (2,54 cm ) <sup>2</sup> = =0,4535/6,4516 Kg/cm <sup>2</sup> = 0,07029 x 98100 = 6895 Pa
	pressione atmosferica = 1,0135 bar
<i>si misura con:</i>	<i>barometro</i> <i>pressione assoluta</i>
	<i>manometro</i> $\Delta p$
	<i>vacuometro</i> $\Delta p$ (0 ÷ 1)
	mentre un <i>pressostato</i> usa il valore della pressione per aprire o chiudere un circuito
Calore = Energia	1 Kilocaloria = 4186 Joule

Temperatura = livello di energia disponibile, misura l'agitazione media molecolare

°C (Centigradi)	0 ÷ 100	
°K (Kelvin)	273,15 ÷ 373,15	K=C+ 273,15
°F (Farhenait)	32 ÷ 212	F=1,8C+32
°R (Renoir)	0 ÷ 80	R=0,8C

# Le grandezze del Cilindro



$$L = F \times s$$

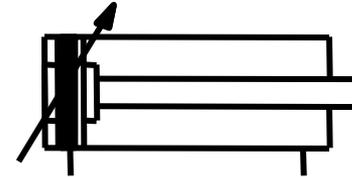
Il lavoro compiuto nell'unità di tempo e' la **Potenza**

$$P = L / t \text{ [Joule/sec=Watt]}$$

Per spostare il pistone si usa aria compressa, e se  $p$  e' la pressione dell'aria, la forza esercitata dal pistone sara':

$$F = p \times S$$

Dove  $S$  e' la superficie del pistone



# Lo Stato del Gas

Le grandezze **PRESSIONE, TEMPERATURA, VOLUME** definiscono lo stato del gas.

La massa del gas è individuata dal suo volume per la sua densità:

Densità = massa / volume =  $\rho$

**DENSITÀ , TEMPERATURA, PRESSIONE** sono le *variabili di stato* del gas perché ne indicano lo stato e il modello di rappresentazione del gas è espresso dalla sua **equazione di stato**:

$$pV = mRT$$

=>

$$p = (m/V) RT$$

=>

$$p = \rho RT$$

dove  $R$  = costante caratteristica del gas (per l'aria  $R = 287 \text{ J/Kg.}^\circ\text{K}$ )

$\rho$  = densità del gas

e per uno specifico gas si può anche dire che:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \dots = \text{costante}$$

**Questa legge è una delle principali basi teoriche per il calcolo progettuale o per selezionare componenti pneumatici quando debbono essere considerate le variazioni di temperatura.**

# Misure di Pressione e Volume

Le molecole dell'aria atmosferica sono soggette alla forza di gravità e quindi esercitano una pressione sulla superficie terrestre: la pressione atmosferica che a livello del mare è pari a 101325 Pa.

In pneumatica si deve quindi ricordare che:

**PRESSIONE ASSOLUTA = PRESSIONE RELATIVA + PRESSIONE ATMOSFERICA**

Quando si indica la quantità di gas con il volume si deve sempre precisare la pressione e la temperatura a cui si riferisce:

**VOLUME NORMALE = volume occupato dall'aria in condizioni normali  
(a 20°C e alla pressione atmosferica)**

1 normal m<sup>3</sup> [1nm<sup>3</sup>] = 1m<sup>3</sup> di aria in condizioni normali

1 normal litro [1nl] = 1 l di aria in condizioni normali

1nm<sup>3</sup> = 1000 nl

La densità dell'aria in condizioni normali  $\rho = 1,205 \text{ Kg} / \text{m}^3$

# Leggi del Gas

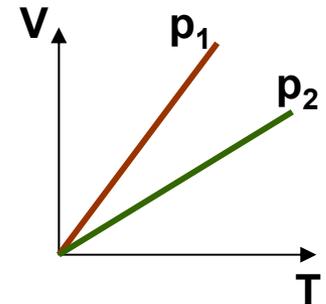
$$pV = mRT$$

## Prima legge di Gay-Lussac

In un gas mantenuto a pressione costante, il volume e la temperatura assoluta sono direttamente proporzionali (*trasformazione isobara*)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V = \text{cost} \cdot T$$

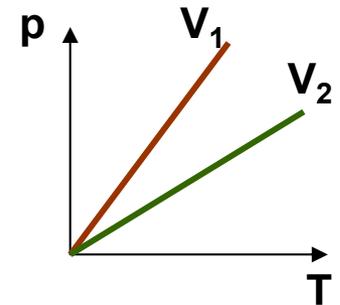


## Seconda legge di Gay-Lussac

In un gas mantenuto a volume costante, la pressione assoluta e la temperatura assoluta sono direttamente proporzionali (*trasformazione isocora*)

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$p = \text{cost} \cdot T$$

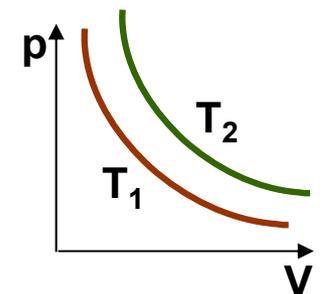


## Legge di Boyle-Mariotte

In un gas mantenuto a temperatura costante, il volume e la pressione assoluta sono inversamente proporzionali (*trasformazione isoterma*)

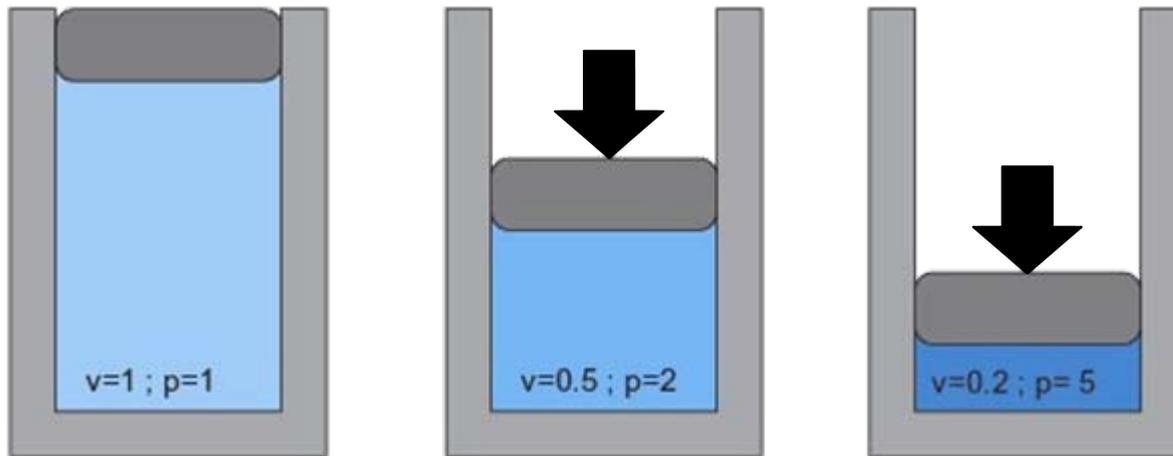
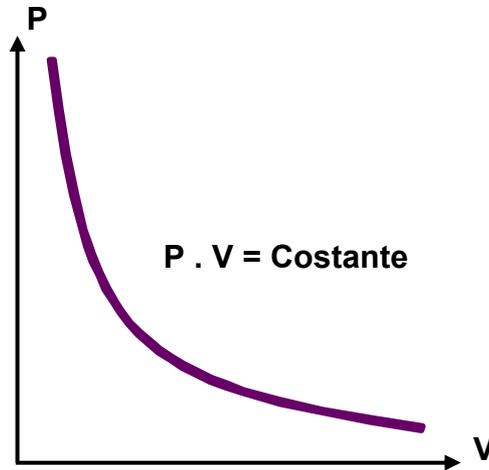
$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$p = \text{cost} / V$$



# Trasformazione Isoterma

## La legge di Boyle



$$p_1 \cdot V_1$$

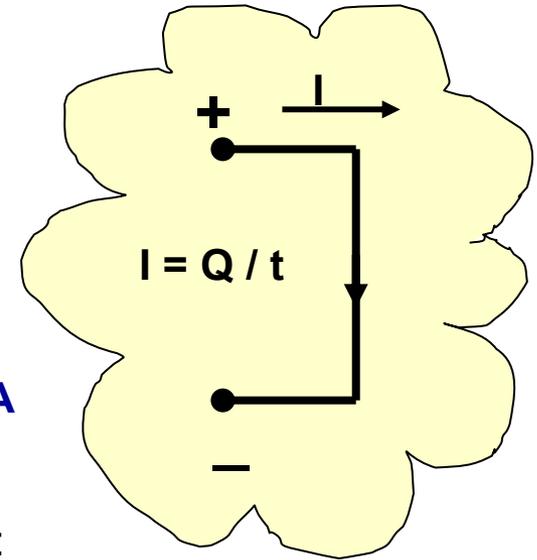
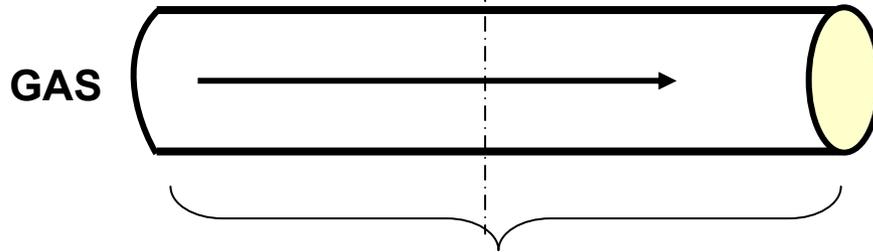
=

$$p_2 \cdot V_2$$

=

$$p_3 \cdot V_3$$

# Portata



**Portata = massa / tempo =  $Q_m$**

**PORTATA MASSICA**

e questa rappresenta una costante;

Qualora si esprima invece come rapporto tra Volume e tempo:

**$Q_v = \text{Volume} / \text{tempo}$**

**PORTATA VOLUMETRICA**

allora non si puo' parlare di portata costante.

$$Q_v = \frac{V}{t} = \frac{x}{t} \cdot S = v \cdot S \quad \left[ \frac{m^3}{sec} \right]$$

spesso si misura in l/s  $\Rightarrow 1 \text{ l/sec} = 1 \frac{dm^3}{sec}$

$$Q_v = \frac{\text{Volume}}{\text{tempo}} \times \frac{\text{massa}}{\text{massa}} = \frac{\text{massa}}{\text{tempo}} \times \frac{1}{\frac{\text{massa}}{\text{Volume}}} = Q_m \times \frac{1}{\rho}$$

$$Q_m = \rho \cdot Q_v$$

Dalla legge di Boile-Mariotte, se la temperatura non varia:  **$p_1 V_1 = p_2 V_2$**  riferendo entrambi i membri allo stesso intervallo di tempo, possiamo ricavare:

**$p_1 (V_1 / \Delta t) = p_2 (V_2 / \Delta t) = p_1 Q_{v1} = p_2 Q_{v2}$**

**$\rightarrow$**

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{Q_{v2}}{Q_{v1}}$$

# Portata normalizzata

**La portata in volume normale rappresenta la quantità di aria che passa in una certa sezione nell'unità di tempo considerando il volume espresso secondo le condizioni standard di riferimento e non riferite a quelle effettive di funzionamento.**

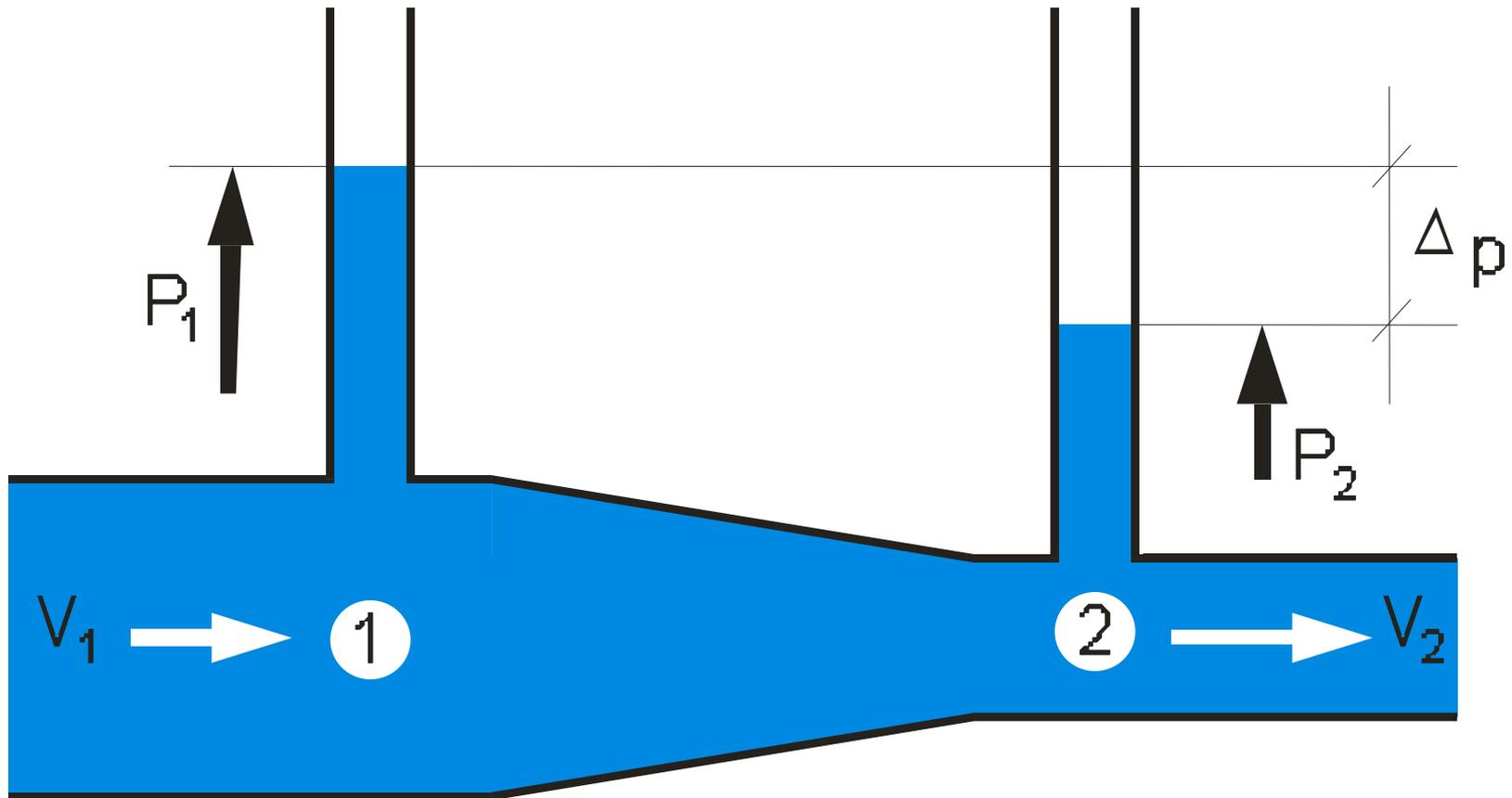
**L'unità di misura della portata in volume normale in  $m^3$  standard al secondo o come si usa dire in normal  $m^3$  al secondo ( $1 \text{ } m^3 / s = 60000 \text{ } ml / \text{min}$ ).**

**Il Volume Normale è il volume occupato dall'aria in condizioni normali:**

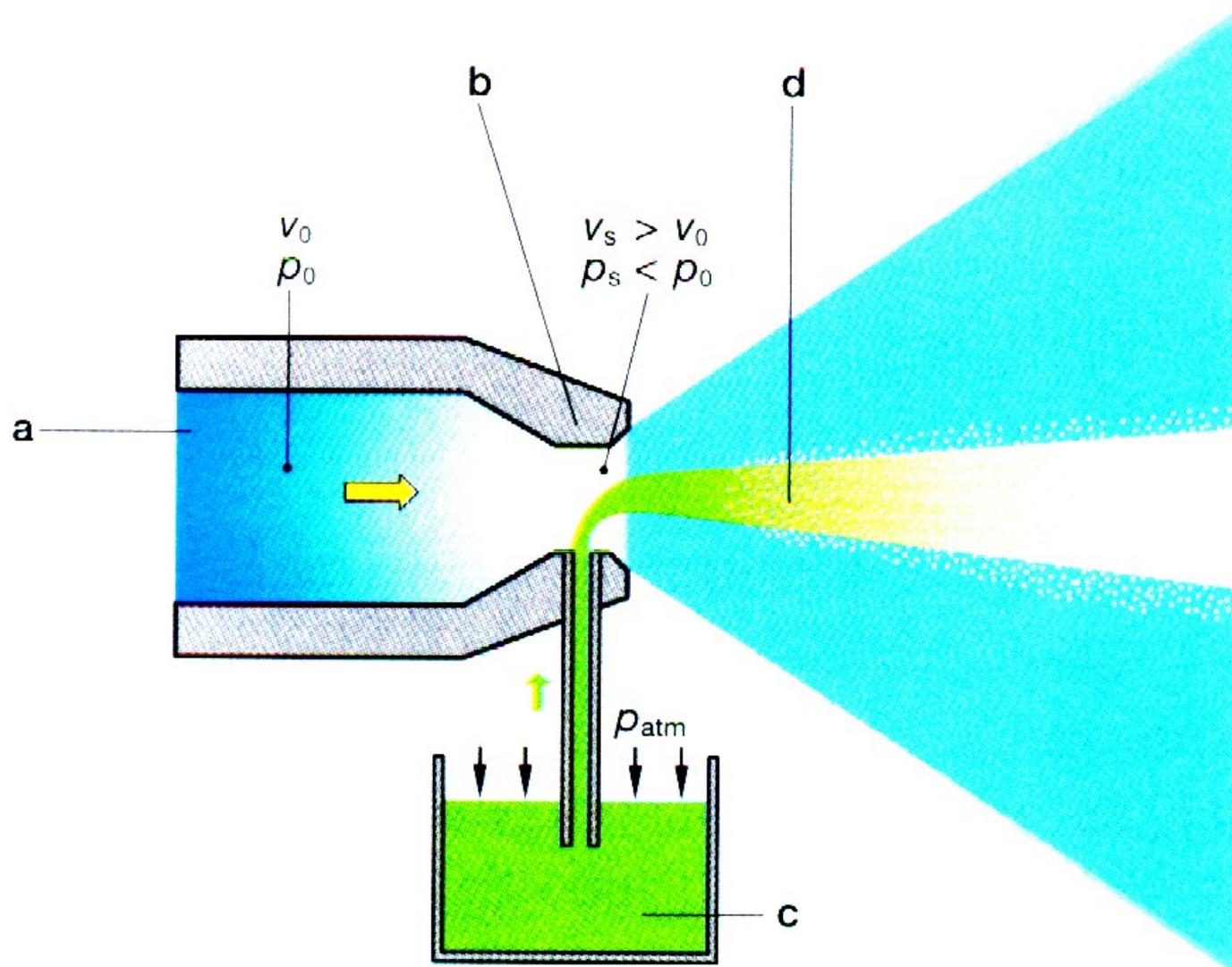
**Temperatura =  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $293,15 \text{ } ^\circ\text{K}$ ) e  
pressione atmosferica =  $101325 \text{ Pa}$**

# Teorema di Bernoulli

“Se un liquido scorre orizzontalmente attraverso un tubo a diametro variabile, l'energia totale in due punti distinti è la stessa”



# Effetto Venturi



# Umidità relativa e Punto di rugiada

## Umidità relativa

*Quantità di vapore presente nell'aria  
ad una certa temperatura*

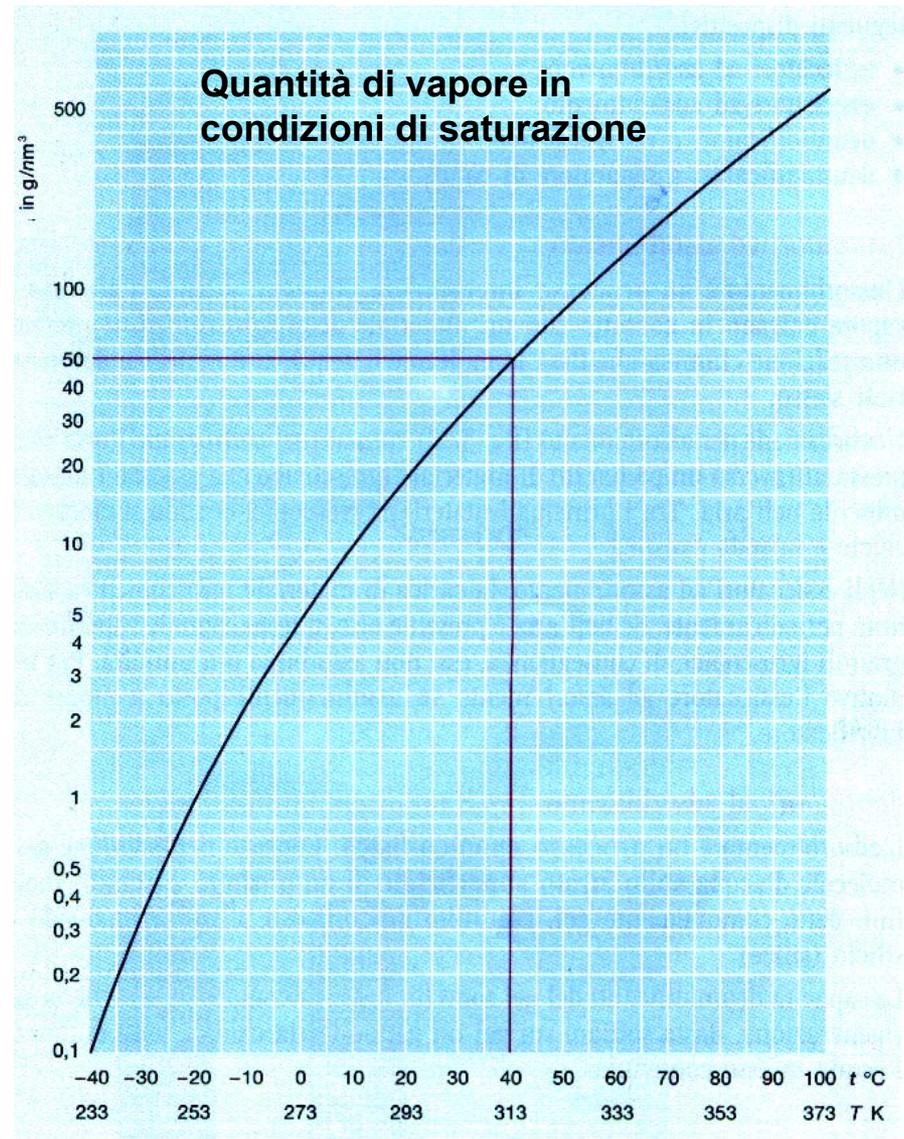
*Quantità di vapore in condizioni di  
saturazione a quella temperatura*

%

## Punto di rugiada

La temperatura per la quale il vapore presente nell'aria raggiunge la saturazione

L'acqua di condensa equivale alla quantità totale di acqua nell'aria meno il volume che può essere trattenuto dall'aria compressa. Questo condensato deve essere rimosso prima che l'aria compressa sia distribuita per evitare effetti dannosi sui componenti del sistema pneumatico.



# Efflusso dei gas

La velocità con cui un gas può defluire attraverso un condotto di forma cilindrica non può mai superare la velocità del suono.

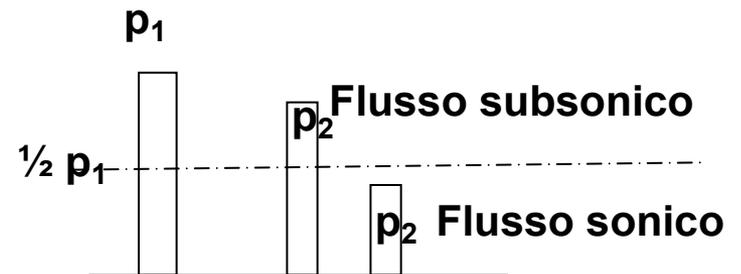
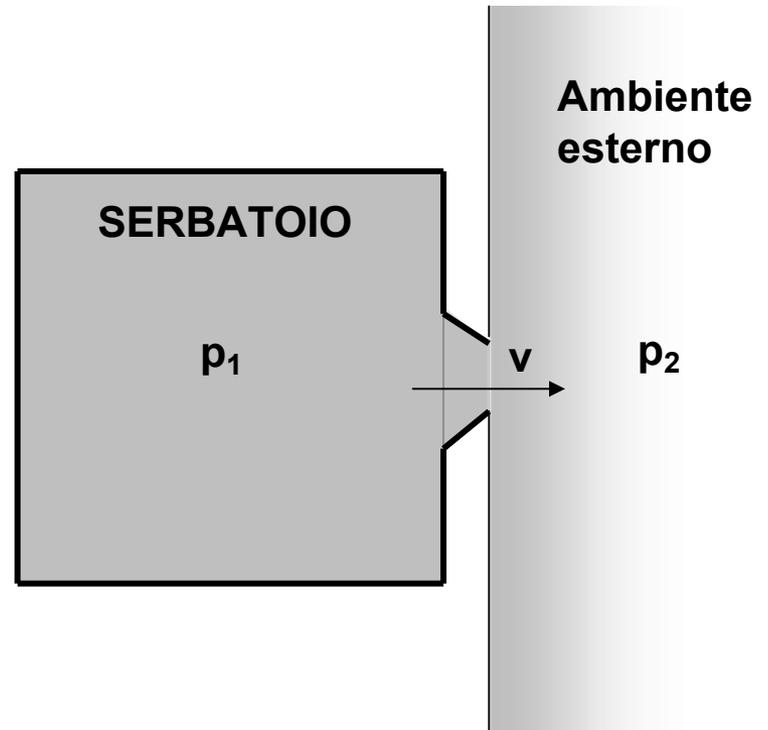
Ci sono due tipi di efflusso:

## SUBSONICO

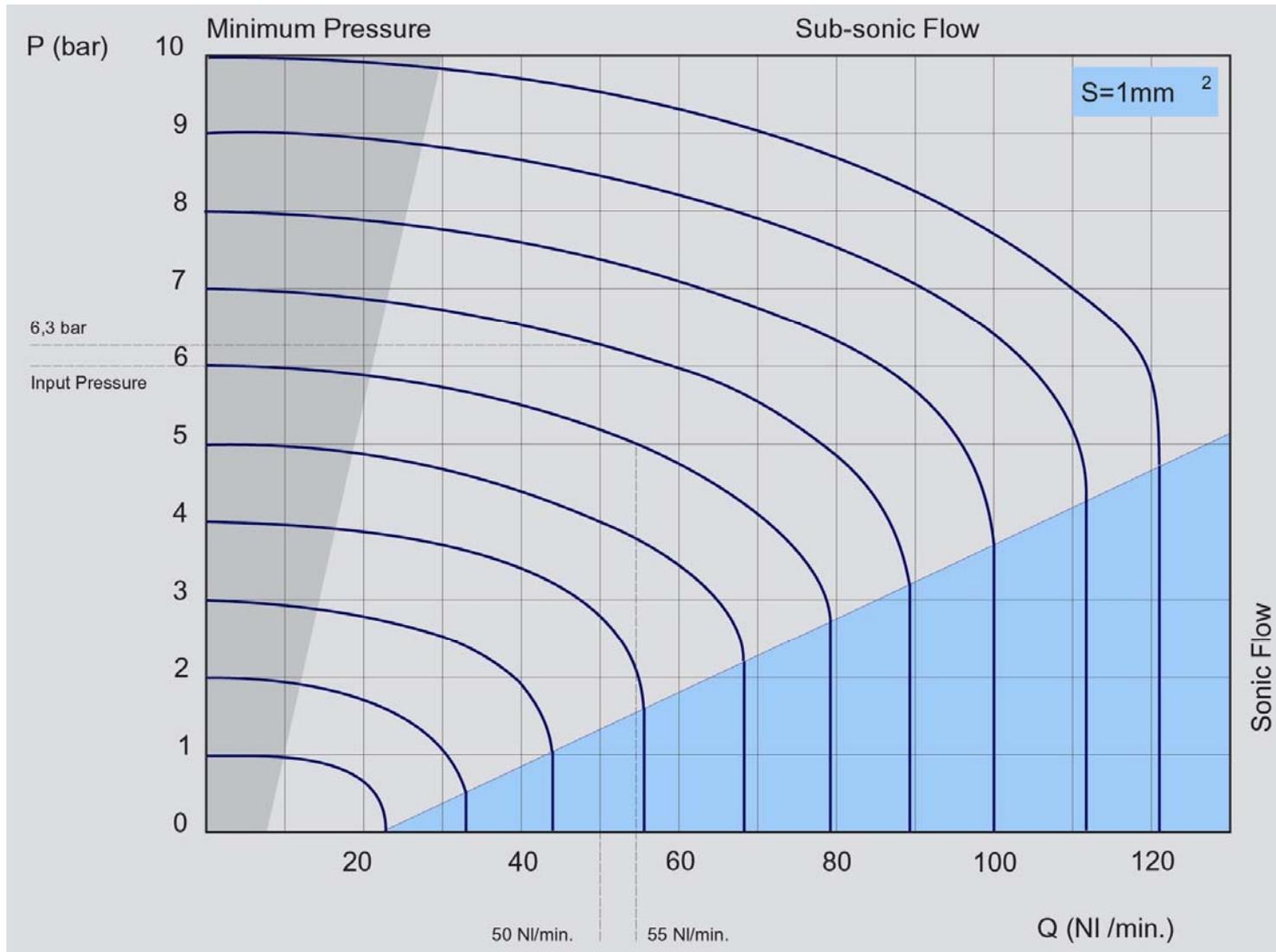
Finché la velocità del gas è inferiore alla velocità del suono e  $p_2/p_1 > 0,5$  (rapporto critico) la velocità del gas aumenta all'aumentare del salto di pressione

## SONICO

La velocità del gas non aumenta all'aumentare del salto di pressione se ha raggiunto la velocità del suono (pari a 340 m/sec)  
 $p_2/p_1 \leq 0,5$  (rapporto critico)



# Relazione fra pressione e portata



# **Produzione dell'aria compressa**

# Aria libera

L'aria è un miscuglio di vari gas, è invisibile. inodore. incolore a insapore. Le percentuali in volume dei gas che costituiscono l'aria sono:

- **AZOTO**                **78,03%**
- **OSSIGENO**        **20,95%**
- **ARGON**             **0,93%**
- **ANIDRIDE CARBONICA**    **0,05%**

Altri gas, quali: il neon, l'elio. il xenon, il krypton, sono contenuti in piccole tracce.

Altro componente dell'aria che si trova in misura diverse, a seconda delle condizioni ambientali, è il vapore acqueo e il pulviscolo.

Nella composizione dell'aria si verificano piccole variazioni in prossimità di zone industriali dove si possono riscontrare tracce di altri gas come ad esempio: ossido di carbonio, ossido di azoto, ammoniaca, idrocarburi.

Tra i componenti dell'aria, solo l'ossigeno e l'azoto sono necessari alla vita.

L'ossigeno è indispensabile per attivare i processi metabolici mediante i quali il nostro corpo trasforma i carboidrati, le proteine e i grassi contenuti negli alimenti in calore ed energia. L'azoto che respiriamo serve come gas inerte diluente e mantiene la pressione dei gas in alcune cavità del nostro corpo (alveoli polmonari, cavità dell'orecchio medio).

# Aria Compressa

**Prima di essere impiegata l'aria deve essere:**

- **Compressa**
- **Trattata**
- **Immagazzinata**
- **Trasportata agli utilizzatori**

**L'aria compressa deve possedere le seguenti caratteristiche di Qualità:**

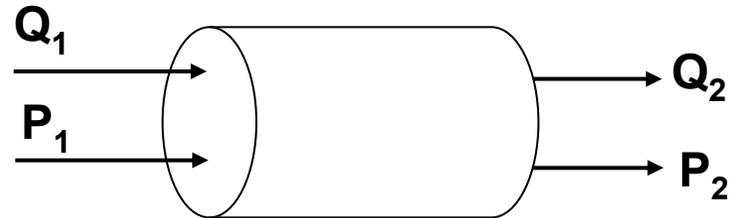
- **Asciutta**
- **Pulita**
- **Lubrificata** (goccioline di olio che riducono l'usura degli organi in movimento)

# Compressori

Sono macchine che prendono l'aria ad una certa portata  $Q_1$  e ad una certa pressione  $p_1$  e la restituiscono ad un altro valore  $Q_2$  e  $p_2$ .

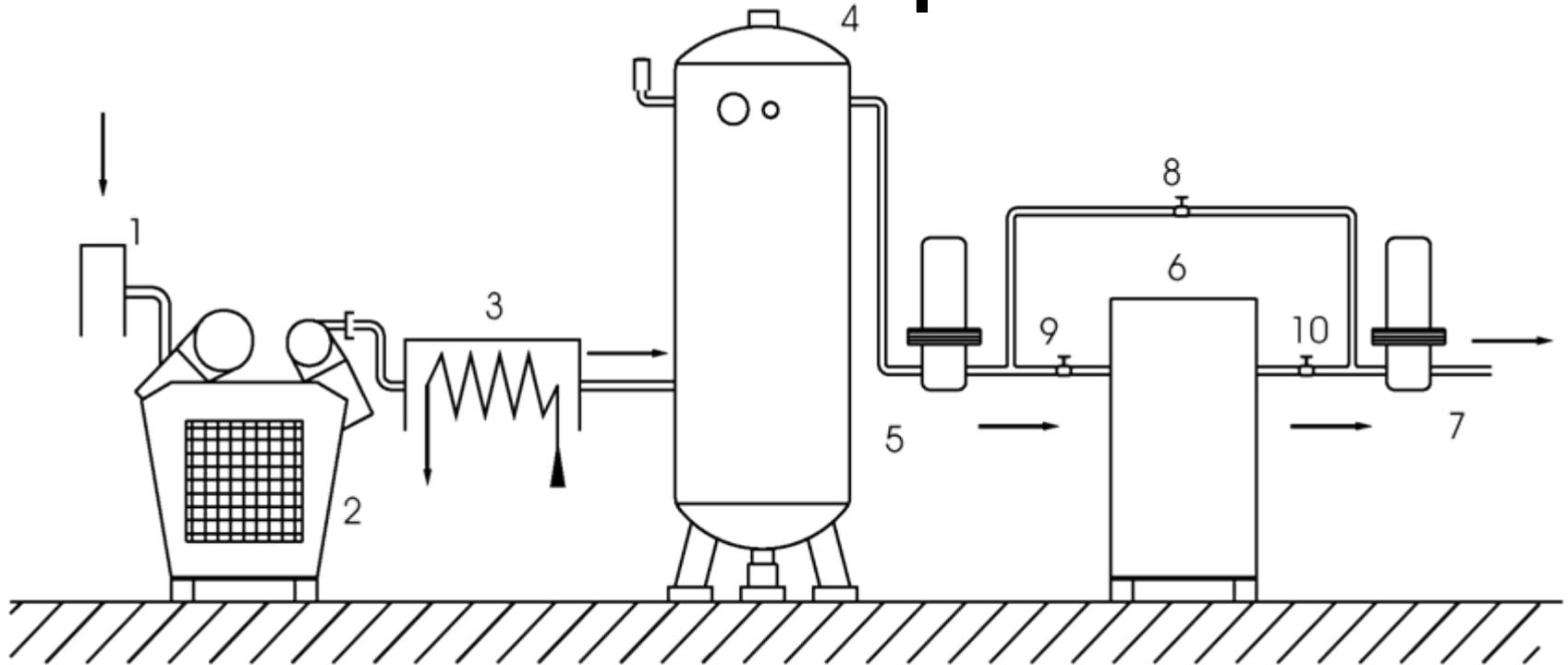
Il Rapporto di Compressione sarà:

$$p_2 / p_1 > 1$$



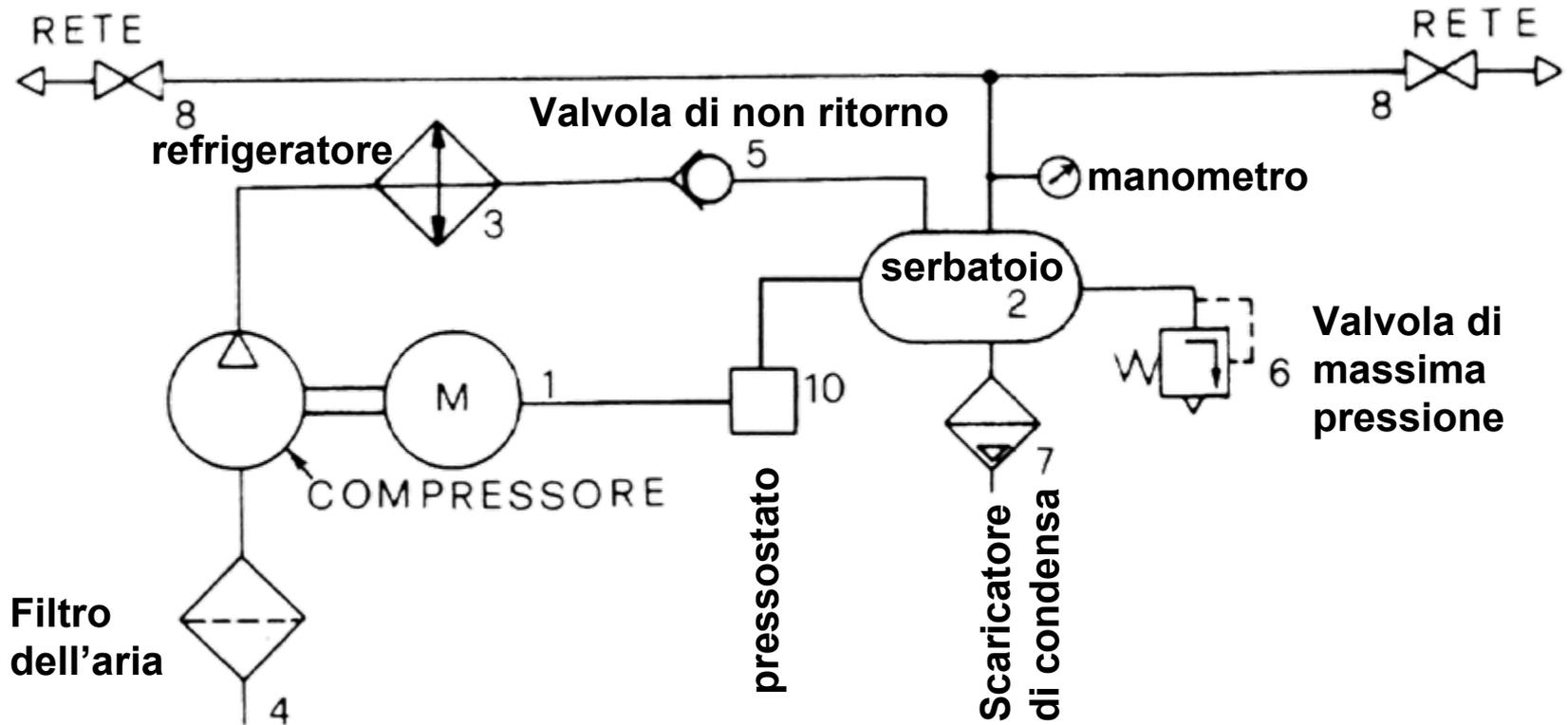
Il Compressore e' una macchina a cui viene fornita energia meccanica e che restituisce energia di pressione.

# Stazione di compressione



L'aria viene aspirata dall'ambiente esterno tramite il filtro di aspirazione **1** e viene compressa dal compressore **2**. Segue un raffreddatore **3** con relativo separatore e scaricatore automatico di condensa. Questo raffreddatore può essere ad acqua o ad aria secondo gli impianti. Un serbatoio polmone **4** serve all'accumulo di aria compressa e un filtro disoleatore **5**, dotato di scaricatore automatico, serve per la costante eliminazione dell'olio separato (tale accessorio non è presente negli impianti che usano compressori non lubrificati). Con **6** è indicato un essiccatore che serve all'eliminazione del residuo vapore d'acqua. L'essiccatore è fornito di valvole di esclusione **9** e **10** e di linea di by-pass **8**. Vi è infine un filtro finale **7** che ha lo scopo di trattenere polveri e particelle aspirate o prodotte nel sistema stesso.

# Schema della centrale di compressione



# **Distribuzione dell'aria compressa**

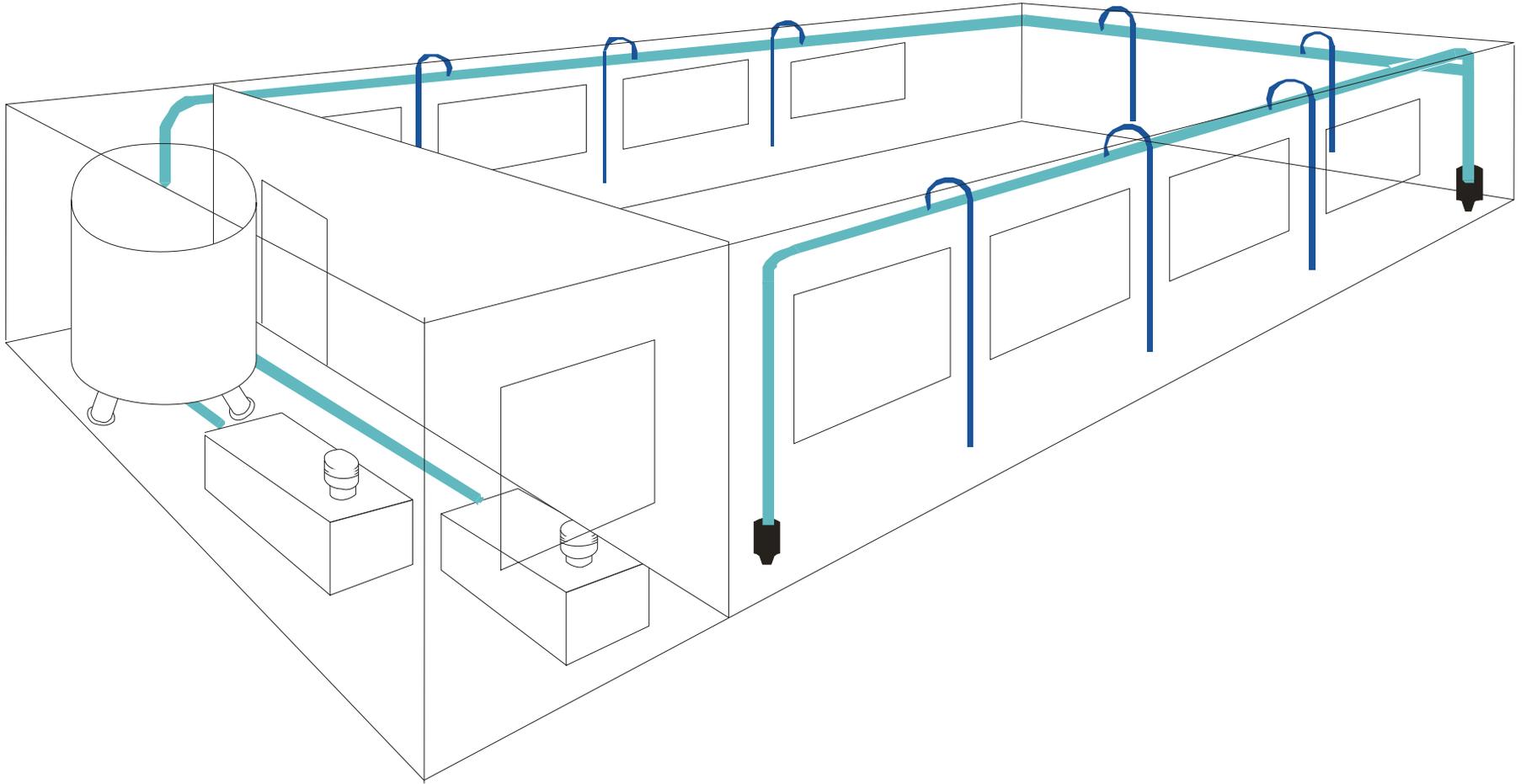
# Distribuzione dell'aria

**La rete principale dell'aria è un sistema di distribuzione installato permanentemente per portare l'aria ai vari utilizzatori. Valvole di intercettazione devono essere installate per suddividere la rete principale in sezioni per limitare l'area che verrà chiusa durante i periodi di manutenzione o di riparazione.**

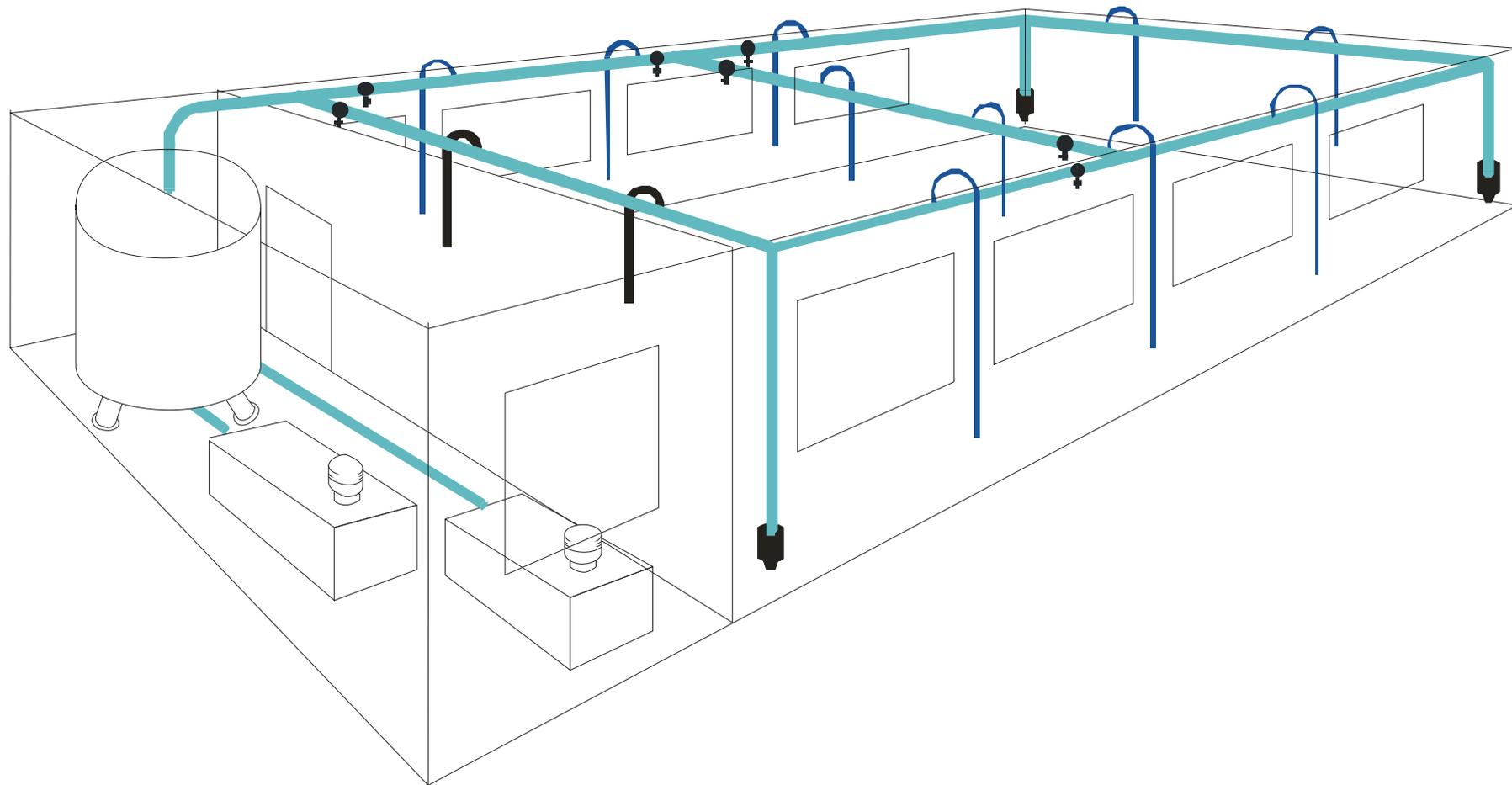
**Esistono due configurazioni di reti principali:**

- Linea a fondo cieco**
- Rete ad anello**

# Linea a fondo cieco



# Linea ad anello



# **TRATTAMENTO DELL'ARIA**

# Trattamento dell'aria compressa

**L'aria compressa deve essere priva di condensa e di qualsiasi altra forma di impurità per evitare il danneggiamento del compressore e degli apparecchi utilizzatori a cui viene inviata**

**I trattamenti necessari sono:**

- Filtrazione dell'aria aspirata prima della compressione per eliminare le particelle sospese nell'aria**
- Essiccazione dopo la compressione per ridurre il pericolo che si formi condensa**
- Lubrificazione e Filtrazione dell'aria già compressa prima del suo utilizzo, per mescolare all'aria piccole particelle di olio richieste dagli attuatori affinché non grippino e ulteriore filtrazione per togliere impurità provenienti dal compressore o dalle tubazioni della rete di trasmissione**

# Filtraggio dell'aria

**Pertanto non si deve trascurare la pulizia dell'aria, cioè la quantità e le dimensioni di particelle in essa presenti.**

**Si impiegano filtri in grado di bloccare anche piccole particelle fino a pochi  $\mu$ , a volte con più filtri.**

**Caratteristiche del filtro:**

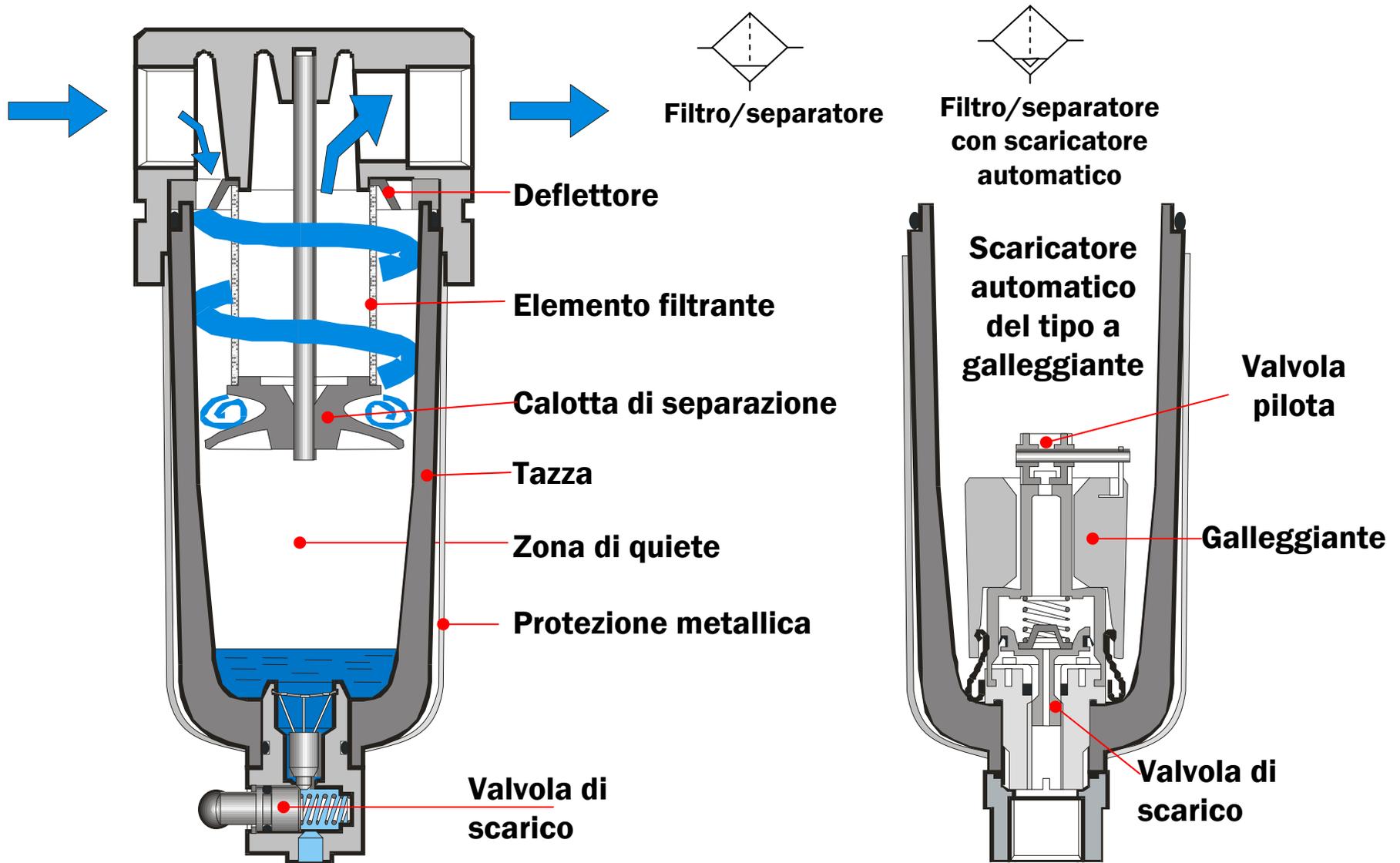
- Portata massima**
- Dimensione che può trattenere**

**Se l'aria non è stata de idratata precedentemente, viene raccolta una considerevole quantità di acqua. Il filtro trattiene inoltre le impurità solide, quali polvere e particelle di ruggine.**

**La separazione dell'acqua avviene soprattutto per la rapida rotazione dell'aria causata dal deflettore posto all'ingresso. Le particelle più pesanti di polvere, acqua e olio sono spinte esternamente fino a impattare sulla parete della tazza del filtro.**

**Successivamente scendono a raccogliersi sul fondo. Il liquido può essere drenato per mezzo di uno scaricatore manuale o automatico.**

# Filtro separatore d'acqua con scaricatore automatico



# Regolazione della pressione

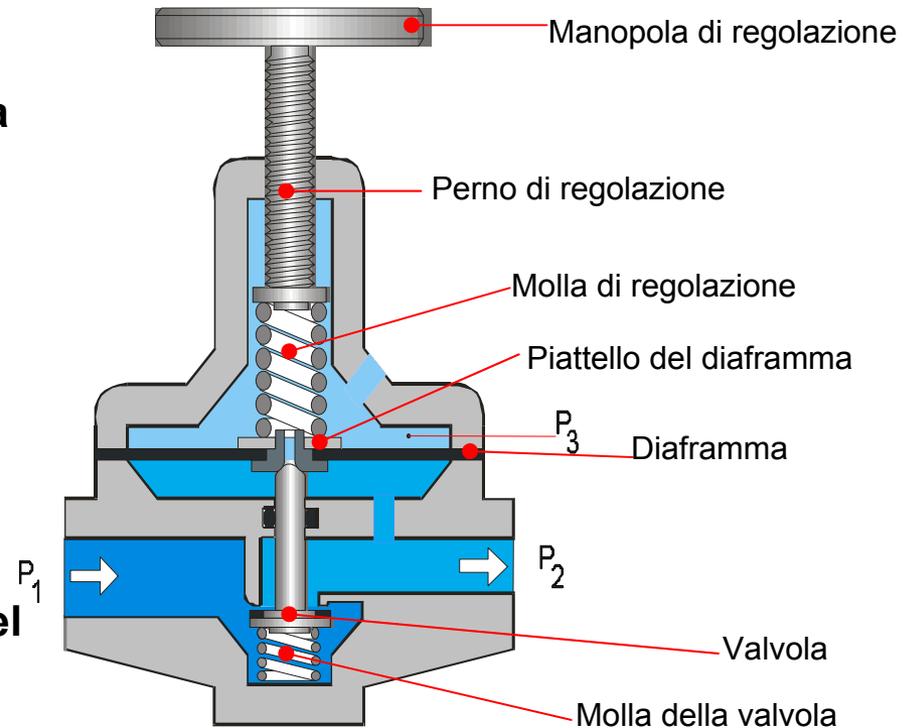
La regolazione della pressione è necessaria poiché a pressioni al di sopra del valore ottimale, si ha rapida usura con incrementi scarsi o nulli di prestazioni mentre una pressione d'aria troppo bassa è anti-economica a causa della scarsa efficienza.

## REGOLATORE STANDARD

I regolatori di pressione possono avere una costruzione a pistone o a diaframma per bilanciare la pressione di uscita con la forza regolabile della molla.

La pressione secondaria è impostata regolando la vite che carica la molla di regolazione per tenere aperta la valvola. Ciò consente il passaggio dell'aria dalla via di ingresso della pressione primaria  $p_1$  alla via di uscita della pressione secondaria  $p_2$ .

Quando il circuito connesso all'uscita del regolatore ha raggiunto la pressione stabilita, essa agisce sul diaframma creando una forza di sollevamento contro il carico della molla.



# **Lubrificazione dell'aria compressa**

**La lubrificazione non è più una necessità per i moderni componenti pneumatici. Essi sono disponibili prelubrificati a vita.**

**La vita e le prestazioni di questi componenti rispondono completamente ai requisiti dei macchinari moderni con cicli di processo ad alta frequenza.**

**I vantaggi dei sistemi prelubrificati ("non-tube") includono:**

- a) risparmio dei costi dell'equipaggiamento di lubrificazione, dell'olio e della mano d'opera per mantenere costanti i livelli dell'olio**
- b) maggiore pulizia. I sistemi sono più igienici, aspetto particolarmente importante nelle industrie alimentari e farmaceutiche**
- c) atmosfera priva di olio per un ambiente di lavoro più salutare e più sicuro**

**Tuttavia, alcuni equipaggiamenti richiedono ancora lubrificazione. Per assicurare che essi siano lubrificati con continuità, una determinata quantità di olio deve essere immessa nell'aria compressa per mezzo di un lubrificatore.**

# Unità FRL modulare



# COMPONENTI PNEUMATICI DI LAVORO

- ATTUATORI
  - Classificazione
  - Caratteristiche funzionali

# Attuatori

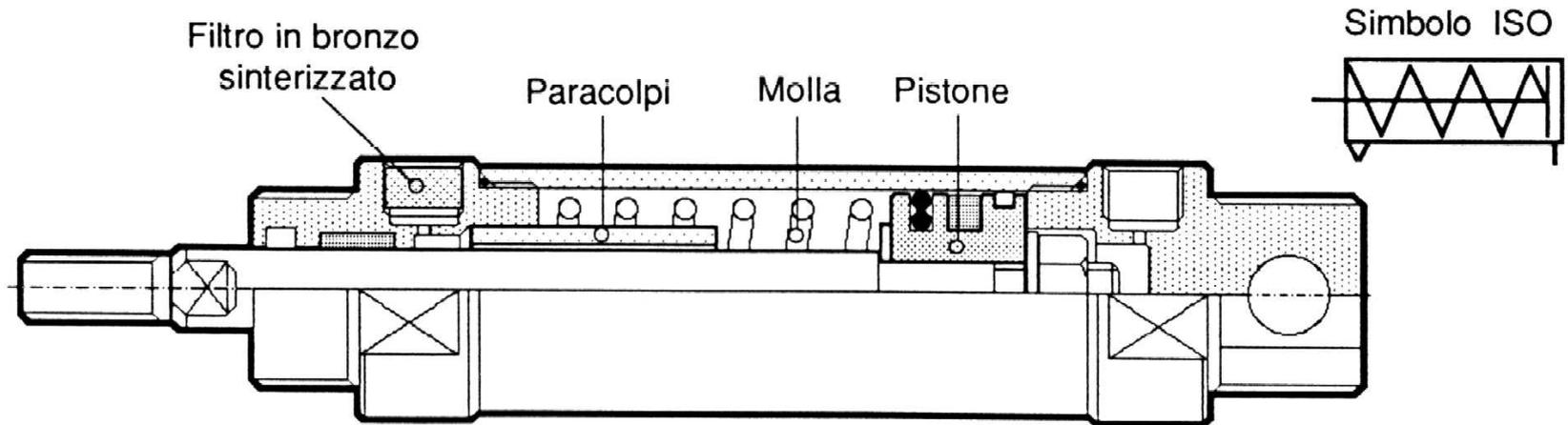
- Cilindri Lineari
  - A semplice effetto
  - A doppio effetto
- Attuatori rotanti
  - A pignone e cremagliera
  - A paletta
- Attuatori speciali
  - Con bloccaggio, slitta, con stelo cavo, combinato
  - Pinze

# Cilindri Lineari

- Il lavoro fatto dagli attuatori pneumatici può essere lineare o rotatorio. Il movimento lineare è ottenuto con i cilindri a pistone, il moto rotatorio, con un angolo fino a  $270^\circ$ , è ottenuto con attuatori del tipo a paletta o a pignone a cremagliera e la rotazione continua con motori ad aria.
- I cilindri pneumatici sono i componenti attuatori di impiego più comune nei circuiti di controllo pneumatici. Esistono due tipi base da cui sono derivate costruzioni speciali:
  - a) cilindri a singolo effetto con un solo ingresso dell'aria per produrre una corsa attiva in una sola direzione
  - b) cilindri a doppio effetto con due ingressi dell'aria per produrre due corse attive sia in estensione che in retrazione.

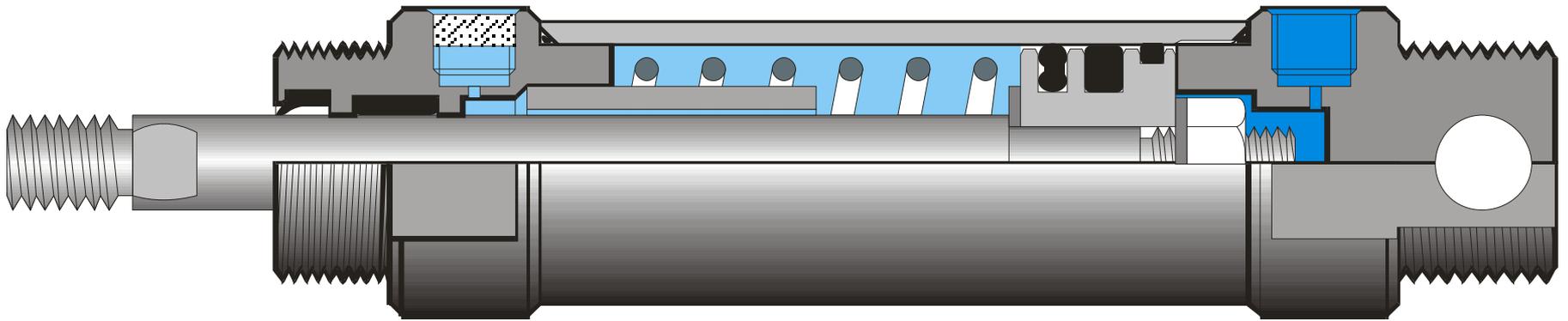
# Cilindro a semplice effetto

Un cilindro a semplice effetto sviluppa una spinta in una sola direzione. Lo stelo viene fatto rientrare per mezzo di una molla o con altri mezzi esterni quali carichi, movimenti meccanici, ecc. Il cilindro può essere del tipo a spinta o a trazione.



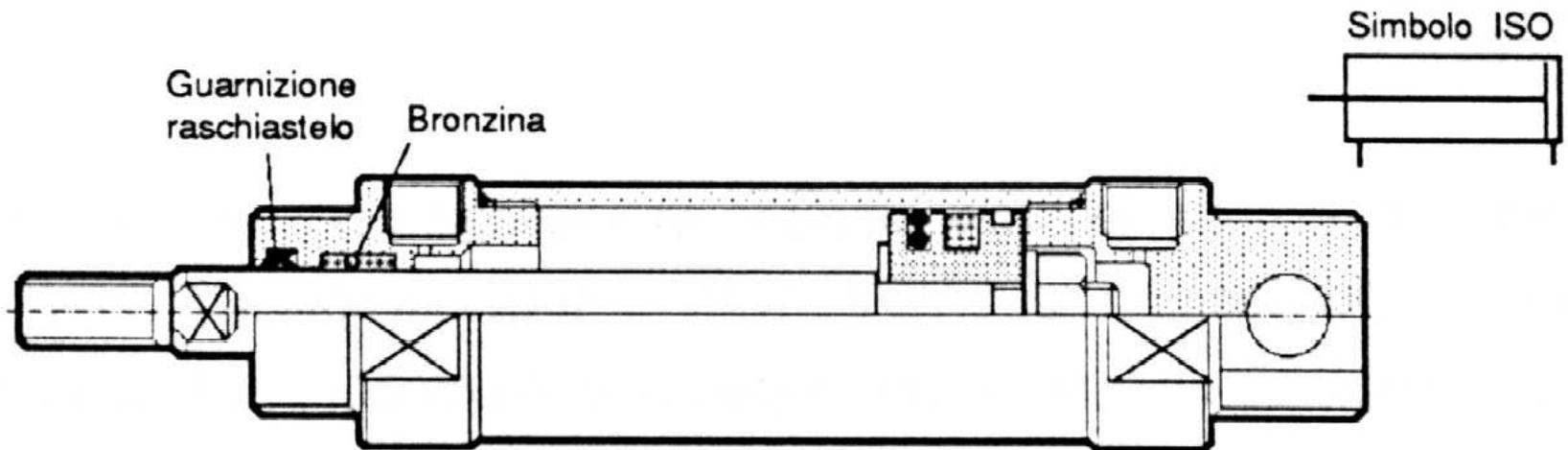
I cilindri a semplice effetto sono usati per serraggio, marcatura, estrazione, ecc. Essi presentano un consumo d'aria inferiore a quello di un cilindro a doppio effetto di dimensioni equivalenti. Si ha una riduzione della spinta dovuta alla forza della molla che si oppone e pertanto può essere necessario un diametro maggiore. L'inserimento della molla provoca una lunghezza maggiore del cilindro e una corsa limitata.

# Cilindro a semplice effetto, a spinta

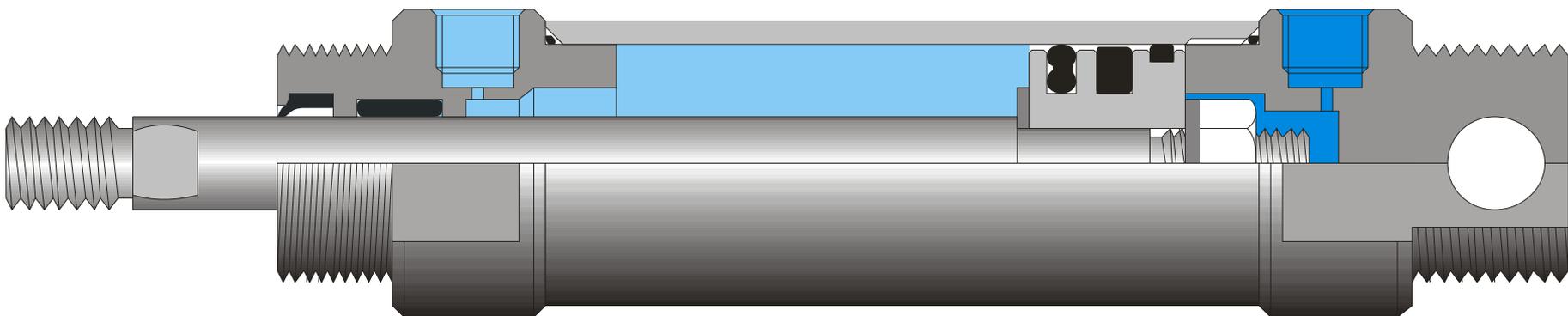


# Cilindro a doppio effetto

Con questo attuatore, la spinta è sviluppata sia nella direzione di estensione che nella direzione di retrazione poiché la pressione dell'aria è applicata alternativamente ai due lati del pistone. La spinta disponibile nella corsa di retrazione è ridotta a causa dell'area minore del pistone. Questo aspetto deve essere considerato se il cilindro deve tirare lo stesso carico che ha spinto.



# Cilindro a doppio effetto

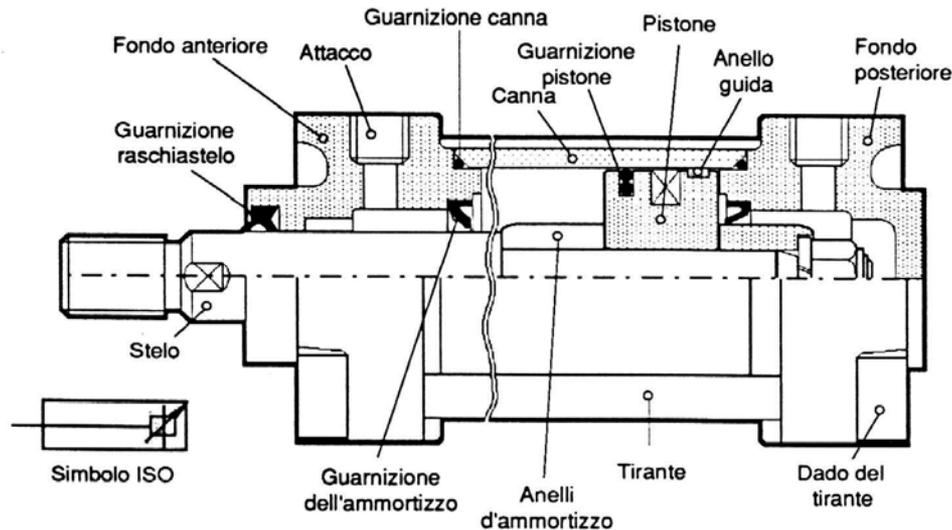


# Attuatori lineari: elementi costruttivi

- Sono dispositivi che, alimentati con aria compressa, forniscono energia meccanica sotto forma di spinta, ovvero di moto lineare
- Le testate chiudono la camera, in esse ci sono i fori per le connessioni e gli ammortizzatori di fine corsa
- La camicia è un tubo di acciaio trafilato, internamente cromato
- Sul pistone è montata una guarnizione per la tenuta ermetica della camera
- Lo stelo di acciaio cromato è dotato anch'esso di una guarnizione che ne garantisce la tenuta

# Costruzione del Cilindro

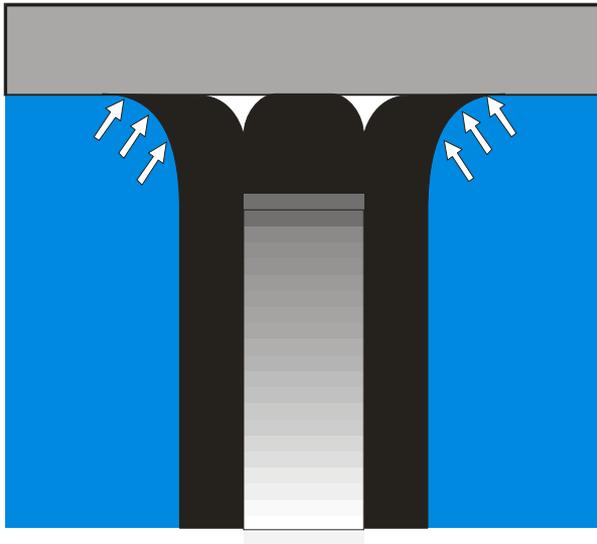
La canna è normalmente realizzata con un tubo solitamente ottenuto per estrusione con indurimento superficiale e trattamento di finitura della superficie interna di lavoro per minimizzare l'usura e l'attrito. Le testate possono essere costruite in lega di alluminio o in getti di ghisa malleabile e sono fissate con tiranti. Nel caso di cilindri più piccoli, esse sono avvitate alla canna oppure bloccate per cianfrinatura. Alluminio, ottone, bronzo e acciaio inox possono essere impiegati per il corpo del cilindro in ambienti aggressivi o poco sicuri.



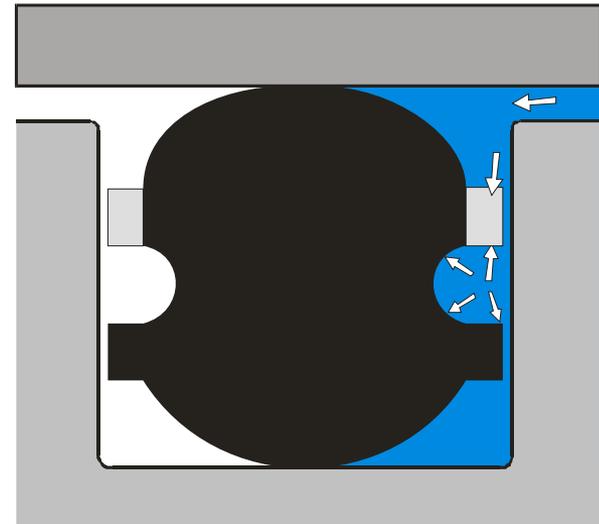
# La tenuta del cilindro

Diversi tipi di guarnizioni assicurano che il cilindro sia a tenuta.

Guarnizione a doppio labbro



Guarnizione per pistone ad alte prestazioni

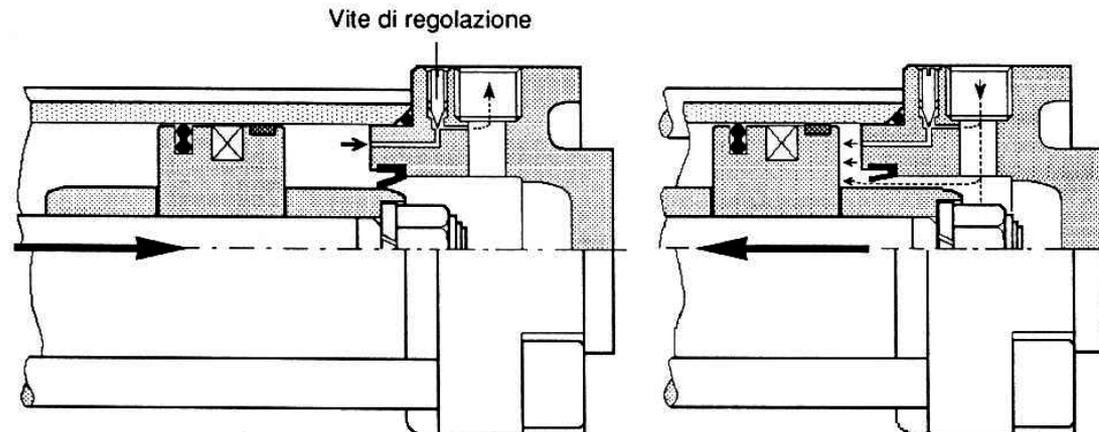


# Ammortizzamento

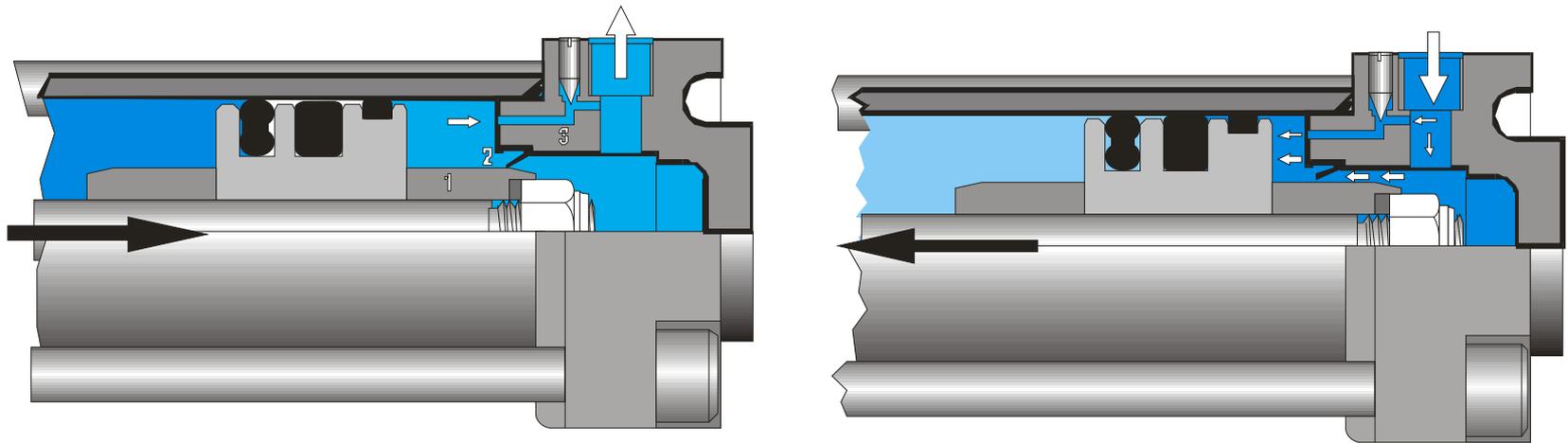
I cilindri pneumatici sono in grado di sviluppare velocità molto elevate e quindi forze d'urto di notevole intensità possono crearsi al termine della corsa.

I cilindri più piccoli hanno spesso un ammortizzamento di tipo fisso, ovvero tamponi di gomma, per assorbire l'urto ed evitare un danno interno al cilindro.

Su cilindri più grandi, l'impatto può essere assorbito da un cuscino d'aria che decelera il pistone durante l'ultima parte della corsa. Questo cuscino intrappola parte dell'aria di scarico in prossimità del termine della corsa. L'aria viene scaricata lentamente attraverso una valvola a spillo regolabile dall'esterno.

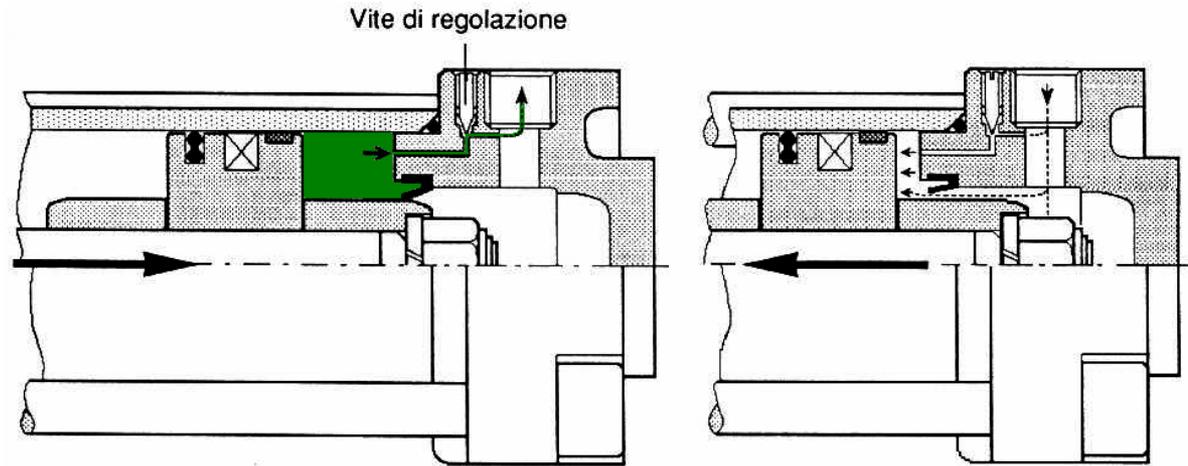


# Principio di lavoro del cuscinetto ad aria



# Ammortizzamento

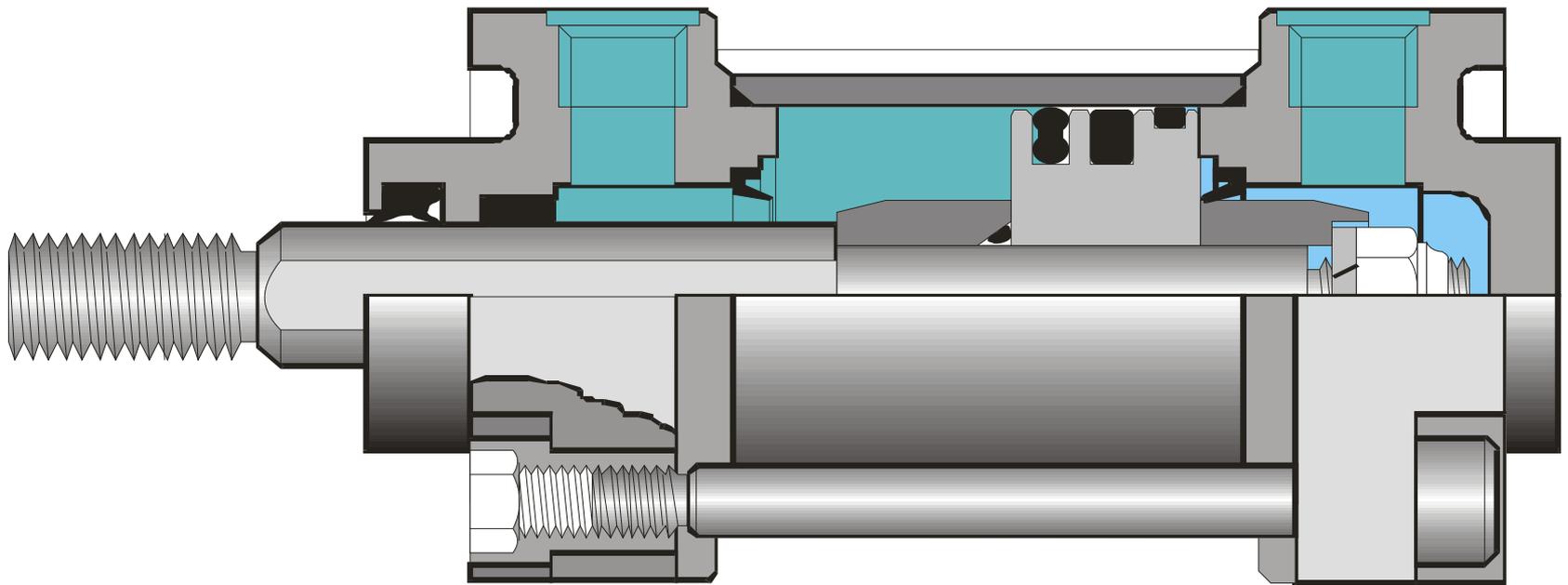
La normale via di fuga dell'aria in scarico attraverso il foro d'uscita, è chiusa dalla protuberanza del pistone che si infila nella guarnizione.



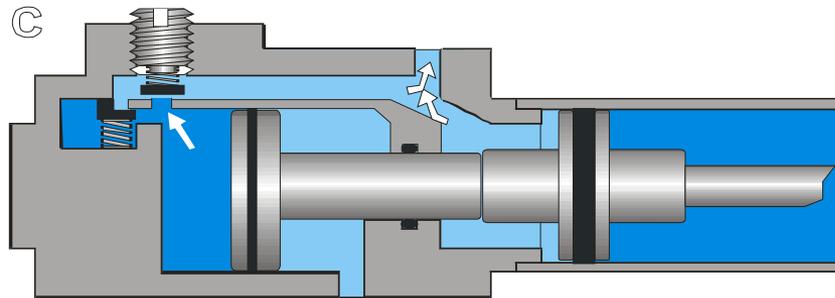
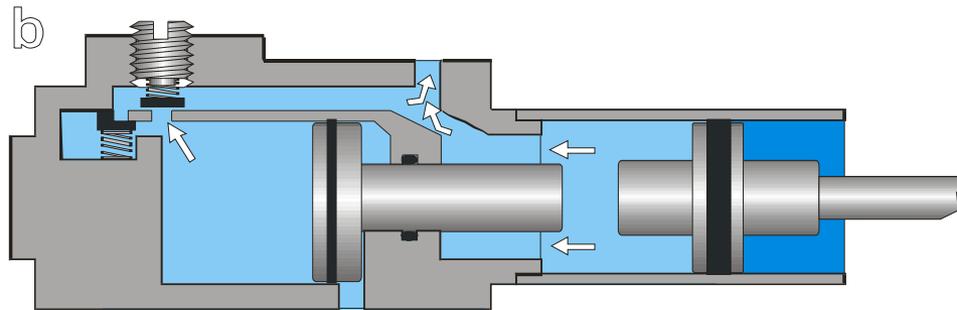
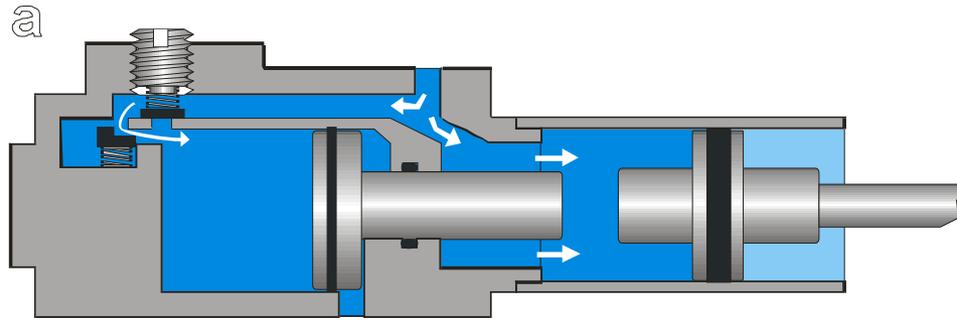
L'aria può solo uscire attraverso il foro a sezione regolabile. L'aria intrappolata è compressa ad una pressione relativamente elevata che frena l'inerzia del pistone.

Quando il pistone inverte il moto, la guarnizione dell'ammortizzo agisce da valvola di non ritorno per consentire il passaggio dell'aria verso il pistone. Tuttavia, essa restringe la sezione di passaggio e rallenta l'accelerazione del pistone. Pertanto, la corsa di ammortizzo dovrebbe essere la più corta possibile. Per decelerare carichi elevati oppure alte velocità del pistone, è necessario un ammortizzatore d'urto esterno. Se la velocità del pistone eccede i 500 mm/s, deve essere installato un arresto meccanico esterno, anche nel caso di presenza di ammortizzamento nel cilindro.

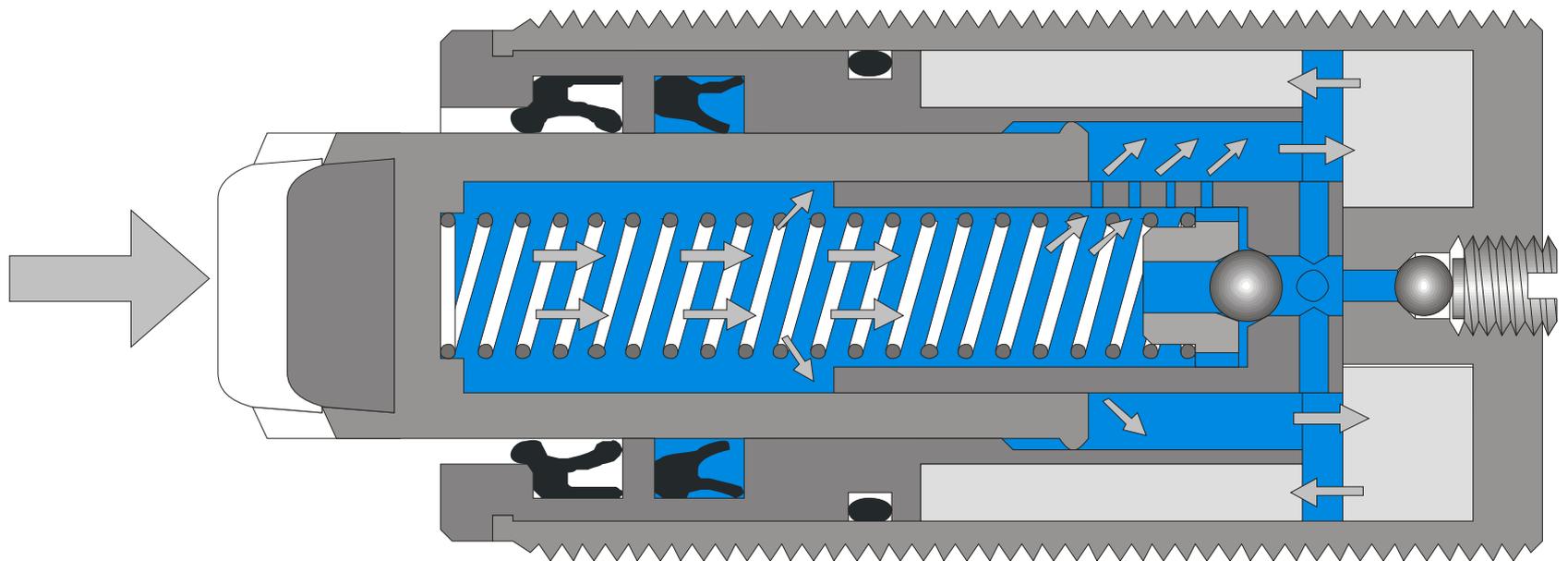
# Cilindro a doppio effetto con ammortizzatori ad aria



# Cilindro molto ammortizzato

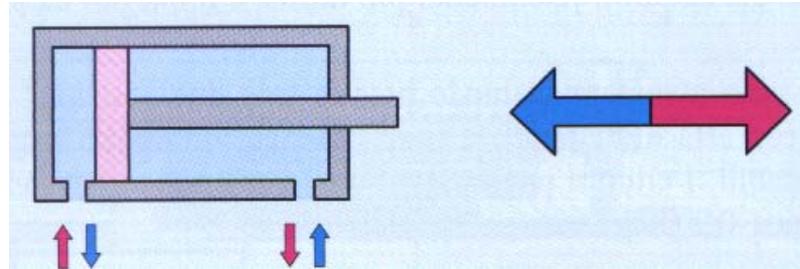


# Ammortizzatore ad olio

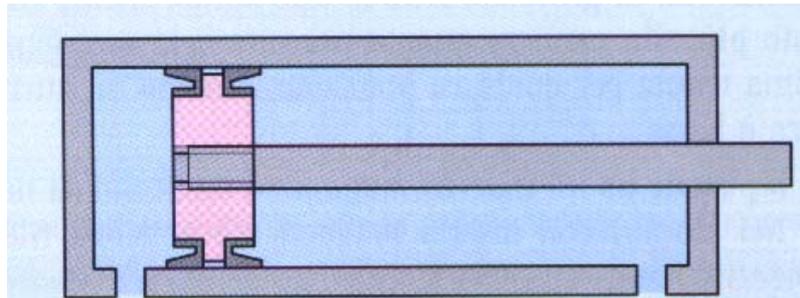


# Cilindri a moto rettilineo

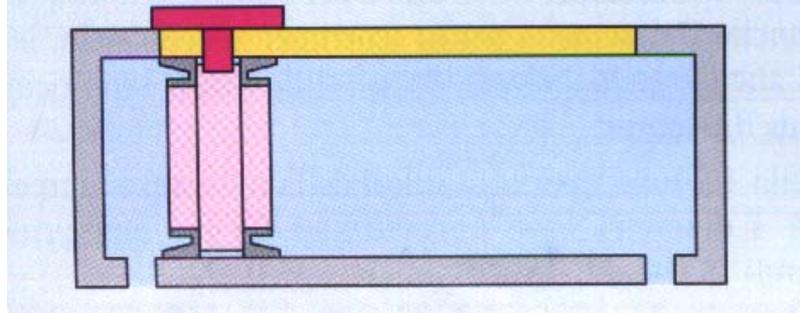
**Alternativo**



**Con pistone  
collegato all'asta**



**Con pistone collegato  
ad una slitta**

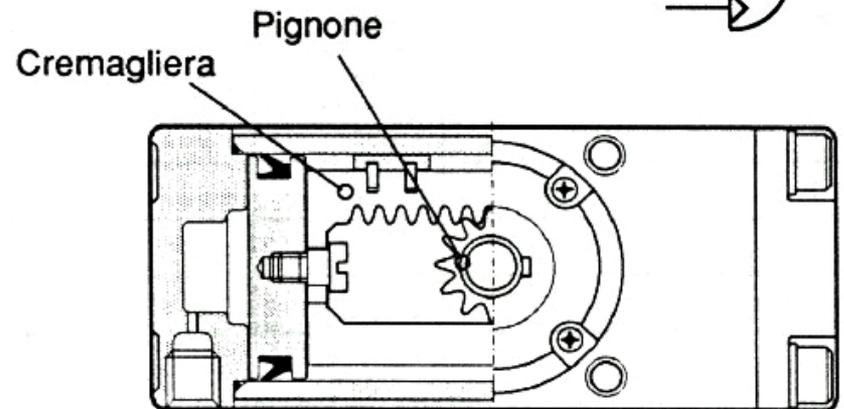
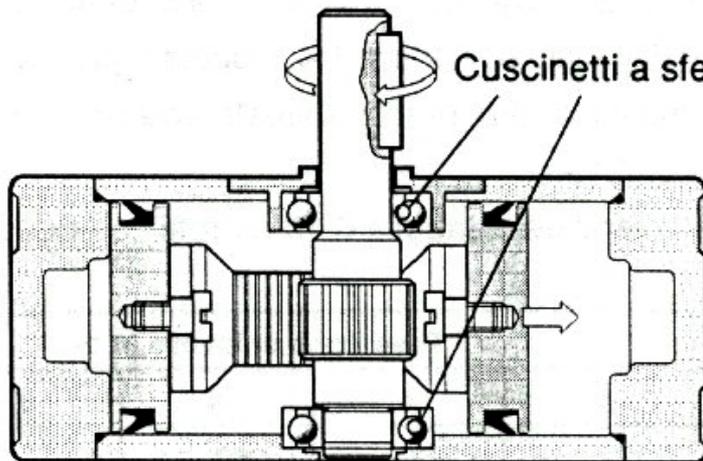


# Attuatori rotanti a pignone e cremagliera

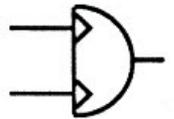
L'albero di uscita è dotato di un pignone che si ingrana direttamente su di una cremagliera solidale con il doppio pistone. Angoli standard di rotazione sono di  $90^\circ$  o di  $180^\circ$ .

Vengono generalmente usati quando si vuole avere un ingombro ridotto e una costruzione compatta.

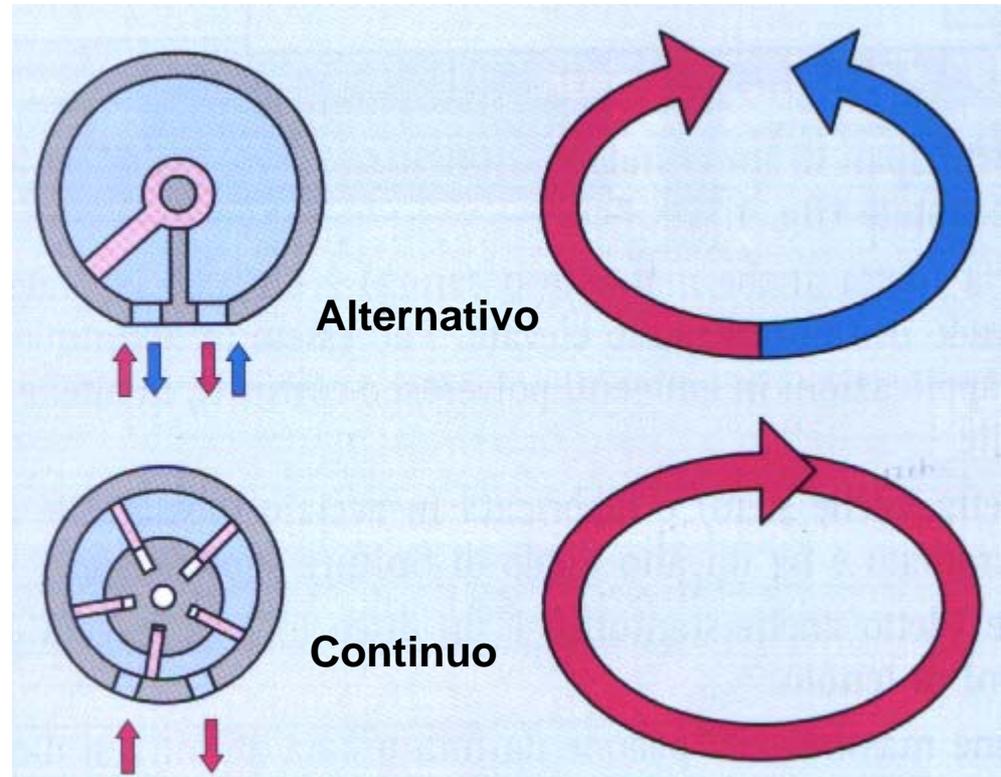
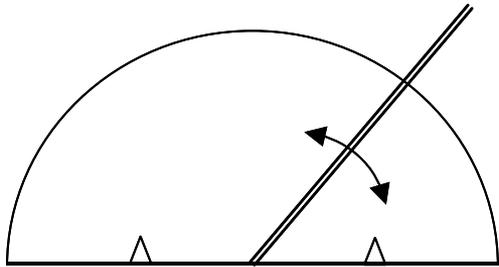
Questo cilindro rotativo ha il vantaggio di fornire una coppia costante, direttamente proporzionale alla pressione di alimentazione.



Simbolo ISO



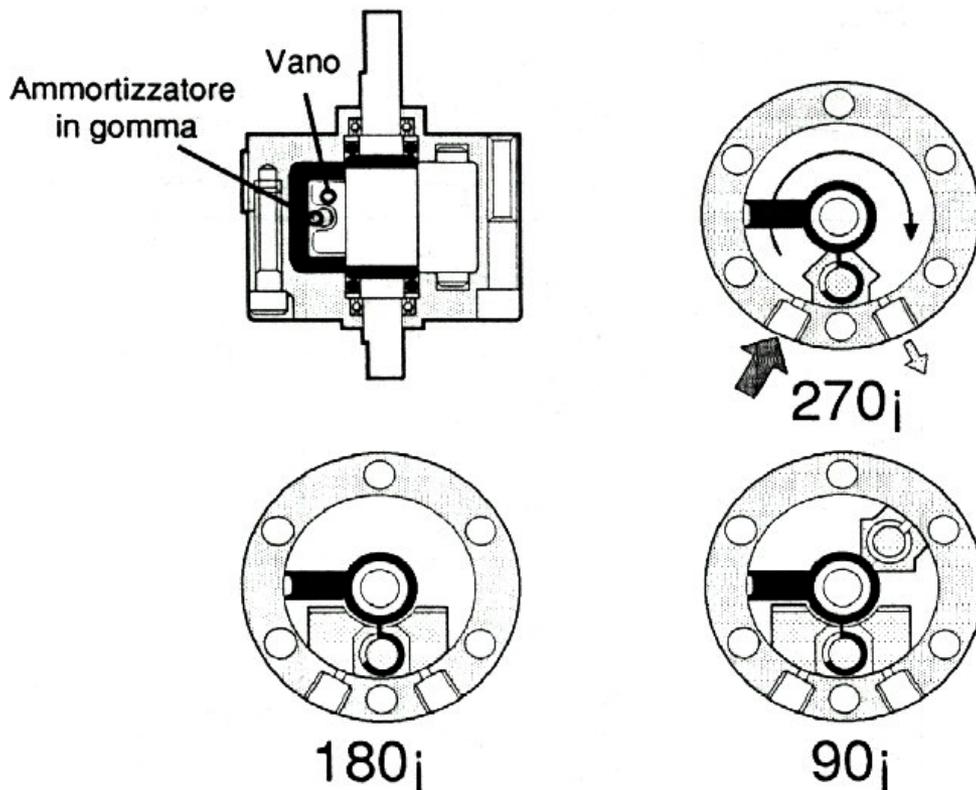
# Attuatori Rotanti



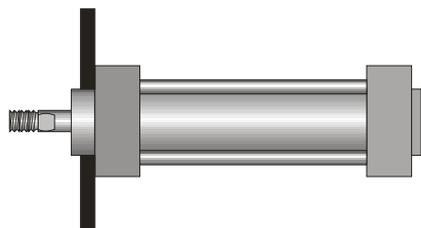
# Attuatori rotanti del tipo a paletta

La pressione dell'aria agisce su di una paletta solidale con l'albero di uscita. La paletta è sigillata, contro le perdite, da una guarnizione in gomma o da un rivestimento in elastomero. Una guarnizione speciale tridimensionale fa tenuta fra il fermo, l'albero e l'involucro.

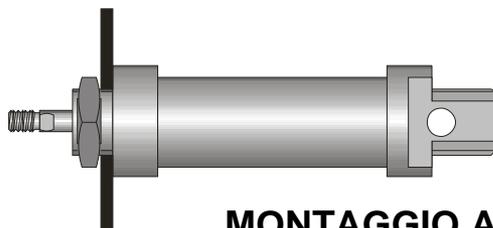
La dimensione del fermo definisce l'angolo di rotazione di 90°, 180° o 270°. Fermi regolabili possono essere forniti per regolare qualsiasi angolo di rotazione dell'unità.



# Diversi modi di fissaggio di un cilindro



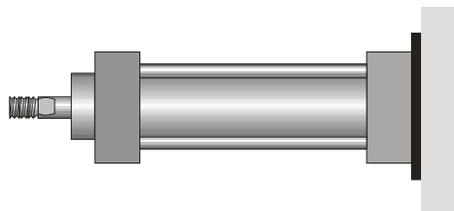
**MONTAGGIO DIRETTO**



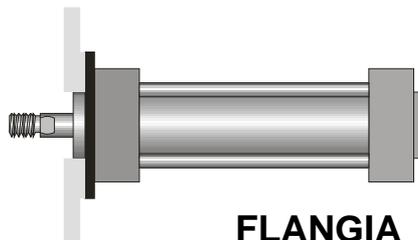
**MONTAGGIO A PARETE CON DADO**



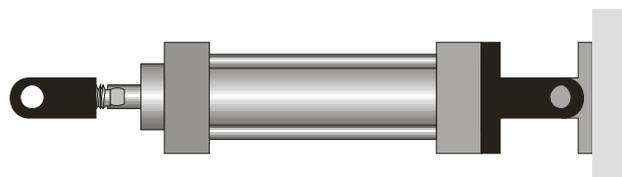
**SUPPORTI ASSIALI**



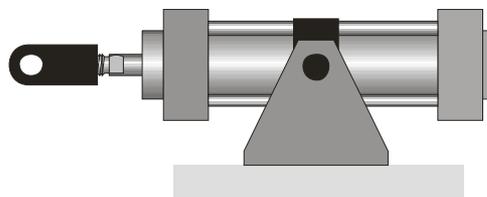
**FLANGIA POSTERIORE**



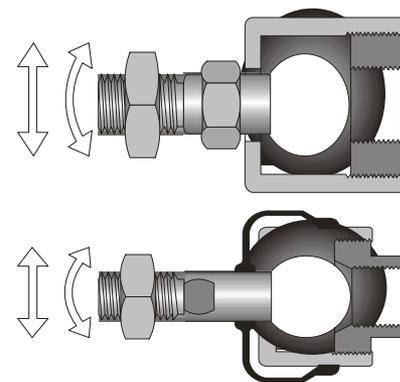
**FLANGIA ANTERIORE**



**FULCRO POSTERIORE**



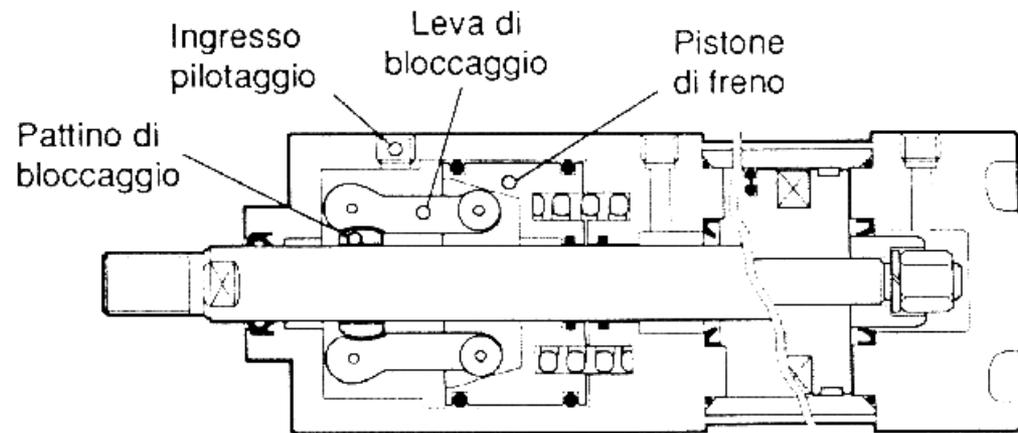
**FULCRO CENTRALE**



**PERNO FLOTTANTE (per correggere eventuali disallineamenti)**

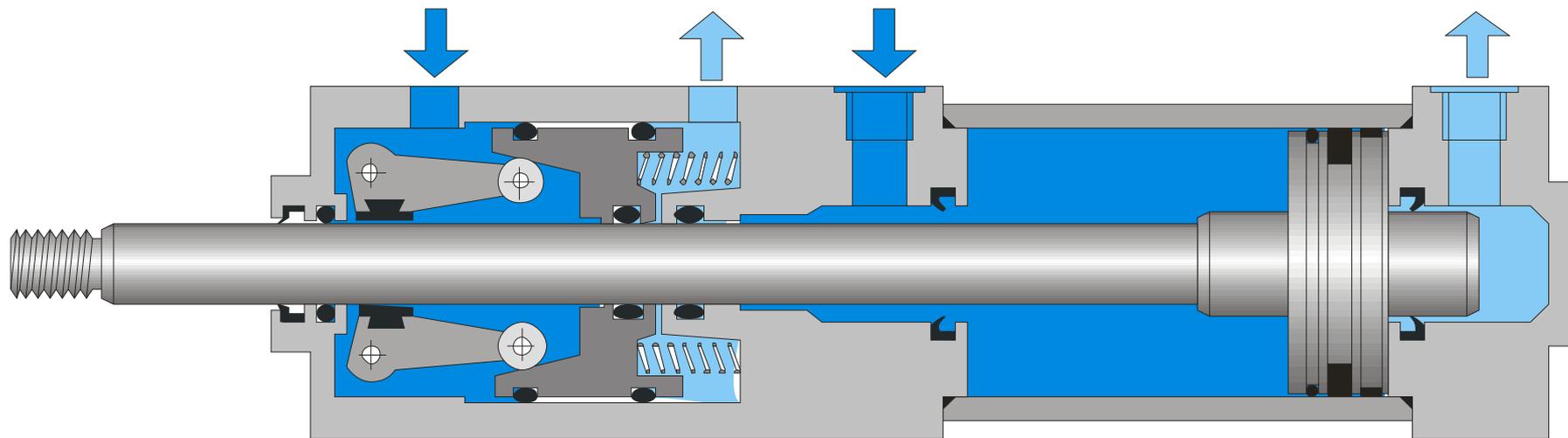
# Attuatori speciali

## Cilindro con bloccaggio

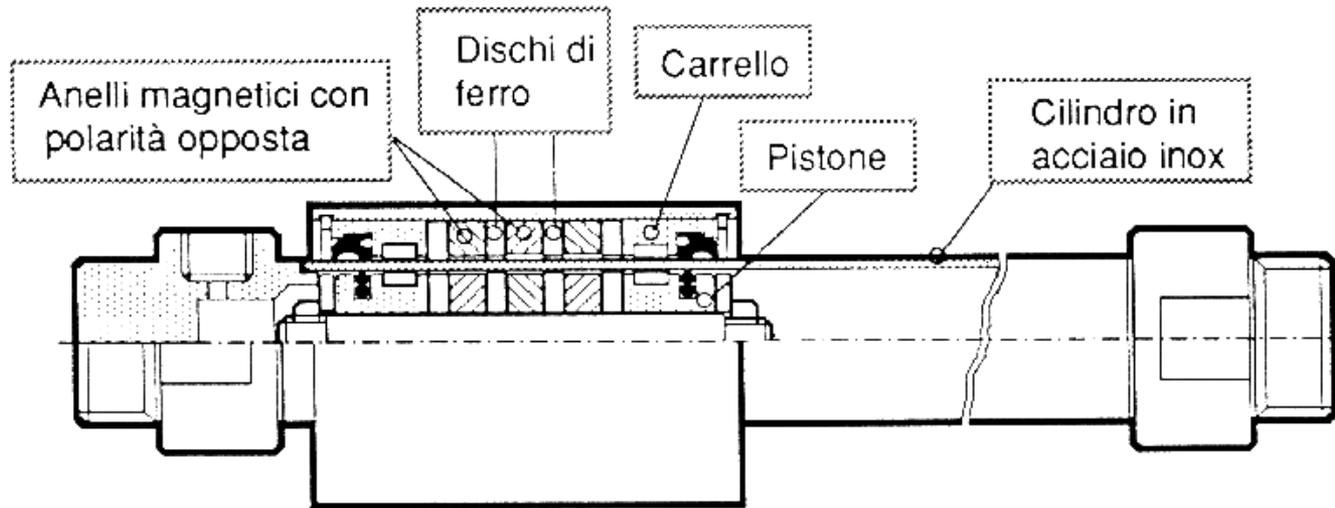


**Un cilindro può essere dotato di una testata con bloccaggio al posto della testata normale. Essa è in grado di tenere bloccato lo stelo in qualsiasi posizione. L'azione di bloccaggio è meccanica. In tal modo si garantisce che lo stelo sia trattenuto con sicurezza anche a pieno carico.**

# Cilindro con bloccaggio



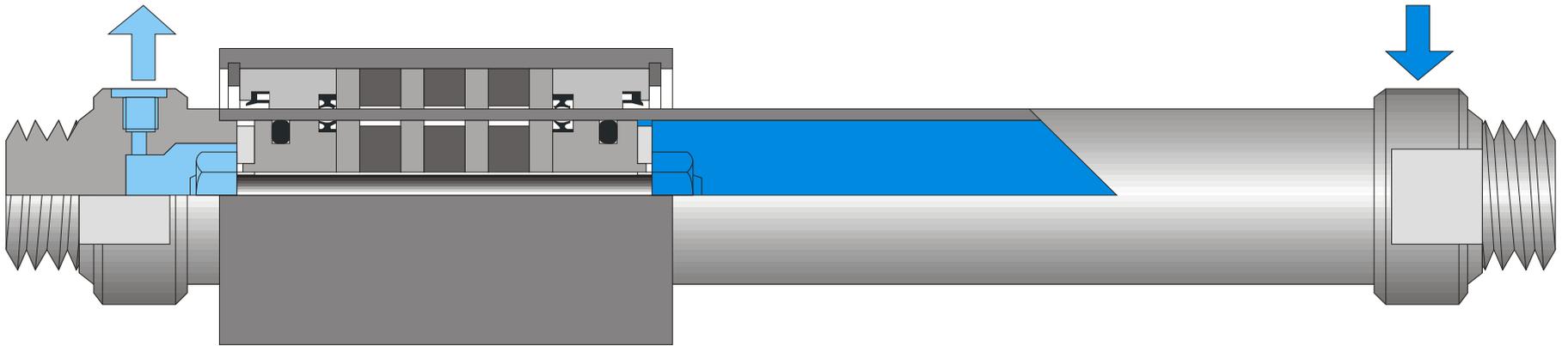
# Cilindro senza stelo con accoppiamento magnetico



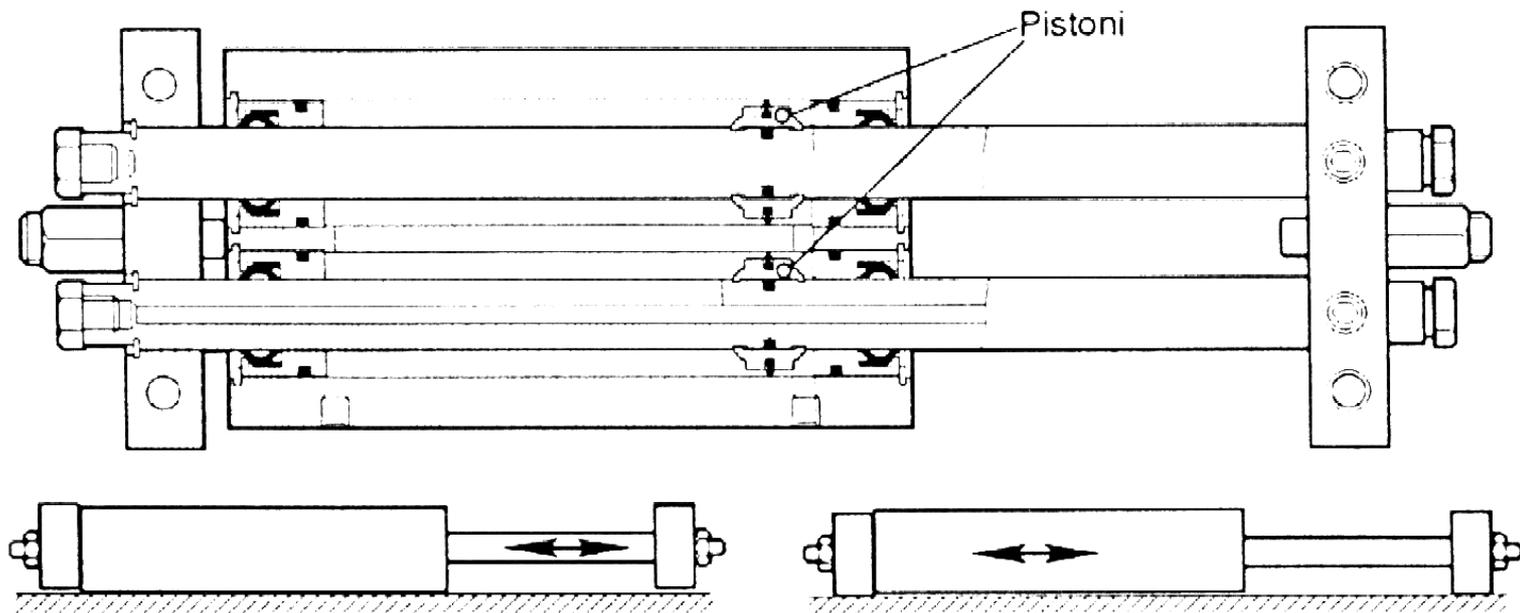
**Un cilindro convenzionale, ad esempio di 500 mm di corsa può avere una dimensione con stelo tutto fuori di circa 1100 mm. Un cilindro senza stelo con la medesima corsa può essere installato in uno spazio molto più corto pari a circa 600 mm.**

**Esso è particolarmente vantaggioso quando sono richieste corse molto lunghe. E' disponibile fino alla lunghezza standard di 1 m. La forza disponibile è definita dalla forza di attrazione dei suoi magneti ed eguaglia quello di un cilindro normale fino ad una pressione di esercizio di 7 bar.**

# Cilindro senza stelo accoppiato magneticamente



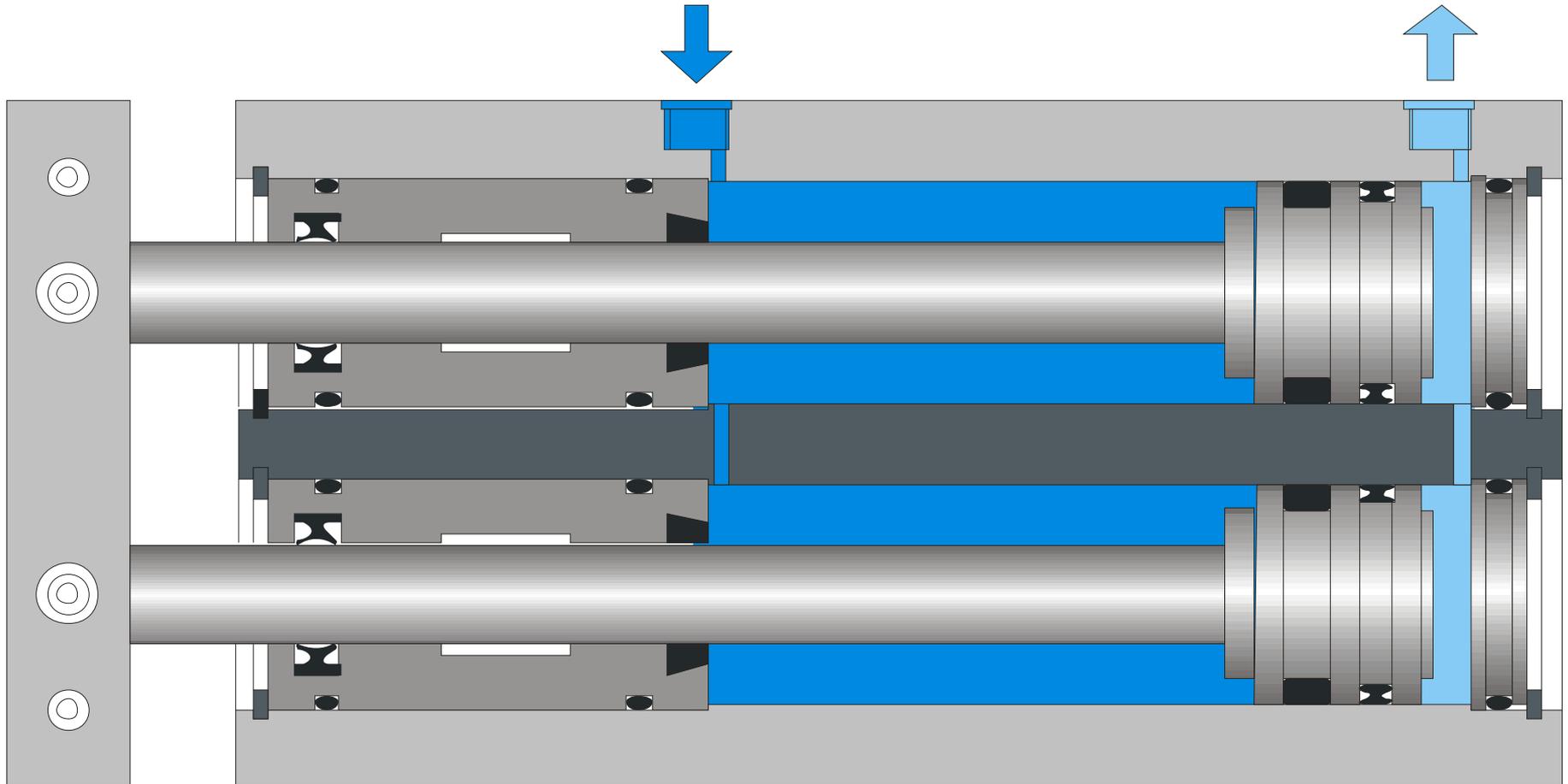
# Cilindro senza stelo con unità a slitta



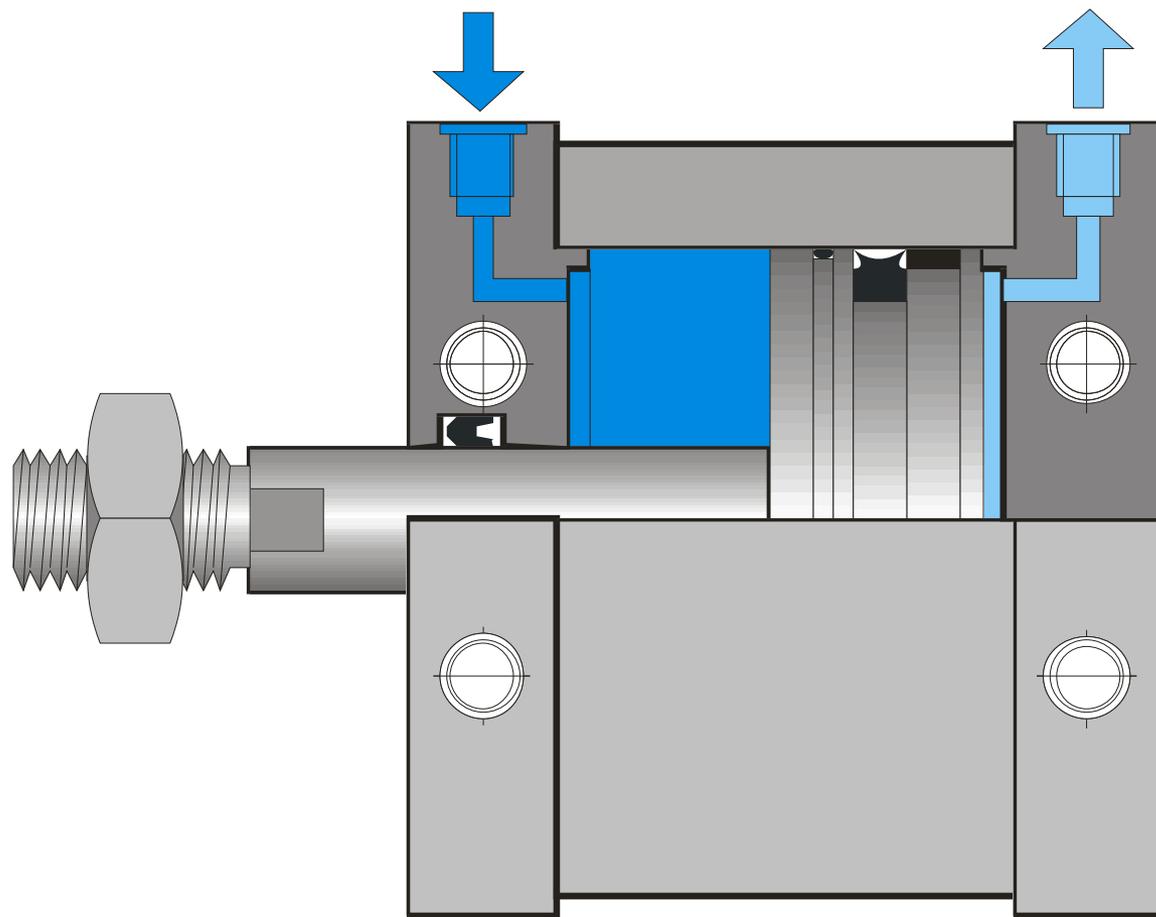
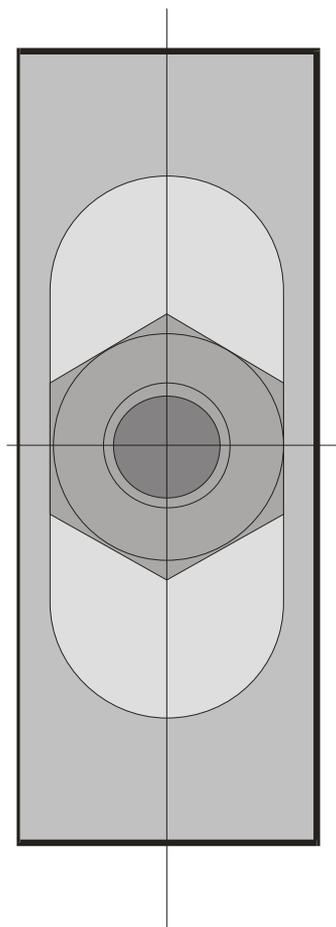
**L'unità a slitta è un attuatore lineare di precisione di dimensioni compatte che può essere utilizzato per macchine automatiche per la lavorazione e l'assemblaggio di parti.**

**Superfici di montaggio lavorate con elevata precisione e steli di guida del pistone paralleli assicurano un accurato movimento lineare quando le unità vengono impiegate come parti costruttive di macchine per il trasferimento e il posizionamento di parti.**

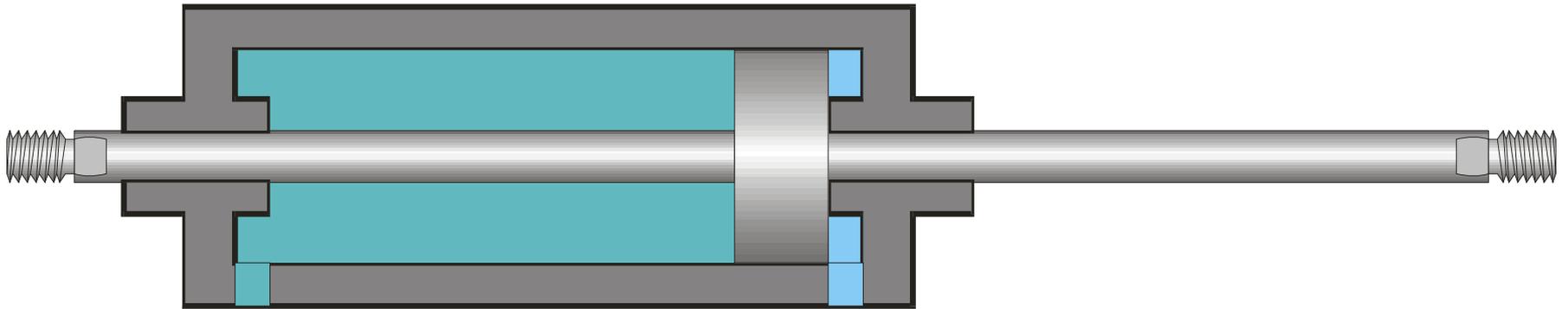
# Cilindro a pistoni paralleli



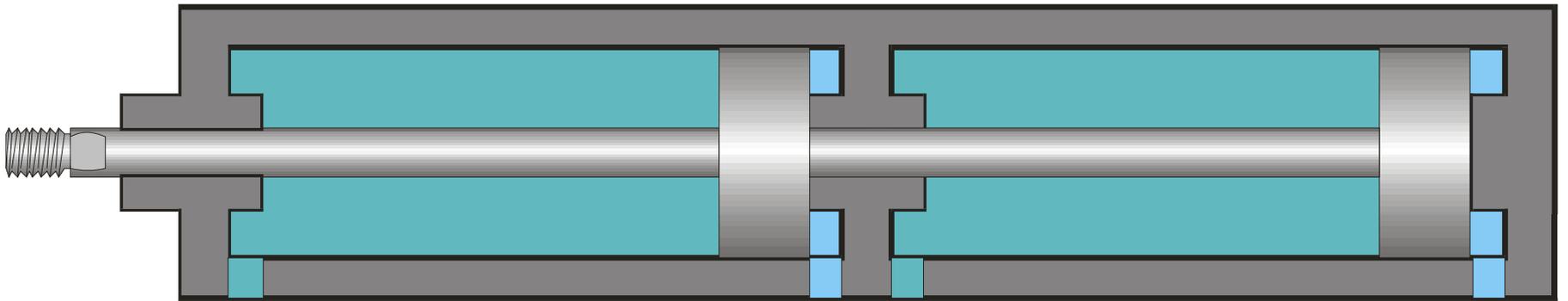
# Cilindro piatto



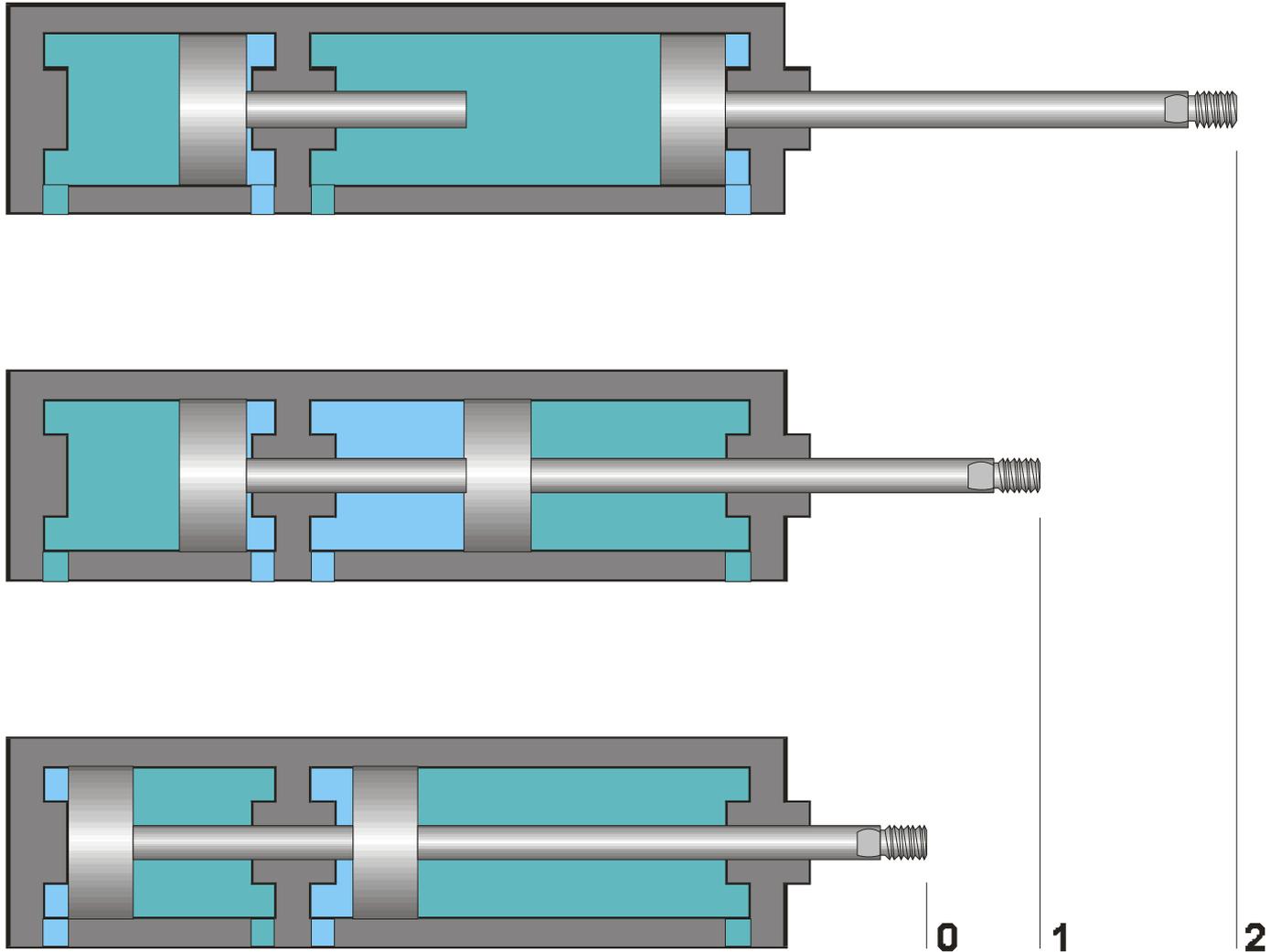
# Cilindro a stelo passante



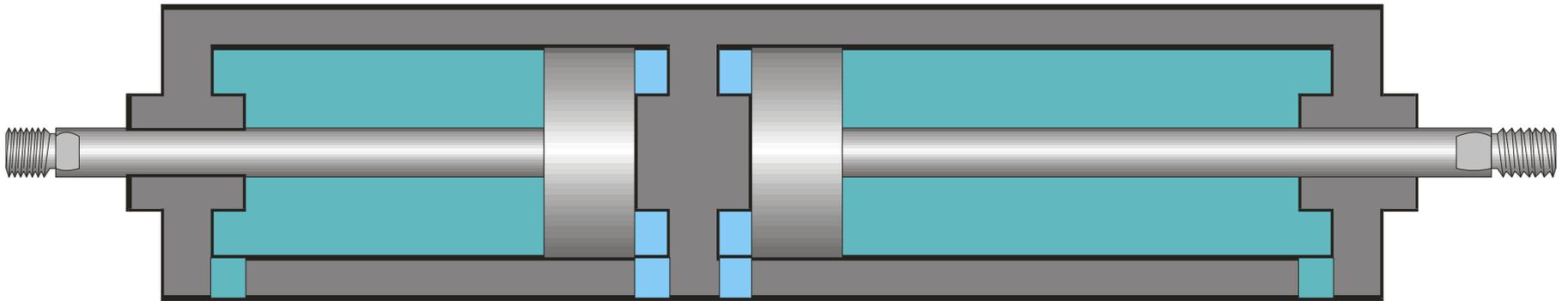
# Cilindro tandem



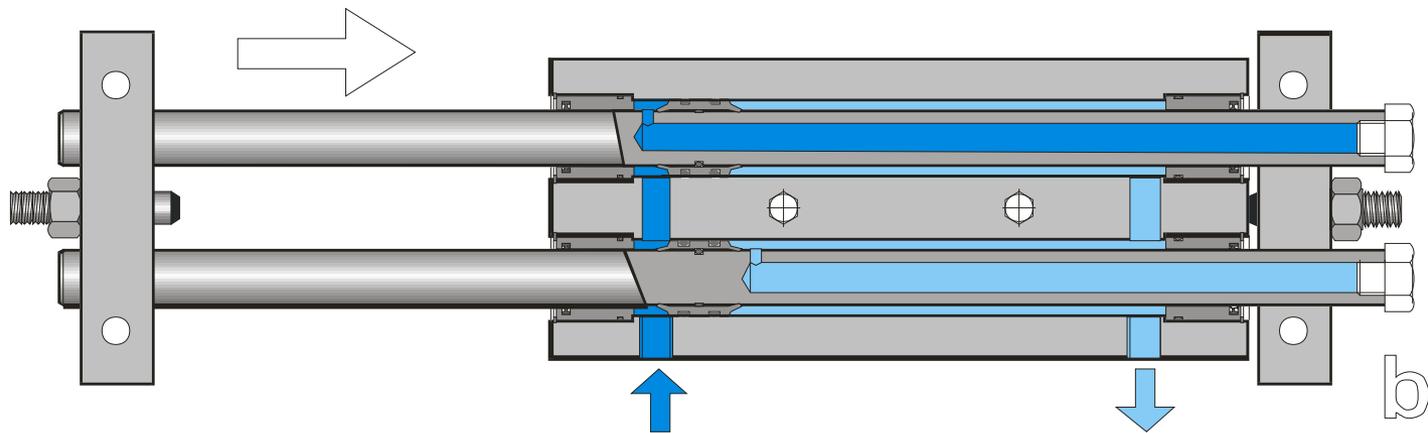
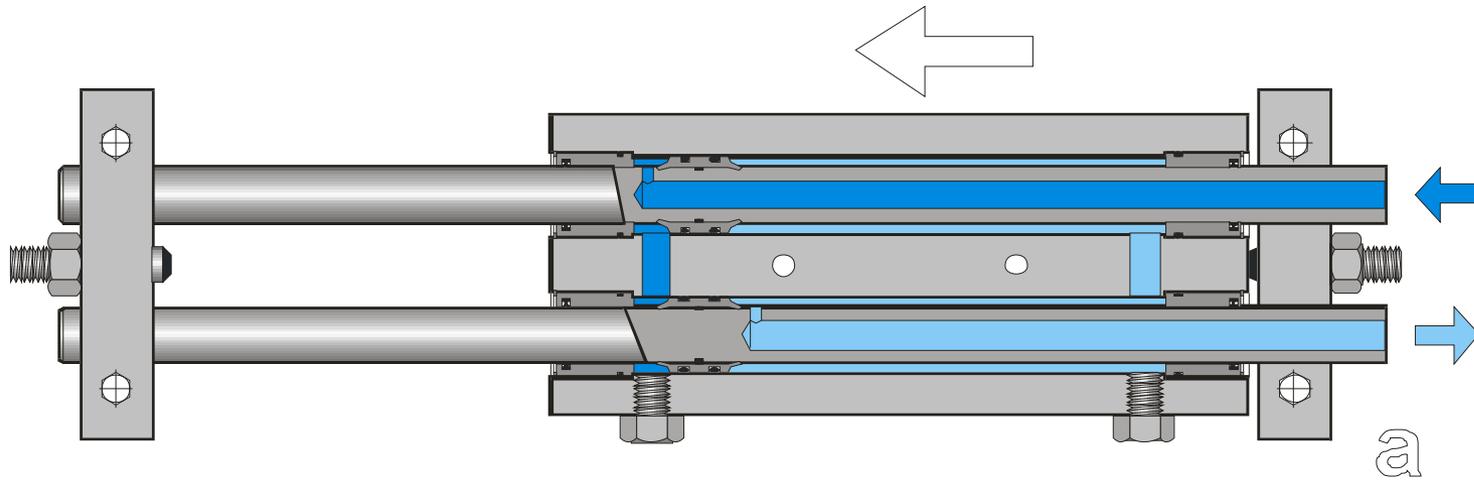
# Cilindro a 3 posizioni



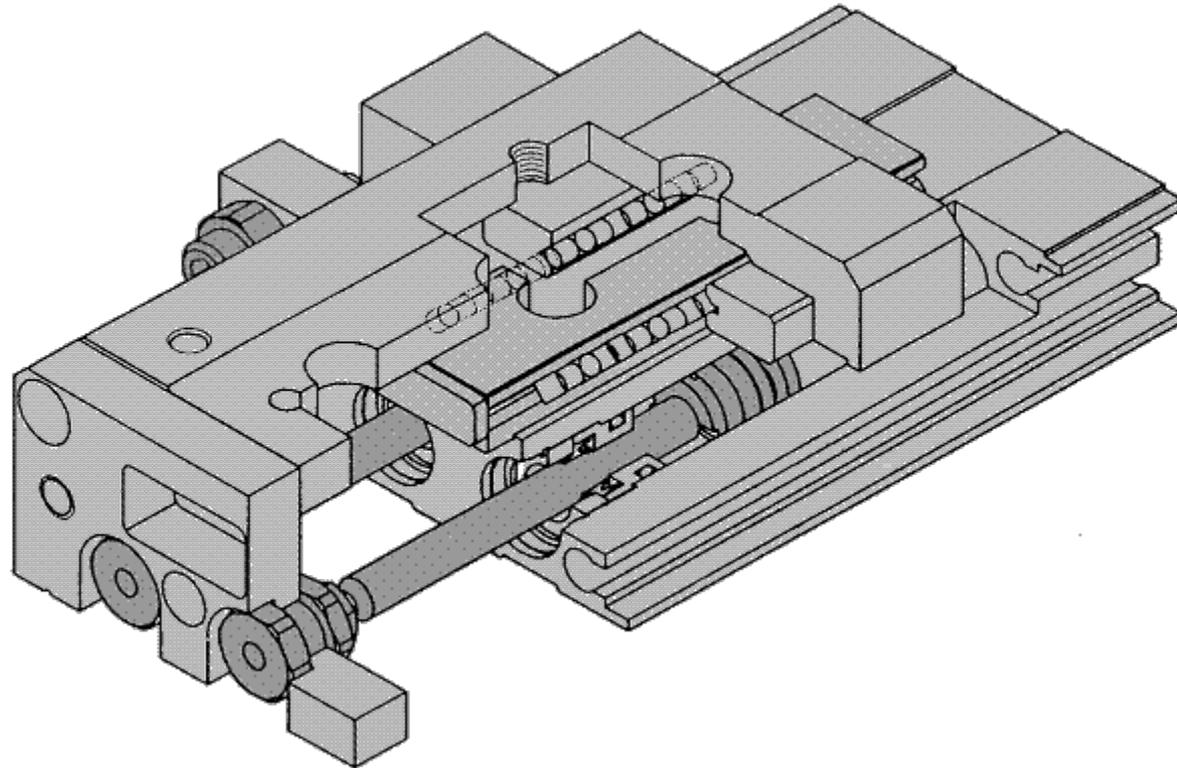
# Cilindro a 4 posizioni



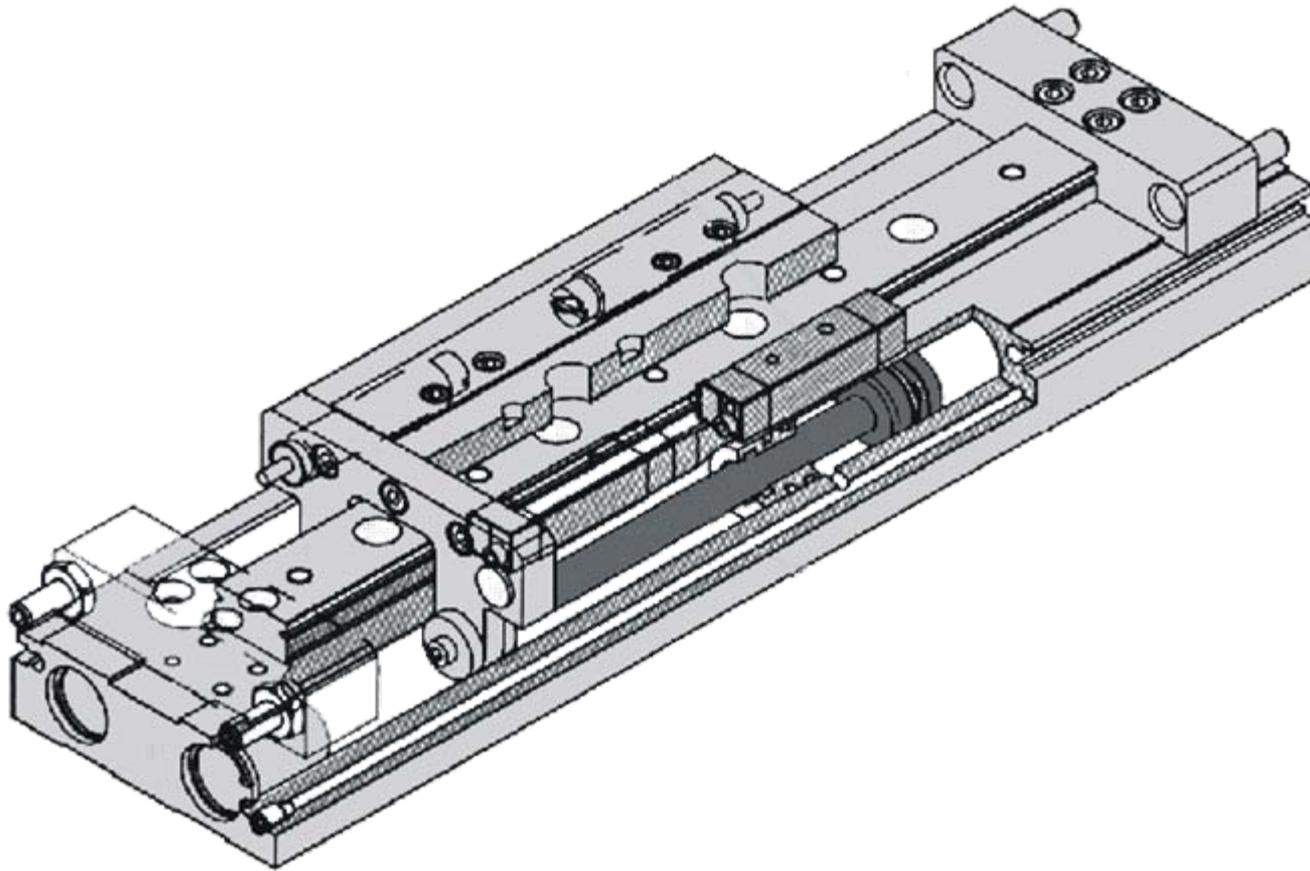
# Unità Slitta



# Slitta di precisione



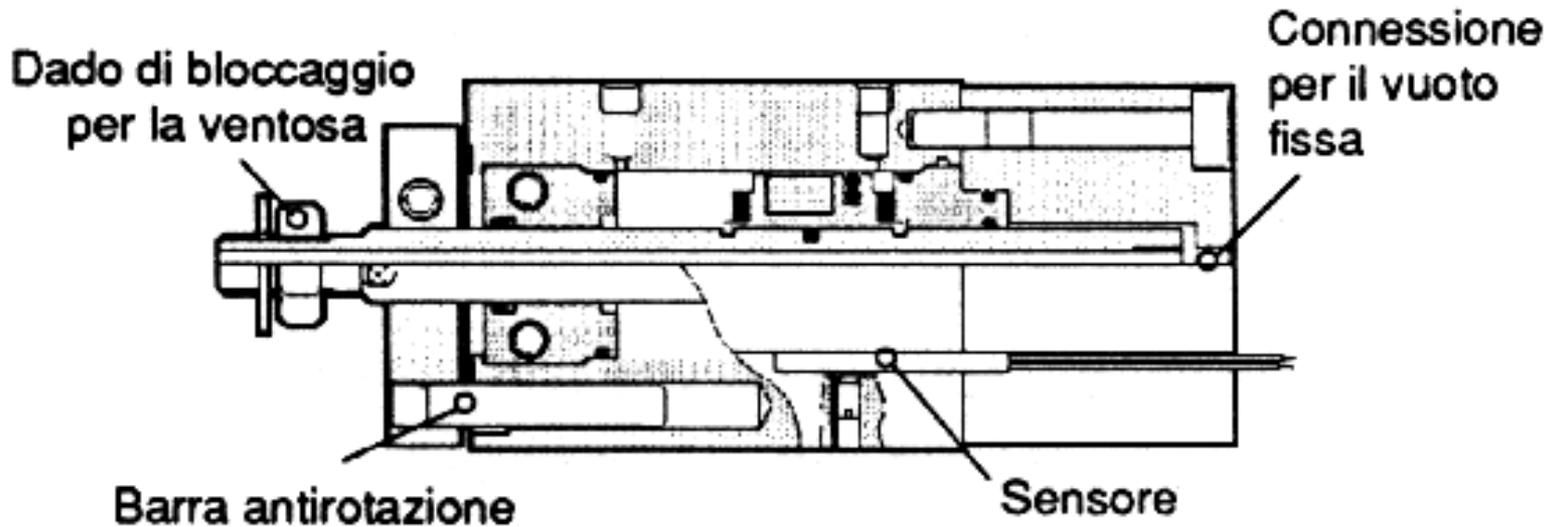
# Slitta di precisione a corsa lunga



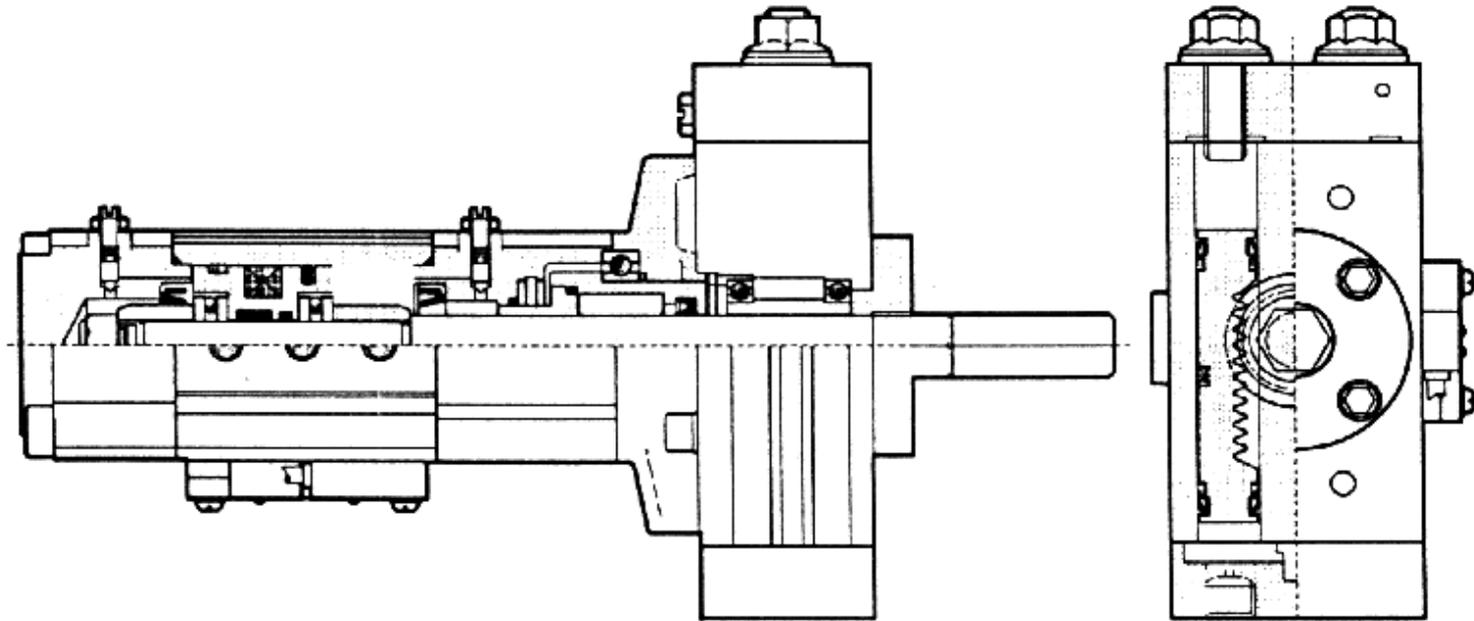
# Cilindro a stelo cavo

Questo attuatore è specificatamente progettato per applicazioni di "pick and place".

Lo stelo cavo consente una connessione diretta fra l'equipaggiamento che produce il vuoto e la ventosa direttamente montata sull'estremità dello stelo. Il tubo di connessione sul lato posteriore del cilindro rimane fermo mentre lo stelo si estende e si ritrae.



# Attuatore combinato



L'attuatore combinato è un insieme di un cilindro lineare con un cilindro rotante a cremagliera. Il braccio rotante può essere allacciato all'albero ed essere equipaggiato con una pinza ed una ventosa per movimentare i pezzi da lavorare e depositarli in un'altra posizione dopo la rotazione del braccio. Questo fa dell'attuatore una vera unità di "pick and place" per la movimentazione del materiale.

# Cilindro con unità di presa rotante

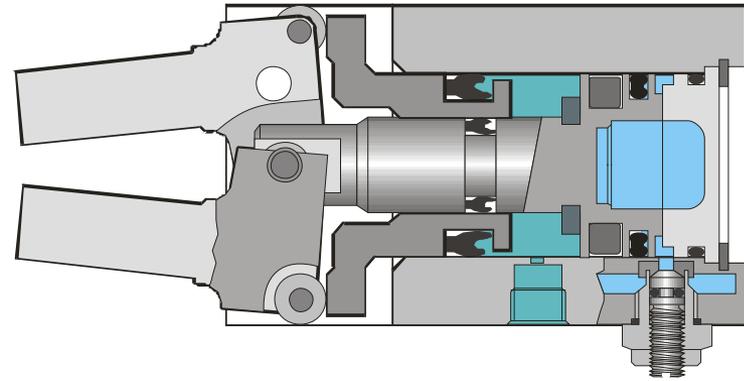
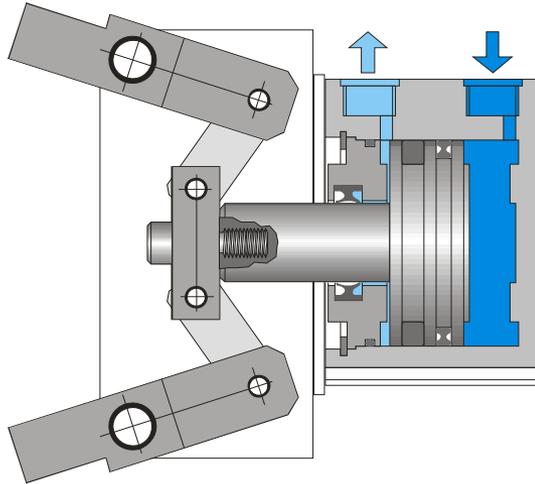


Flangia  
posteriore

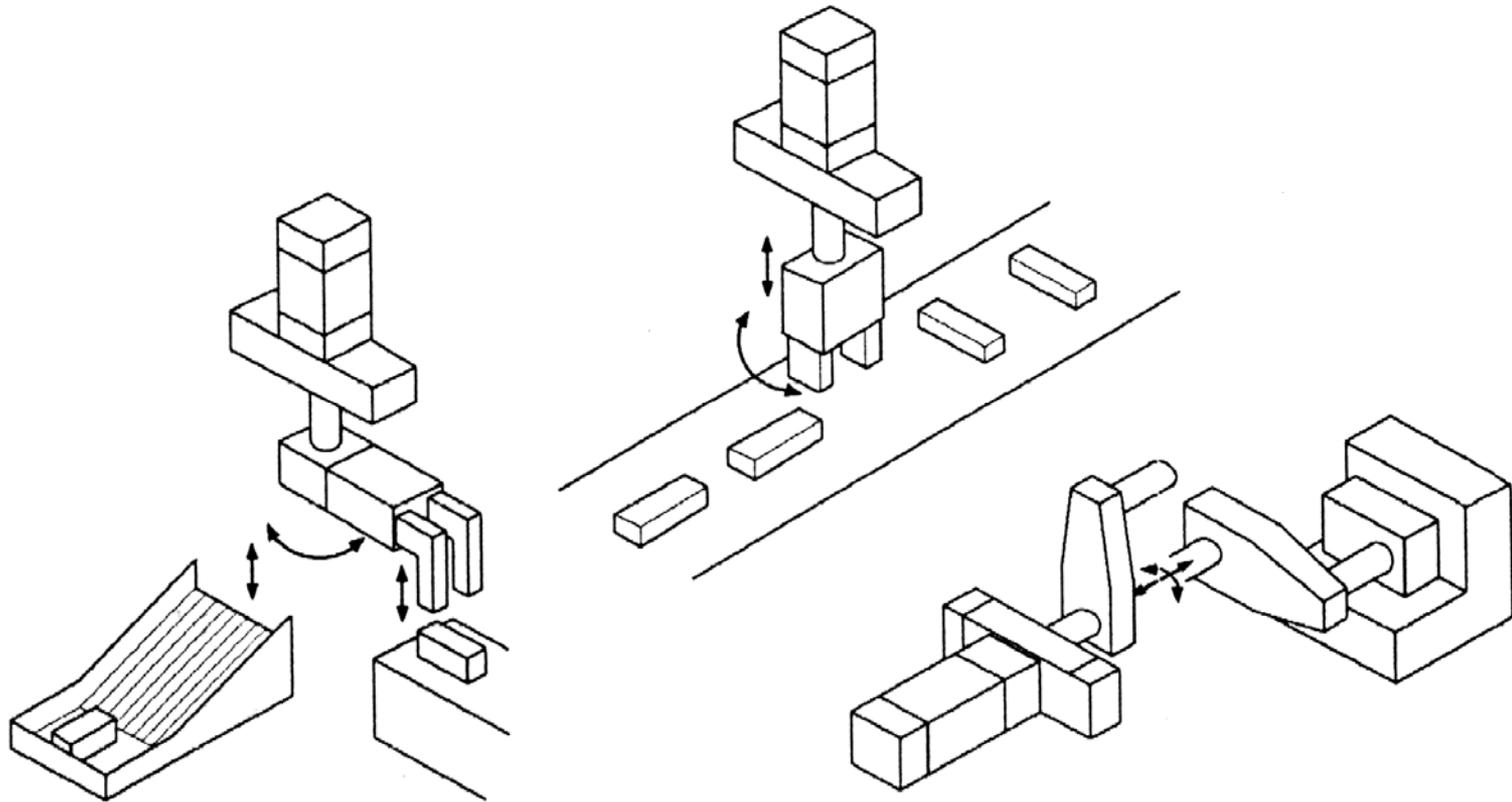
Con braccio

# Pinze

**E' un attuttore progettato per la manipolazione dei componenti in applicazioni di tipo robotico. Il modello mostrato utilizza due pistoni opposti per aprire e chiudere le dita della pinza pneumatica.**



# Applicazioni tipiche di cilindri combinati e pinze



# COMPONENTI DI COMANDO E DI PILOTAGGIO AUTOMATICI

- Valvole distributrici
- Valvole di controllo della portata
- Valvole di controllo della pressione
- Valvole speciali, Finecorsa e Sensori
- Simbologia secondo le norme in vigore e convenzioni di rappresentazione

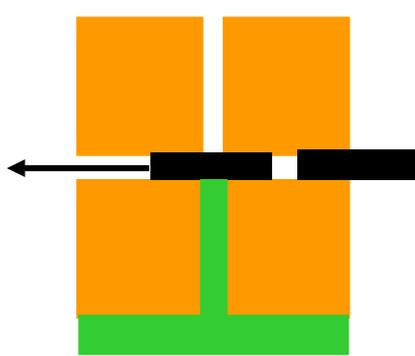
# Valvole distributrici

Sono dette anche distributori e servono per aprire, indirizzare e chiudere il flusso d'aria compressa negli impianti pneumatici.

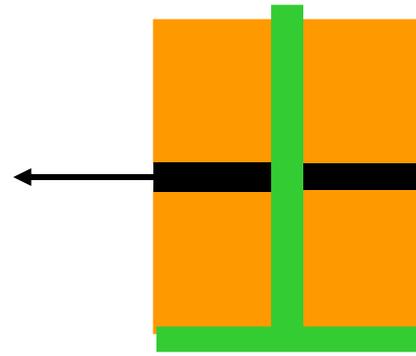
La loro funzione è definita dal tipo di collegamento che permettono di realizzare e dalle varianti consentite.

Il tipo di collegamento dipende dal numero di vie e dal loro schema interno, mentre le varianti corrispondono al numero di posizioni.

# Distributori



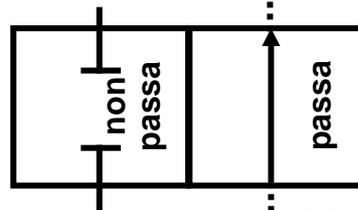
Una posizione in cui il fluido non passa



Una posizione in cui il fluido passa

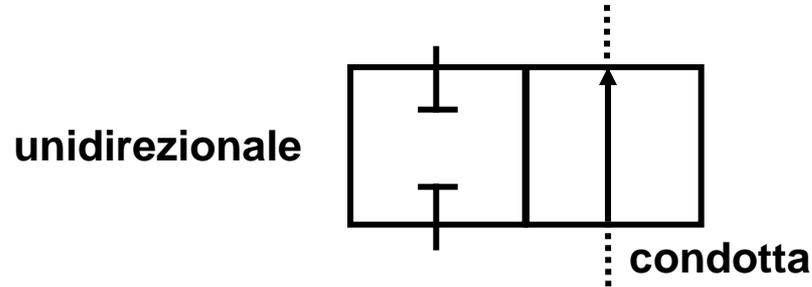
Si rappresenta con un quadrante per posizione e dove il fluido non passa si disegna una linea sbarrata, mentre dove il fluido passa si usa una freccia nel senso di attraversamento

unidirezionale



condotta

# Distributore di Tipo 2 / 2



E' UN DISTRIBUTORE CHE PUÒ COLLEGARE **2** CONDOTTE  
ASSUMENDO **2** POSIZIONI

questo distributore permette il passaggio solo in un senso e  
perciò si dice UNIDIREZIONALE, come un rubinetto a leva che  
assume due posizioni



2 / 2

# Convenzioni

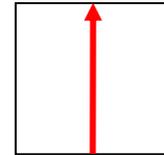
## Elettrotecnica - Pneumatica

Mentre negli schemi elettrici l'alimentazione va dall'alto verso il basso, in Pneumatica il fluido va sempre dal basso verso l'alto

In **Elettrotecnica** un contatto e' **aperto se interrompe il circuito** e non fa passare la corrente



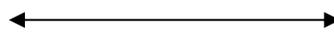
In **Pneumatica** un contatto **aperto fa passare l'aria**



ELETTROTECNICA

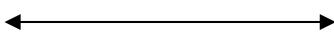
PNEUMATICA

APERTO



CHIUSO

CHIUSO

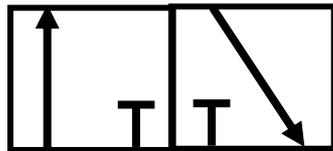


APERTO

QUINDI UN CONTATTO **NORMALMENTE APERTO** E' UN CONTATTO CHE **IN CONDIZIONI DI RIPOSO** IN PNEUMATICA FA PASSARE L'ARIA E IN ELETTROTECNICA NON FA PASSARE LA CORRENTE

# Distributori 3/2 e 4/2

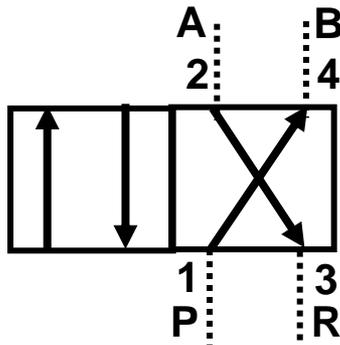
3 / 2



In elettrotecnica  
corrisponde ad  
un commutatore



4 / 2

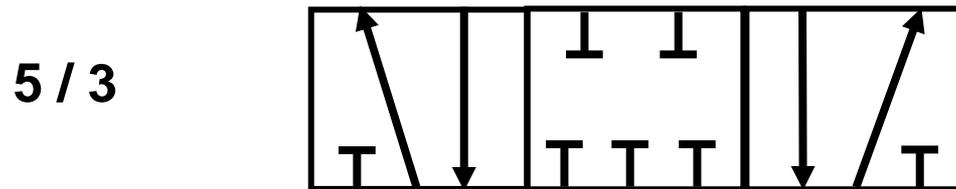
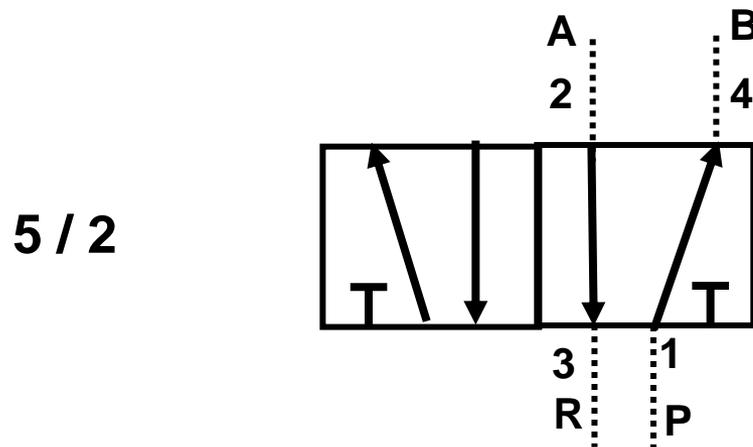


Numerare le condotte di alimentazione dal basso.  
Con **1** si indica la condotta di alimentazione con **3**  
quella di scarico.  
Di sopra si riportano le condotte di utilizzazione  
che si indicano con i numeri pari **2** e **4**

L'alimentazione si indica anche con la lettera **P**, lo scarico con **R** e l'utilizzazione con **A** e **B**

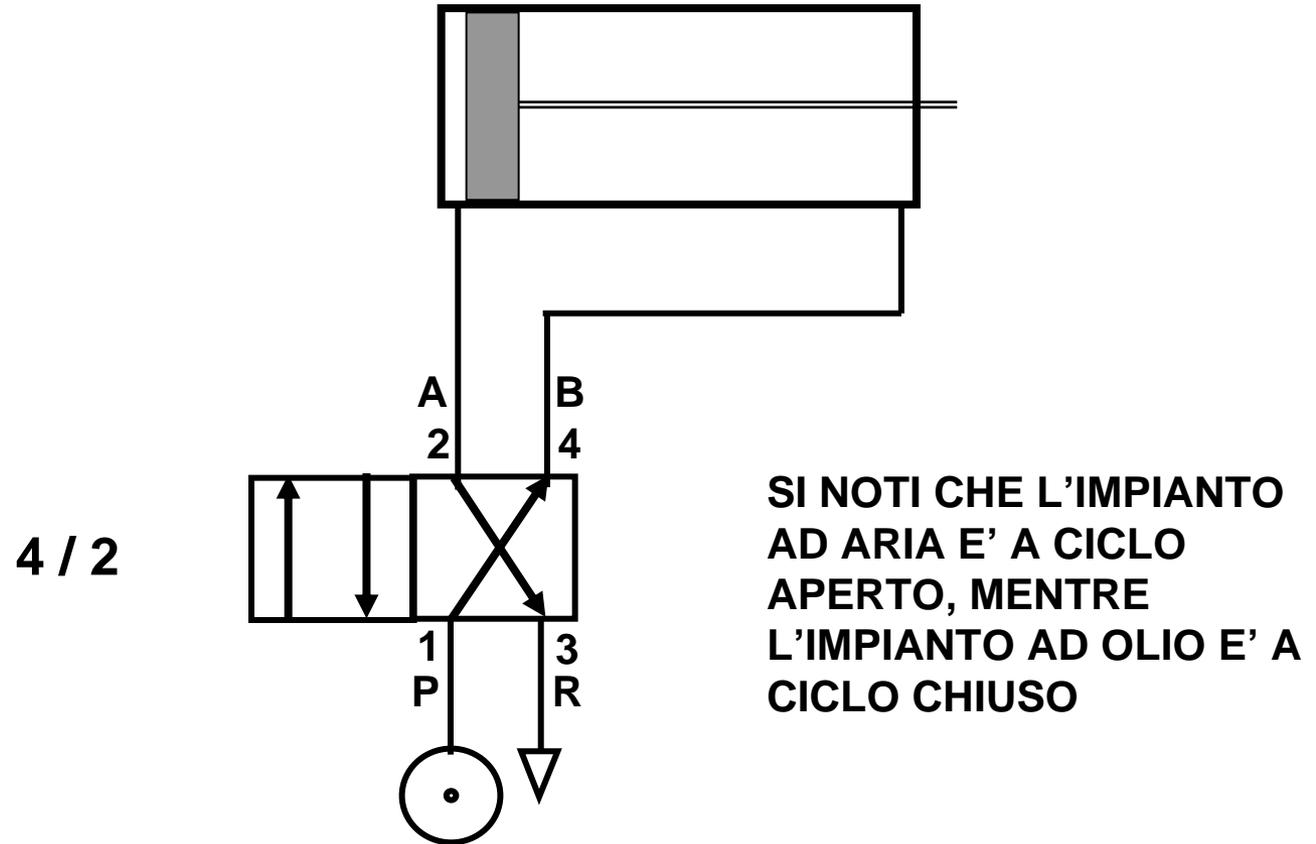
# Distributori 5/2 E 5/3

AUMENTANDO IL NUMERO DELLE VIE SARA' PIU' FACILE  
CONTROLLARE IL CILINDRO:

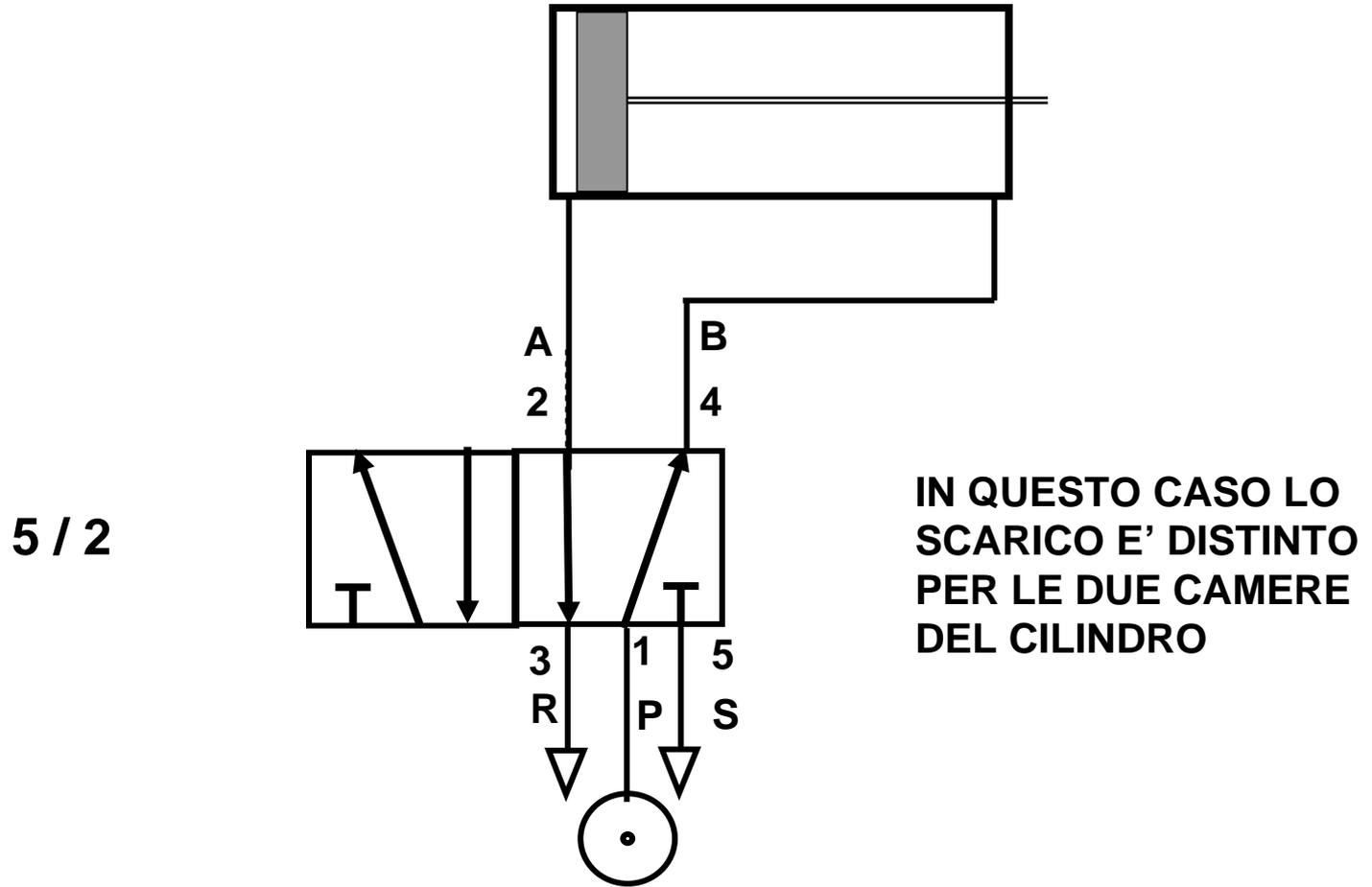


SI USA QUASI  
ESCLUSIVAMENTE  
IN OLEODINAMICA

# Circuito con distributore 4/2



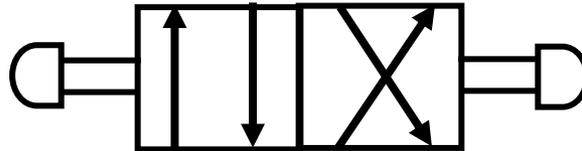
# Circuito con distributore 5/2



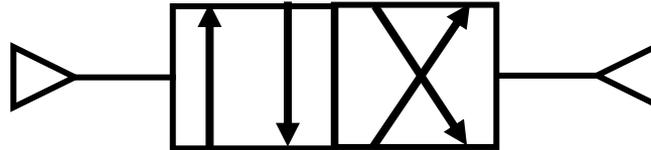
# AZIONAMENTO

I DISTRIBUTORI POSSONO ESSERE AZIONATI NEI SEGUENTI MODI:

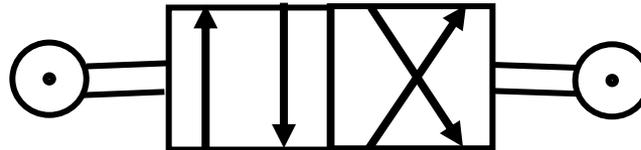
MANUALE



PNEUMATICO

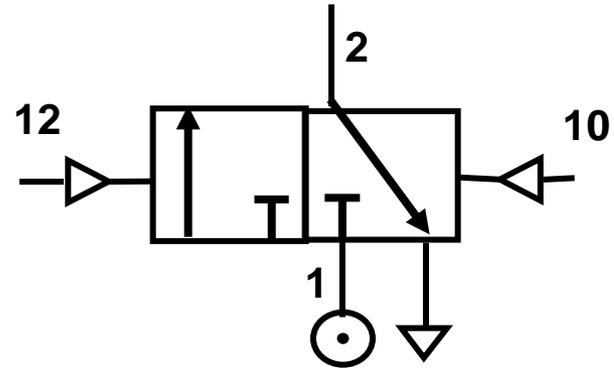


MECCANICO



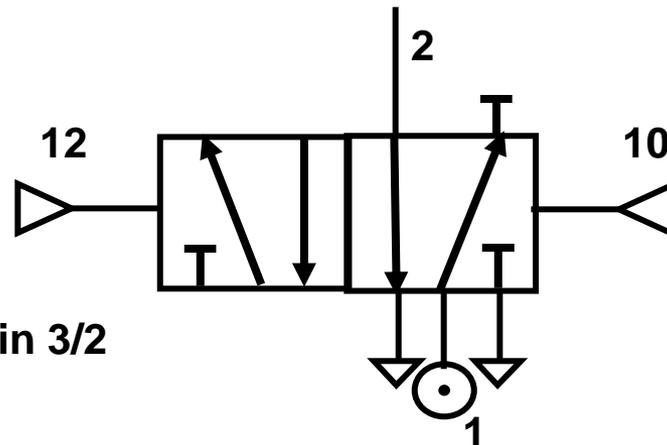
# Valvola 3/2 con 5/2

Valvola 3 / 2



Si puo' realizzare la valvola 3/2 con una 5/2 a cui si mette un tappo: questo puo' essere utile per risparmiare le parti a magazzino

Valvola 5/2 trasformata in 3/2



# VALVOLE

**DISTRIBUTORE  
+  
AZIONAMENTO  
=  
VALVOLA**

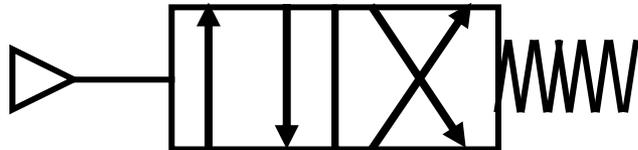
SE L'AZIONAMENTO E' DI TIPO ELETTRICO

LA VALVOLA PRENDE IL NOME DI

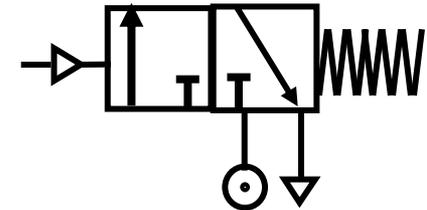
**ELETTROVALVOLA**

# Valvole Monostabili e Bistabili

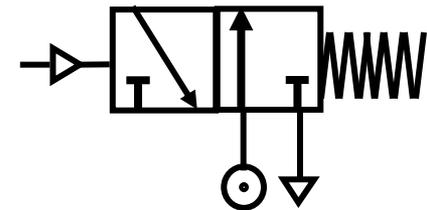
Le valvole monostabili hanno un solo azionamento, e possono essere:  
Normalmente Chiuse o Normalmente Aperte



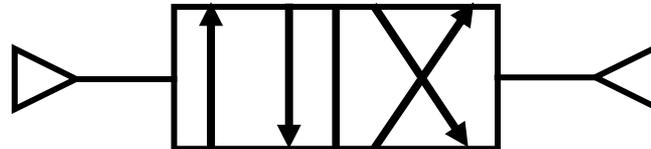
Normalmente Chiuse NC



Normalmente Aperte NA



Una valvola bistabile ha due azionamenti:



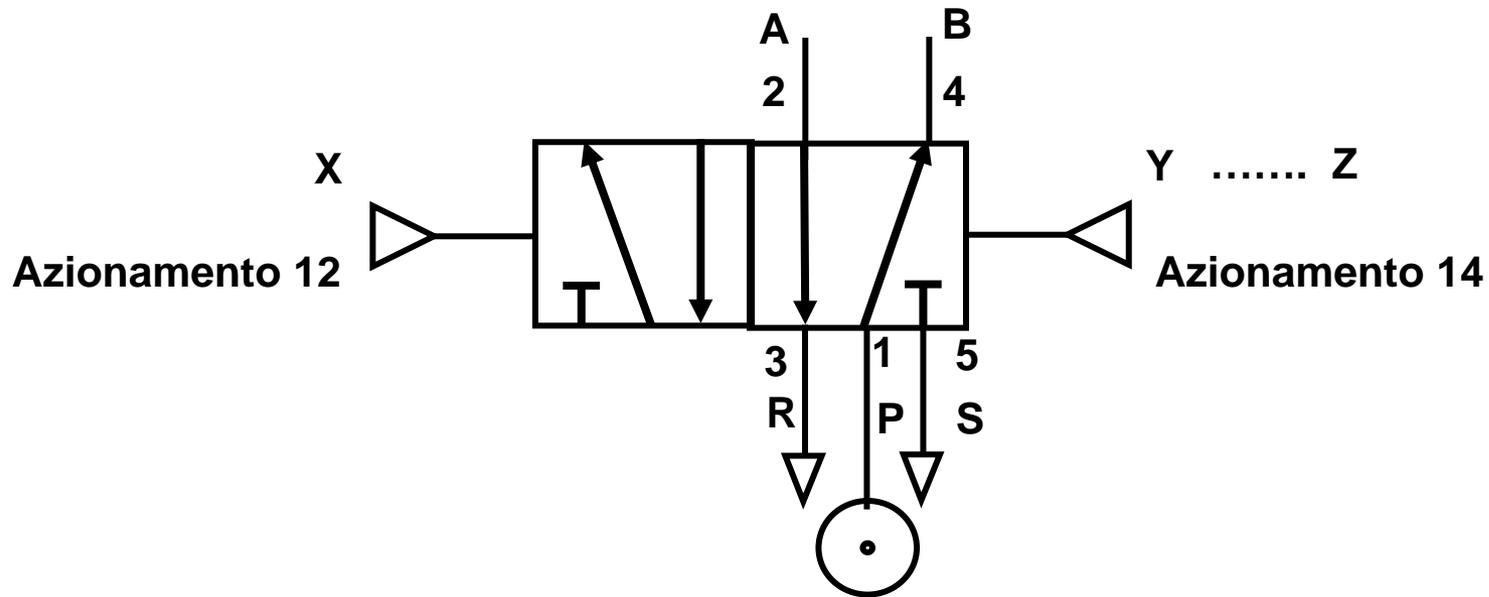
Il segnale all'azionamento arriva dal circuito di logica:

**LA VALVOLA E' L'INTERFACCIA TRA LA LOGICA E LA POTENZA**

# Numerazione condotte/azionamenti

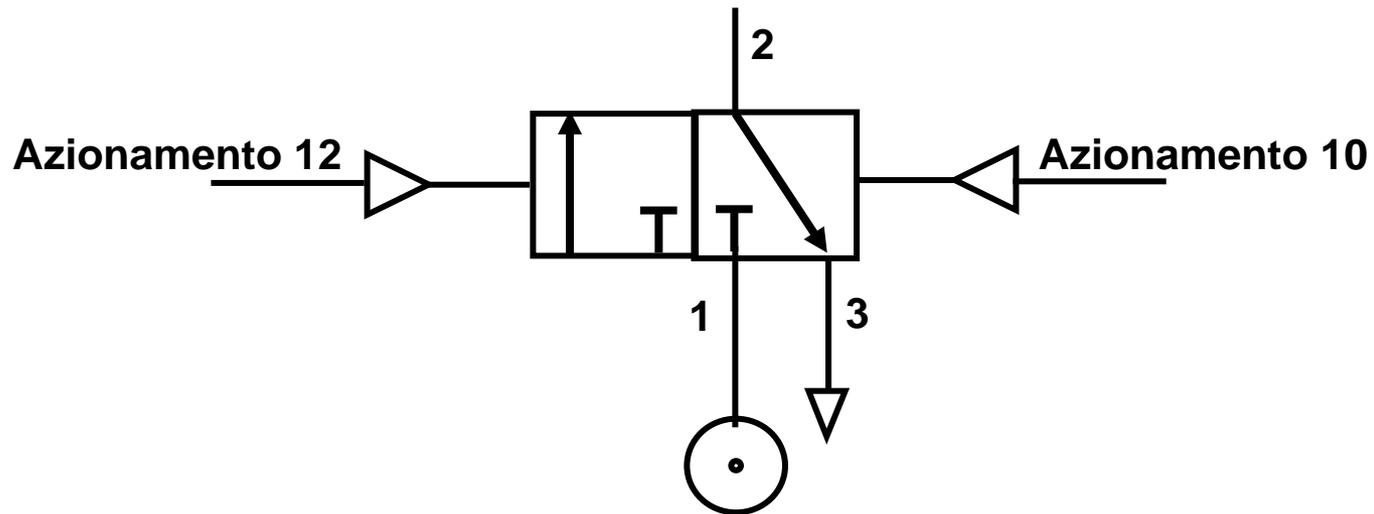
Le connessioni possono essere indicate con lettere o numeri:

P = Power = 1 Alimentazione  
R = Relief = S = T = 3 = 5 = Scarico  
A, B ... = 2, 4, ... Utilizzo



L'azionamento prende il numero delle condotte che mette in comunicazione per l'alimentazione: quindi la prima cifra sarà sempre 1 e la seconda rappresenta il numero della condotta che viene collegata alla 1. Quando la 1 non viene collegata ad alcuna condotta, perché magari c'è un tappo, allora la seconda cifra sarà 0

# Azionamenti per una valvola 3/2



# Valvole Asservite

L'azionamento delle valvole può essere diretto o servopilotato

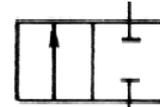
Nell'azionamento diretto, la forza esterna di comando deve essere in grado di commutare, da sola, la valvola.

Nell'azionamento servopilotato l'energia per commutare la valvola è fornita dall'aria compressa; l'azione esterna serve solo per avviare la commutazione.

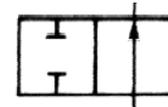
Le valvole servopilotate funzionano solo quando nel condotto di alimentazione la pressione supera un valore minimo (0,5 ÷ 1 bar).

# Valvole distributrici: simbologia

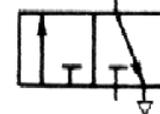
Valvola 2/2 normalmente chiusa (NC)



Valvola 2/2 normalmente aperta (NA)



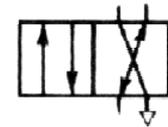
Valvola 3/2 normalmente chiusa (NC)



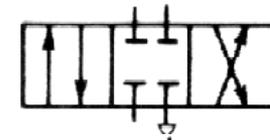
Valvola 3/2 normalmente aperta (NA)



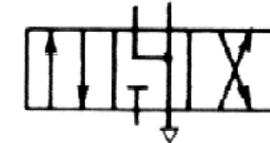
Valvola 4/2



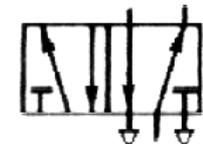
Valvola 4/3 con centro chiuso



Valvola 4/3 con centro in scarico



Valvola 5/2 con 2 scarichi separati



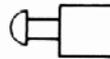
# Valvole distributrici: azionamenti

## AZIONAMENTO MUSCOLARE

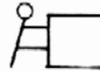
generico



a pulsante



a leva



a pedale



## AZIONAMENTO MECCANICO

a tasto



a leva a rullo

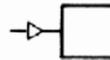


a leva a rullo unidirezionale



## AZIONAMENTO PNEUMATICO

segnale di pressione

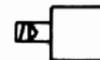


segnale di pressione tramite servopilota



## AZIONAMENTO MISTO

solenoidi e servopilota

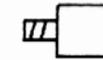


## AZIONAMENTO ELETTRICO

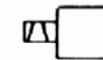
ad un solenoide



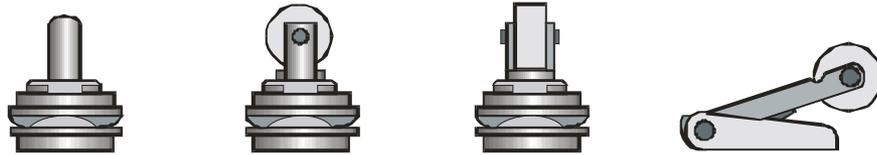
a due solenoidi concordi



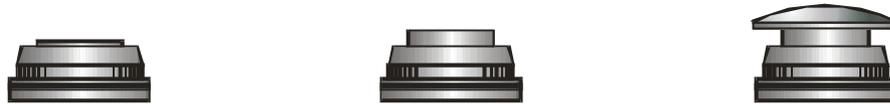
a due solenoidi contrapposti



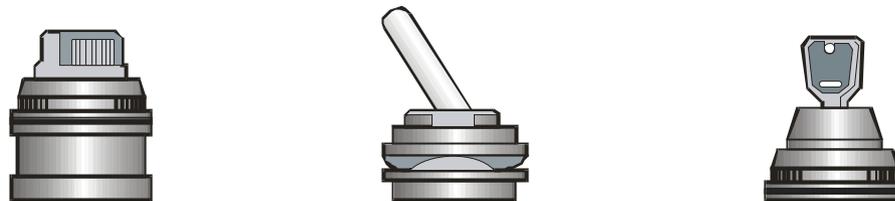
# I principali comandi meccanici



Ad azionamento meccanico

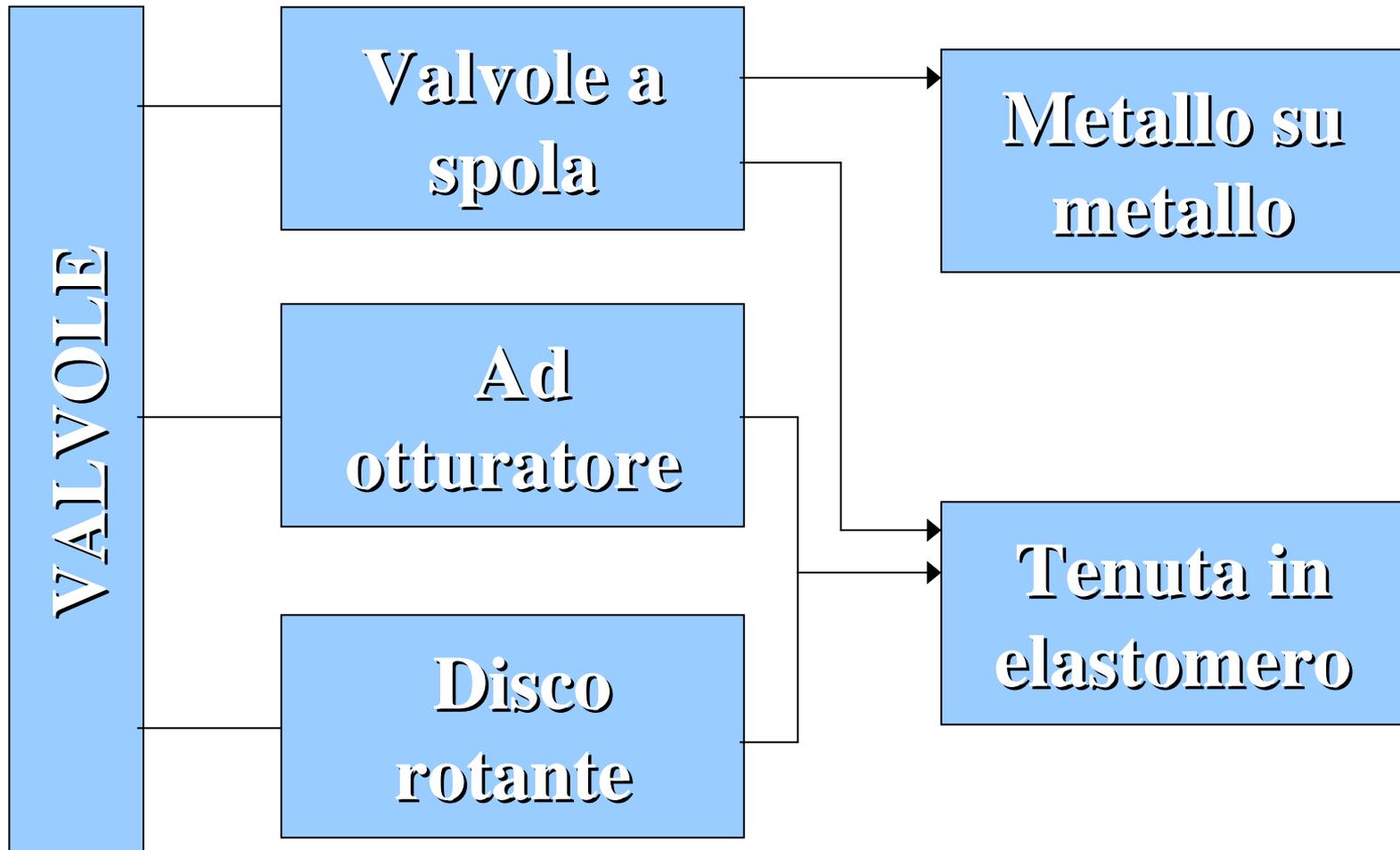


Ad azionamento manuale (pulsante)

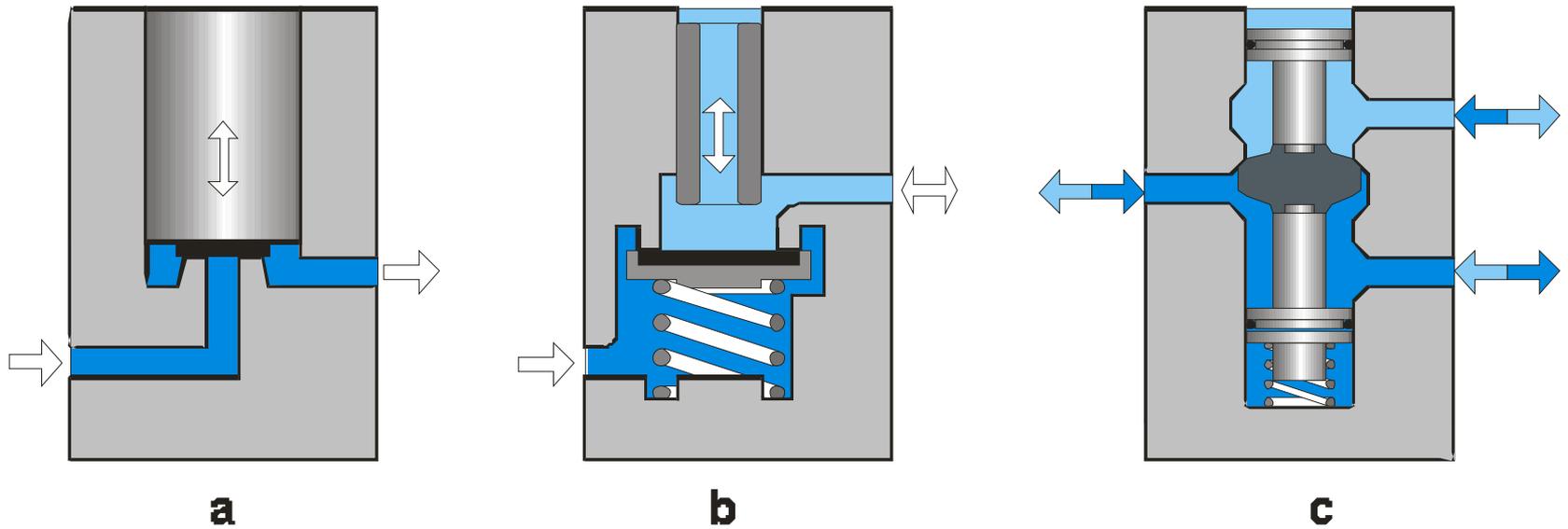


Ad azionamento manuale (2 posizioni)

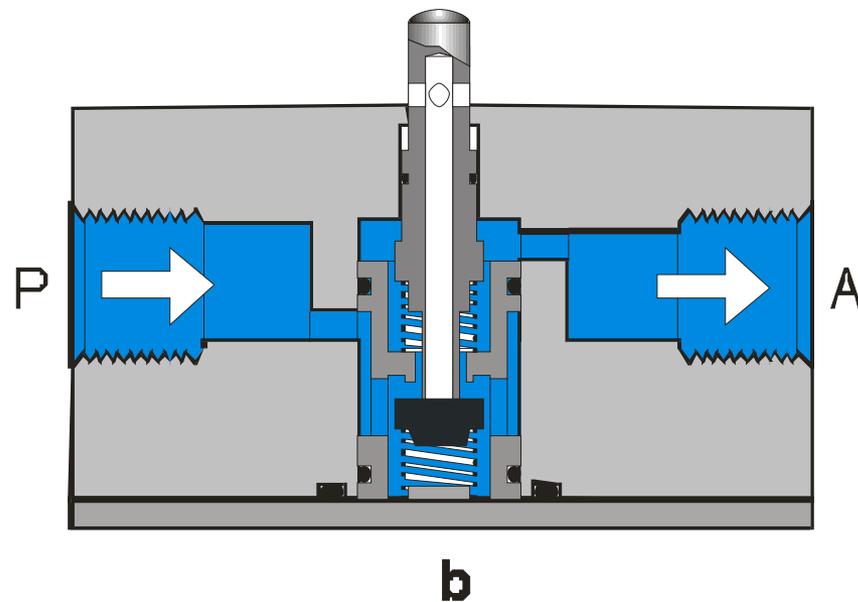
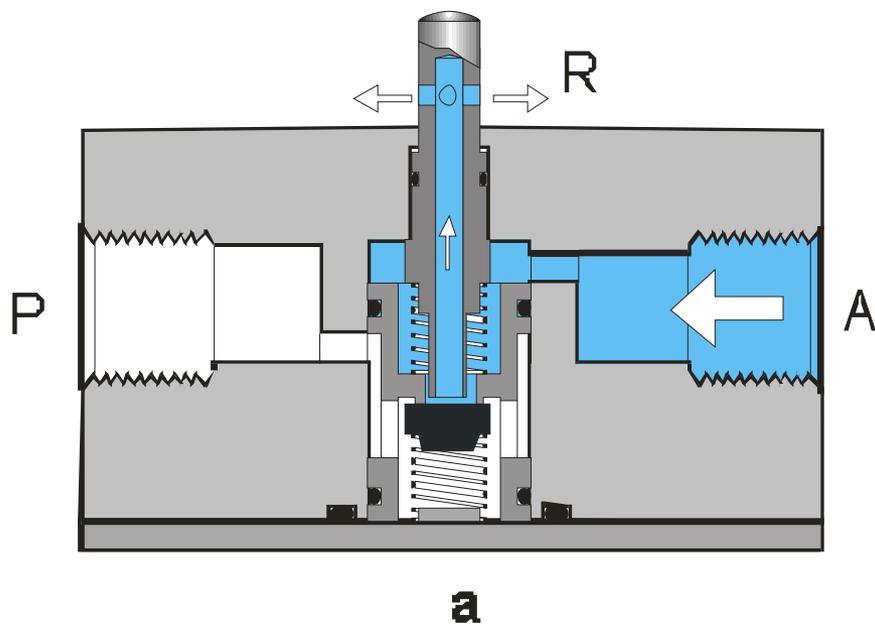
# Tipi di tenuta per valvole



# I tipi principali ad otturatore

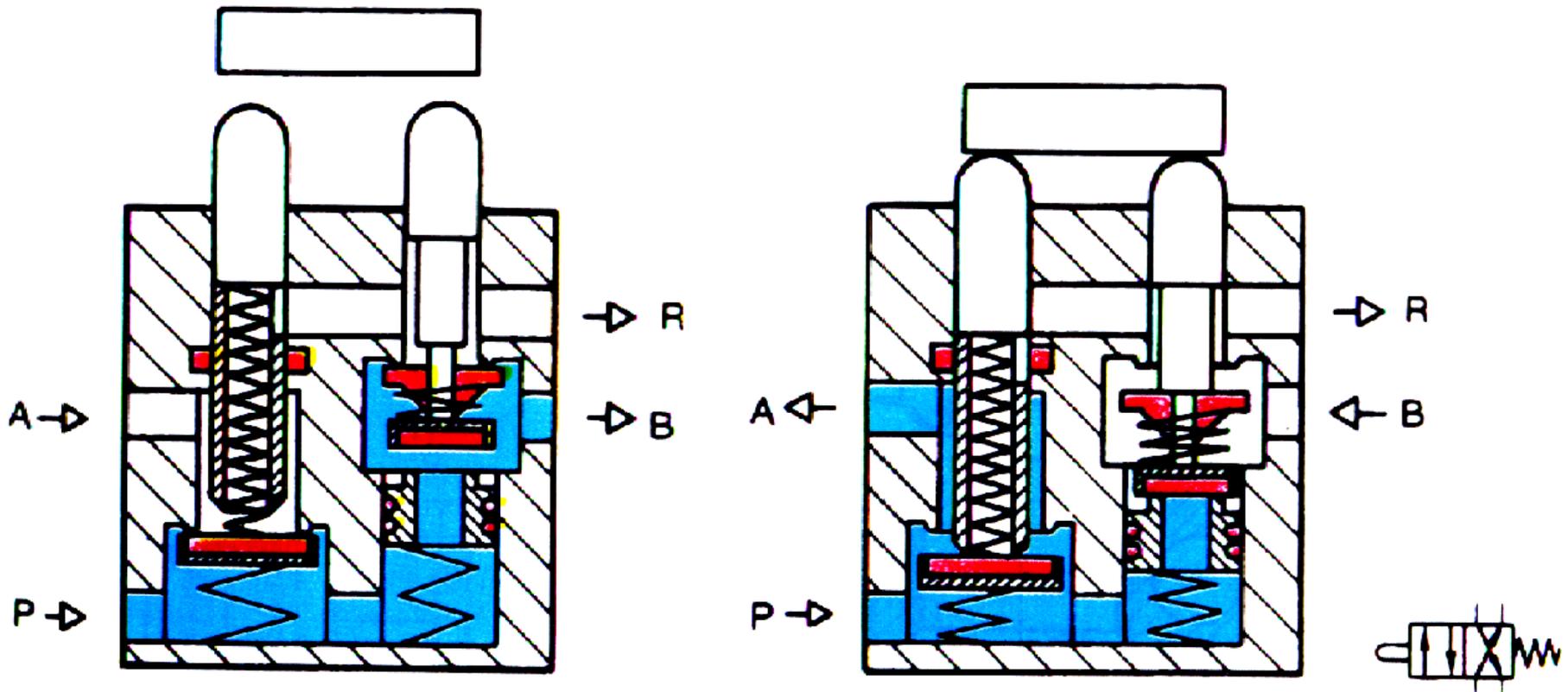


# Valvola a diaframma azionata meccanicamente



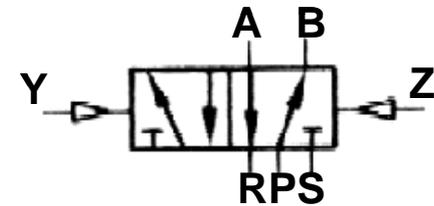
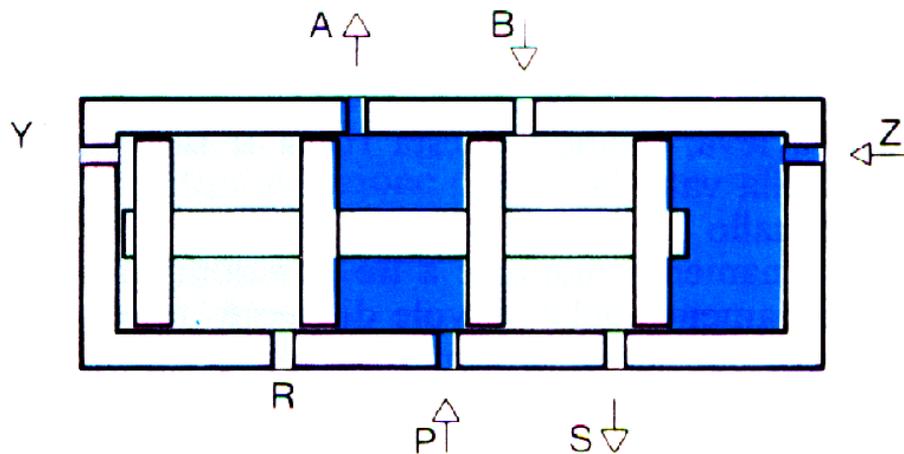
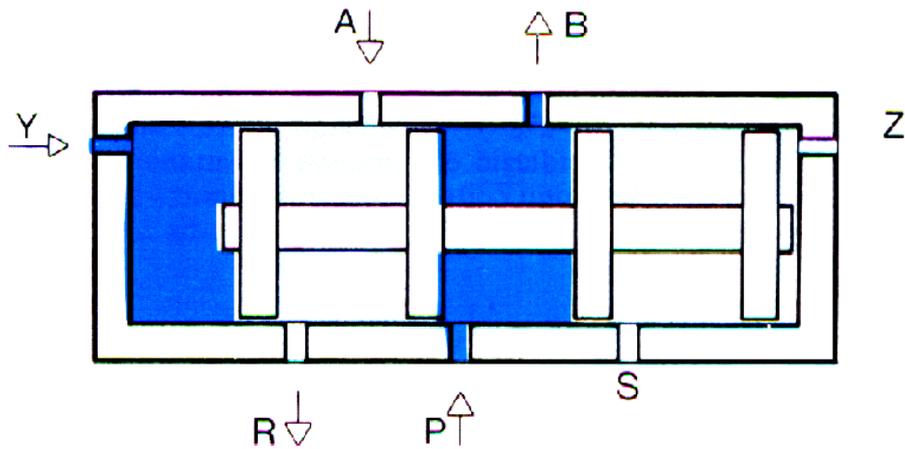
# Valvole ad otturatore

L'elemento mobile è un otturatore, a sfera o a piattello, che apre e chiude una sede, rispettivamente circolare o piana.



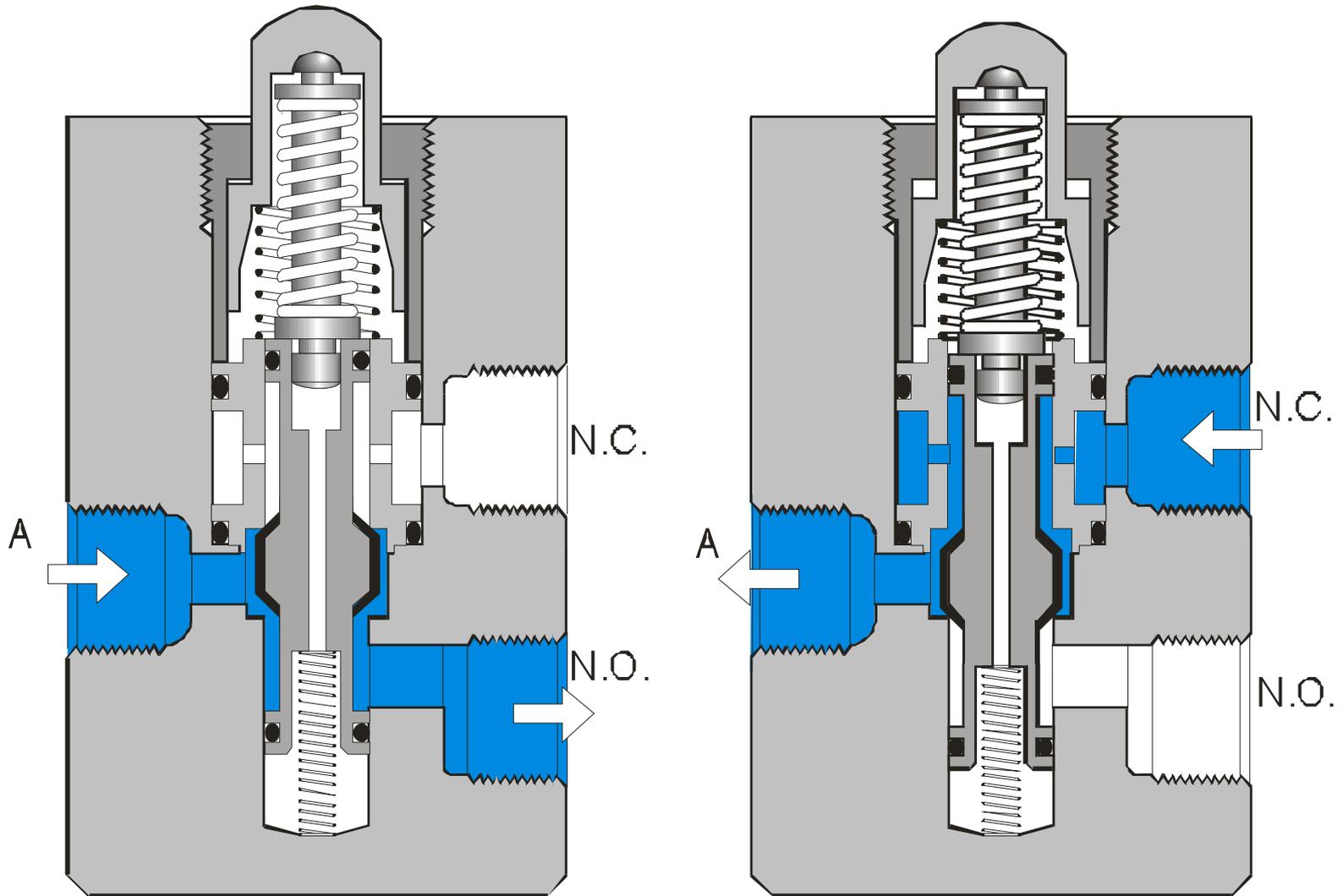
# Valvole a cassetto

L'elemento mobile è costituito da un albero scorrevole o rotante, che prende il nome di cassetto o spola.

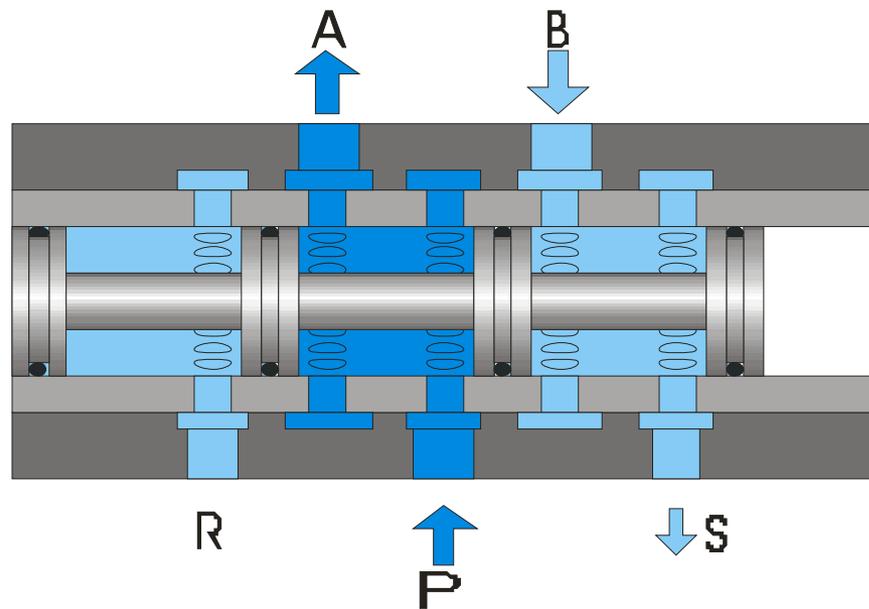
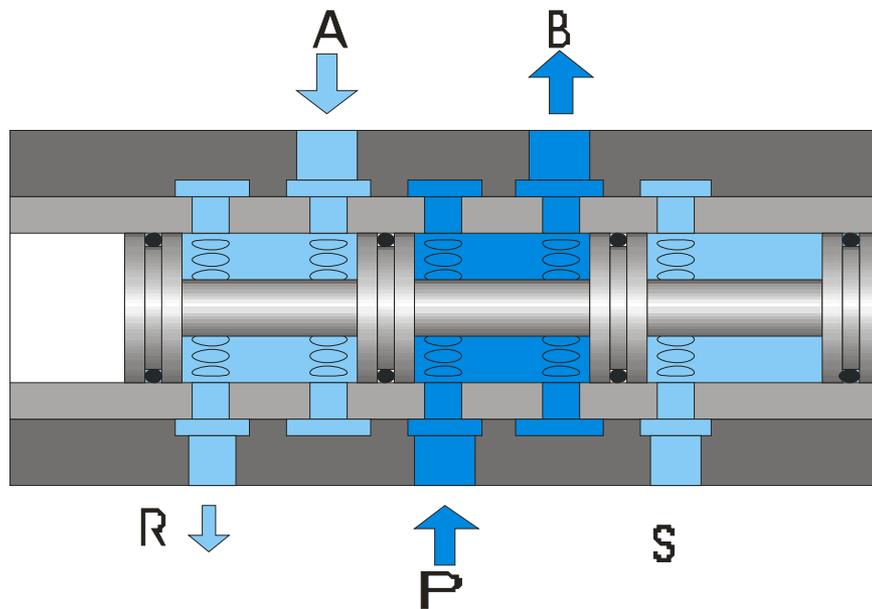


Valvola 5/2 bistabile a cassetto scorrevole ad azionamento pneumatico

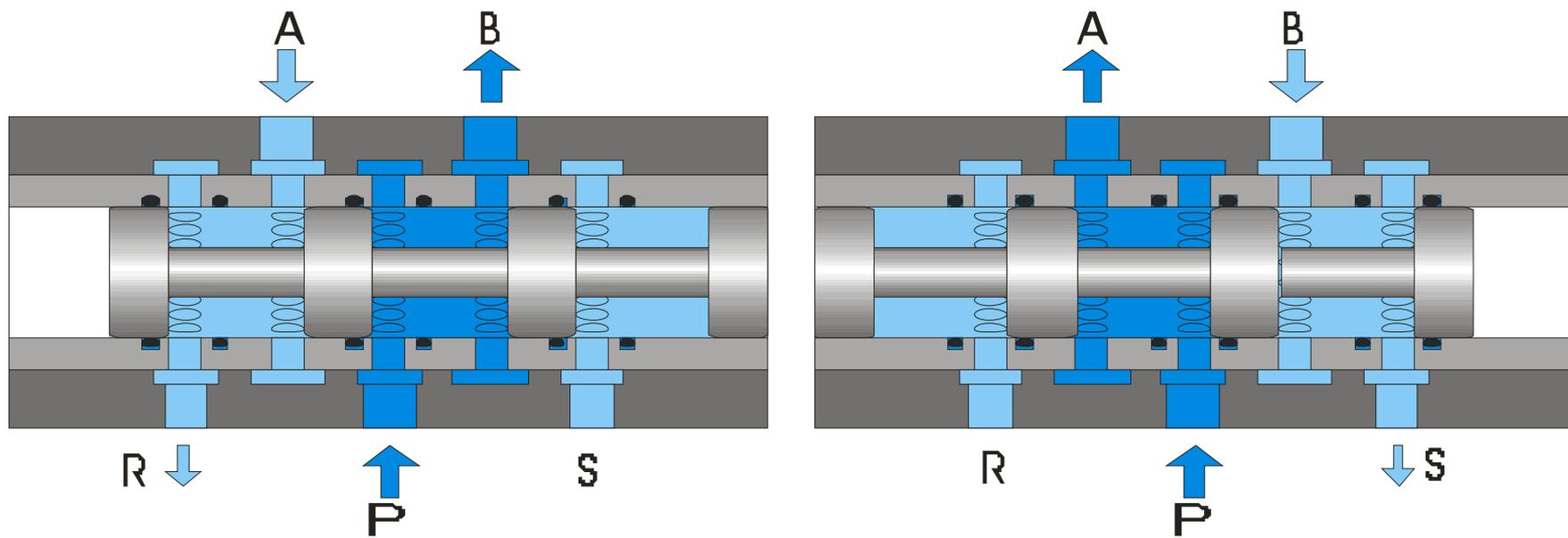
# Valvola 3/2 ad otturatore bilanciata



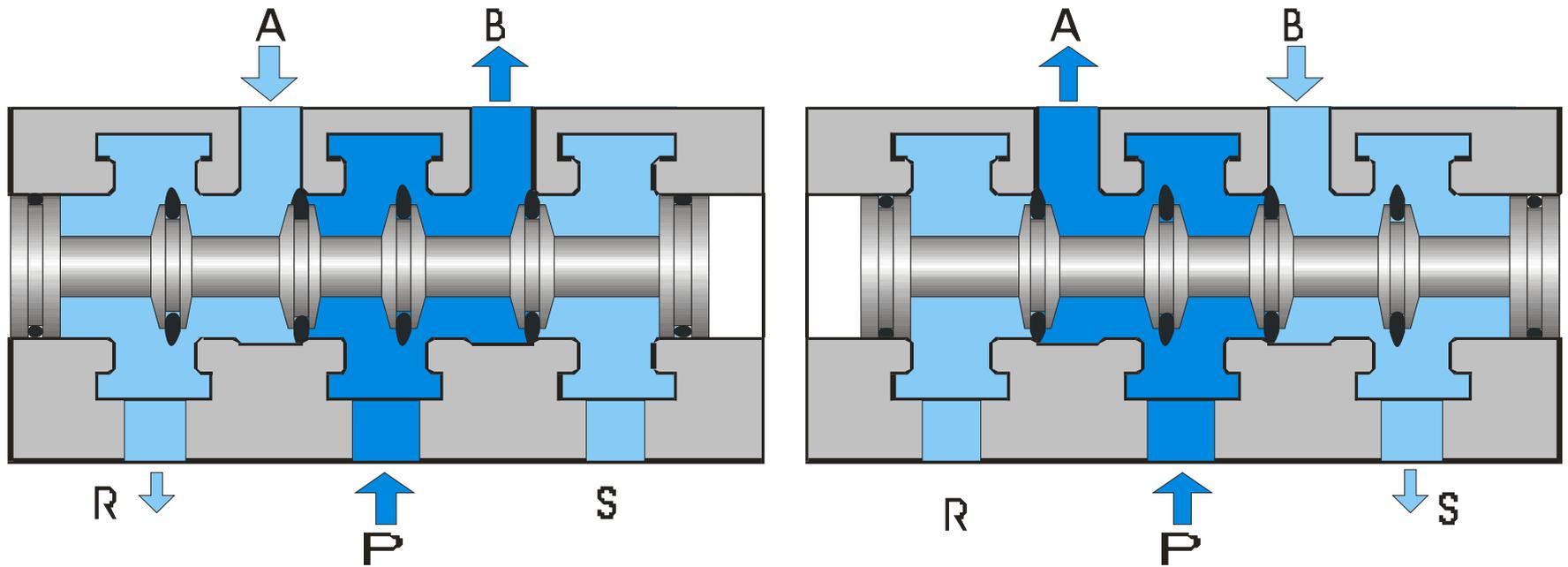
# Valvola 5/2 a spola ermetizzata tramite O-ring



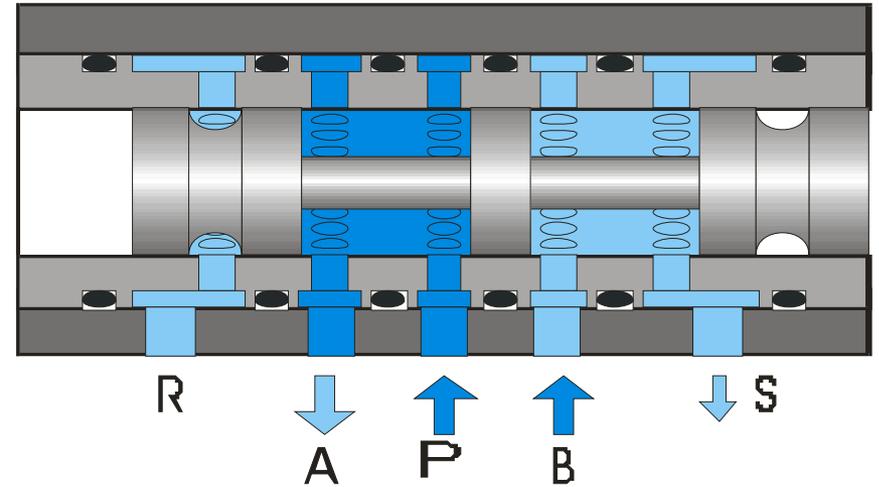
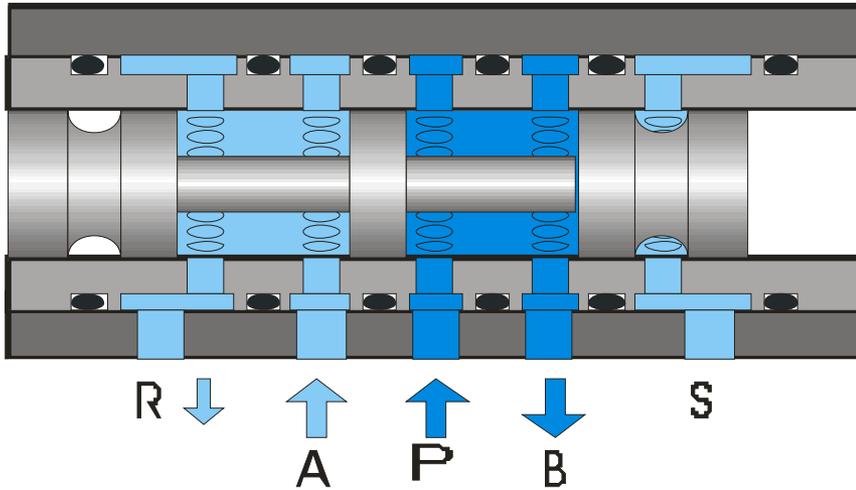
# Valvola 5/2 a spola con O-ring nel corpo valvola



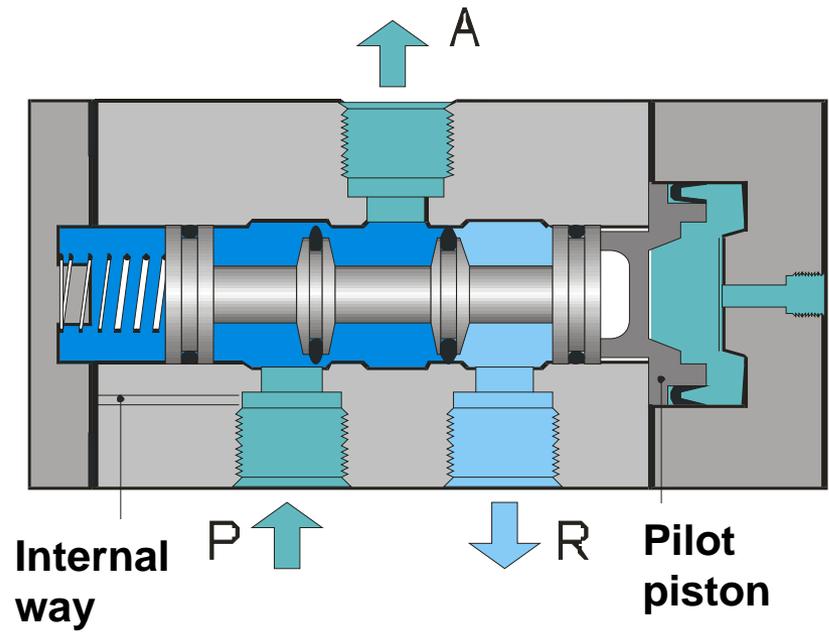
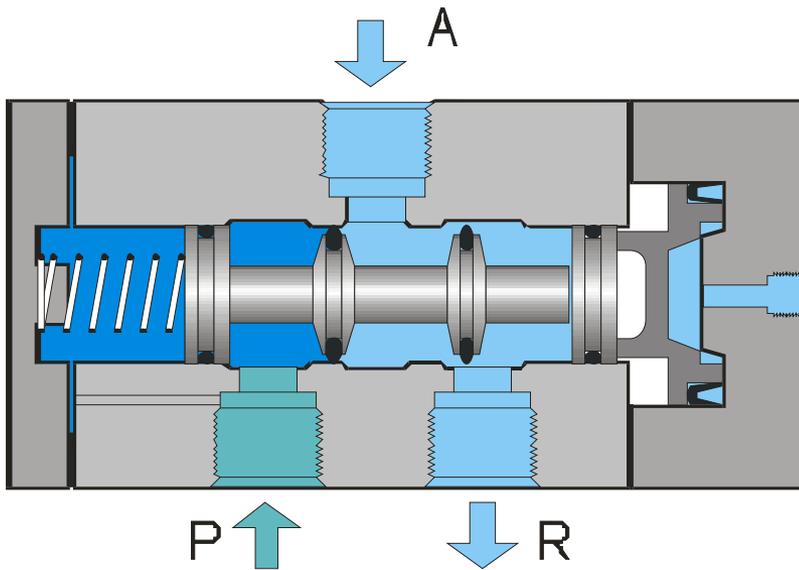
# Valvola 5/2 ad anelli ovali



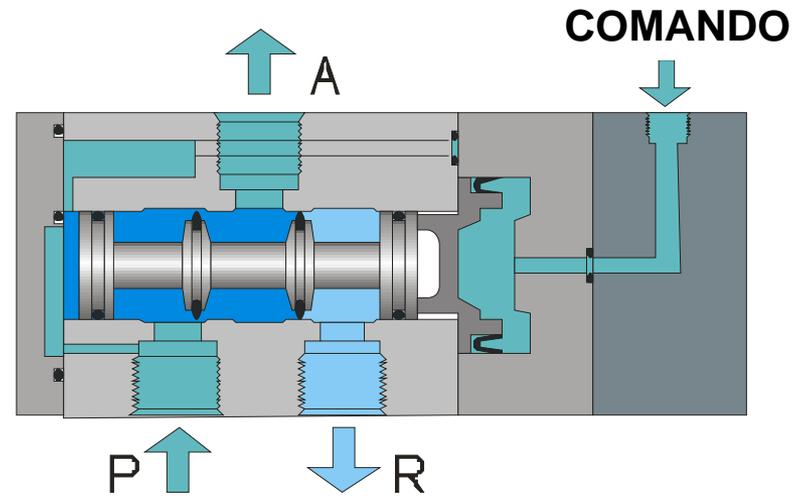
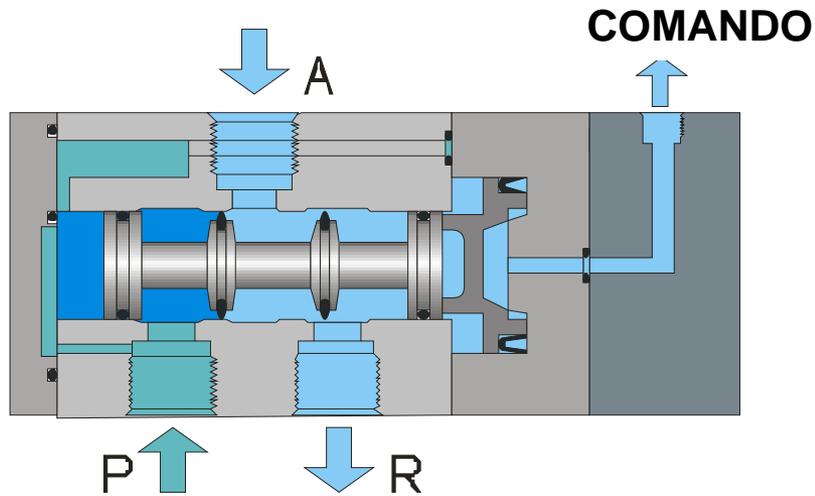
# Valvola 5/2 a spola e manicotto senza tenute



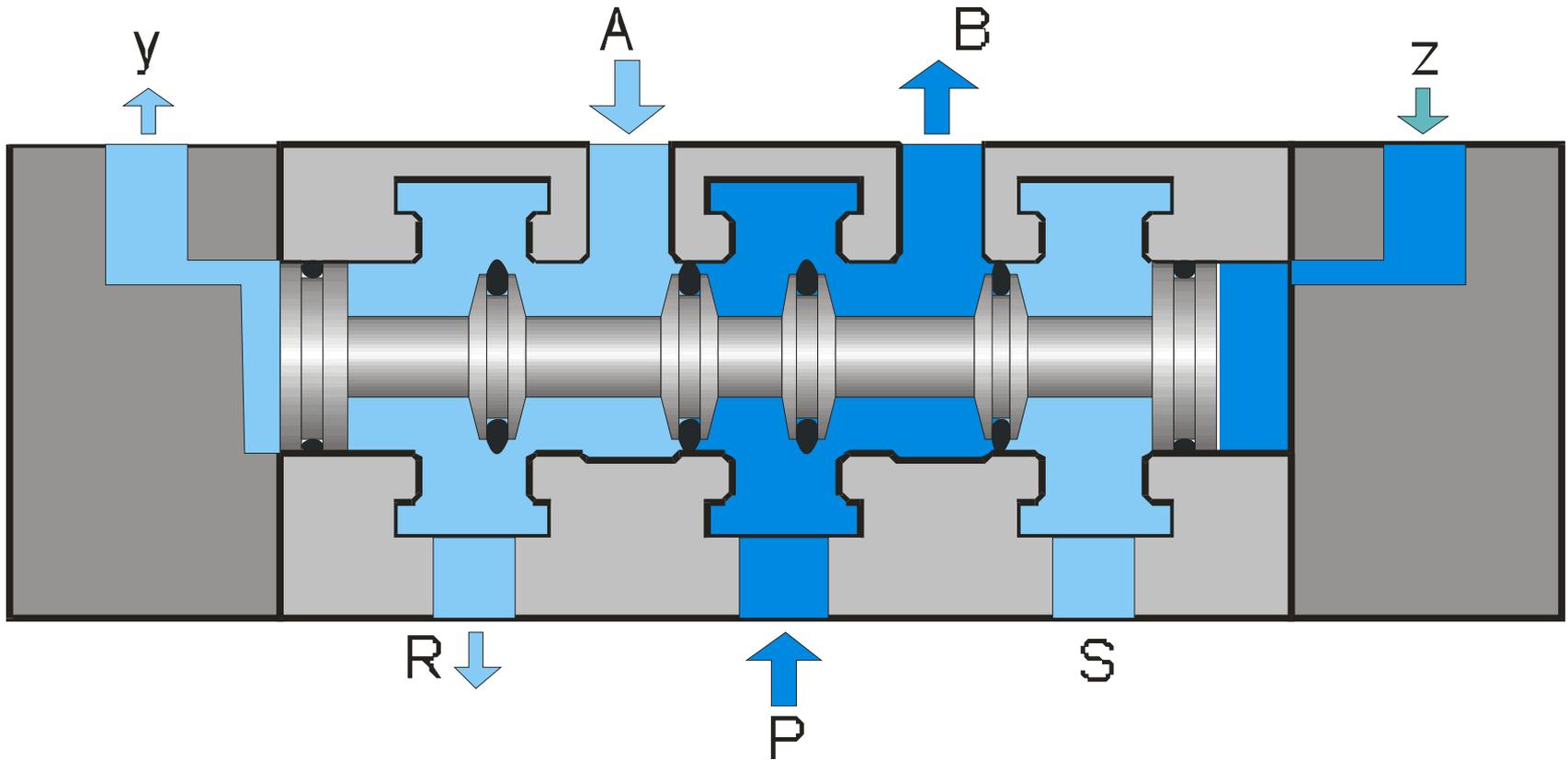
# Valvola 3/2 comandata ad aria e ritorno a molla e aria



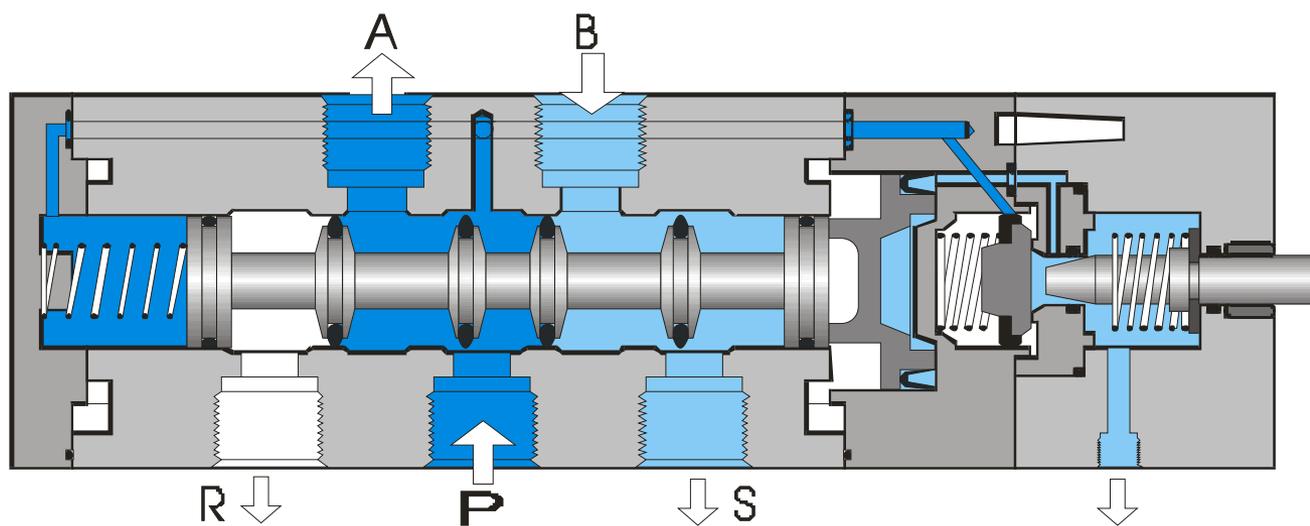
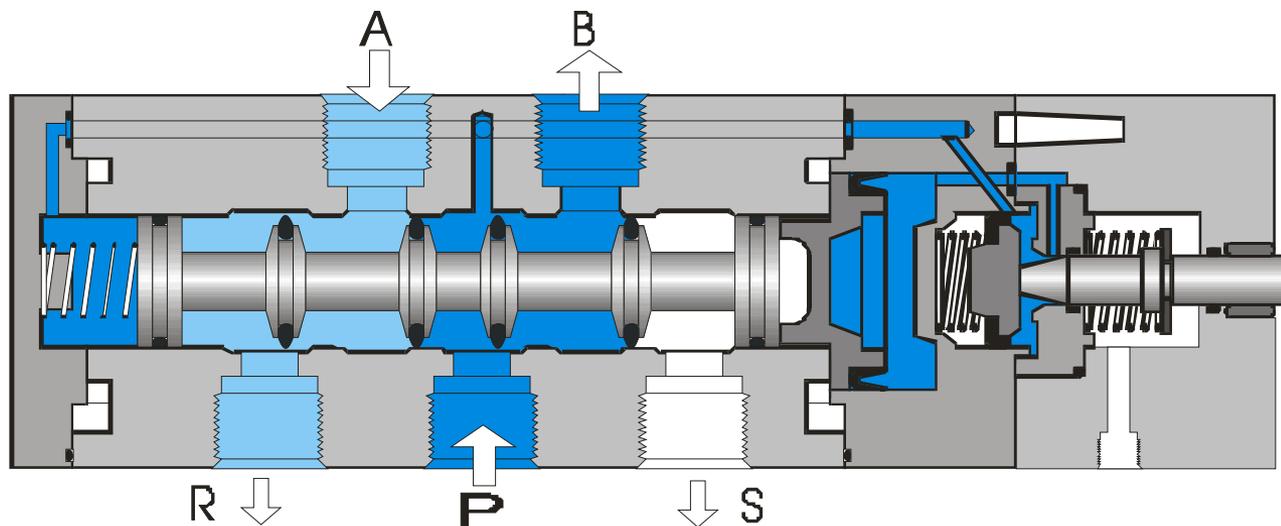
# Valvola 3/2 comandata ad aria e ritorno ad aria



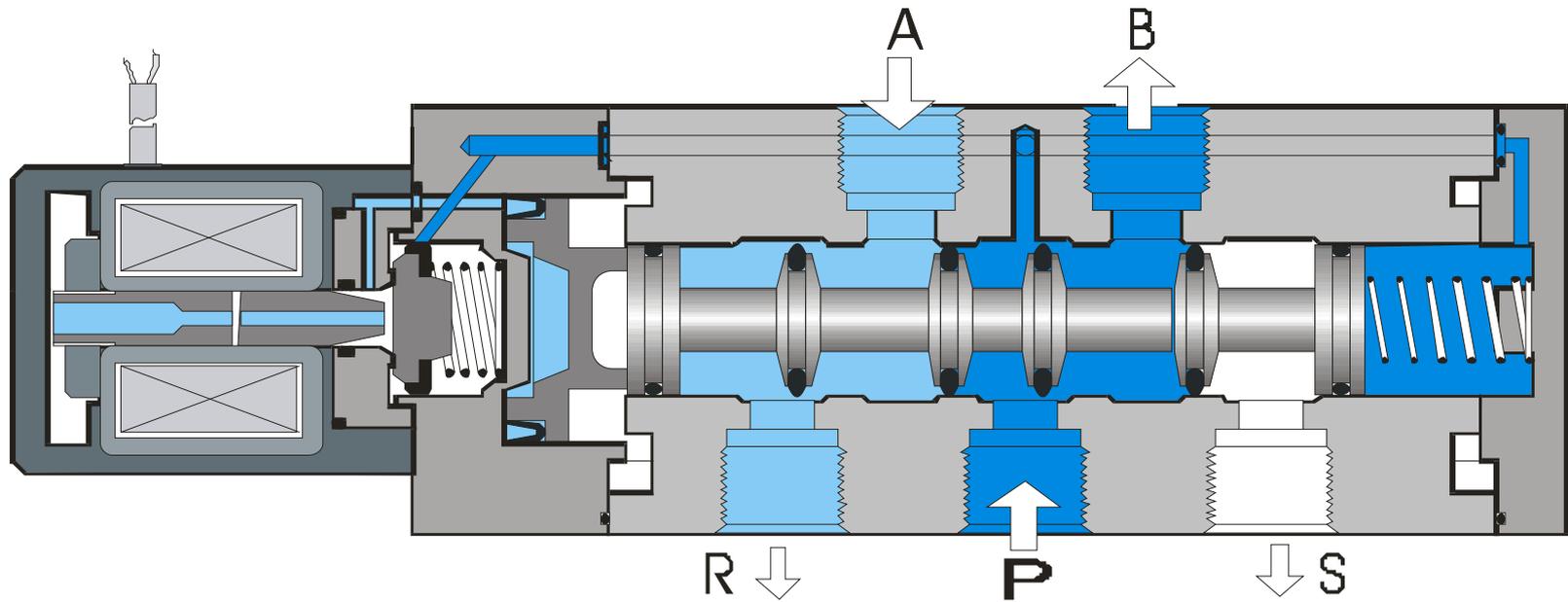
# Valvola bistabile 5/2 comando a doppio pilota



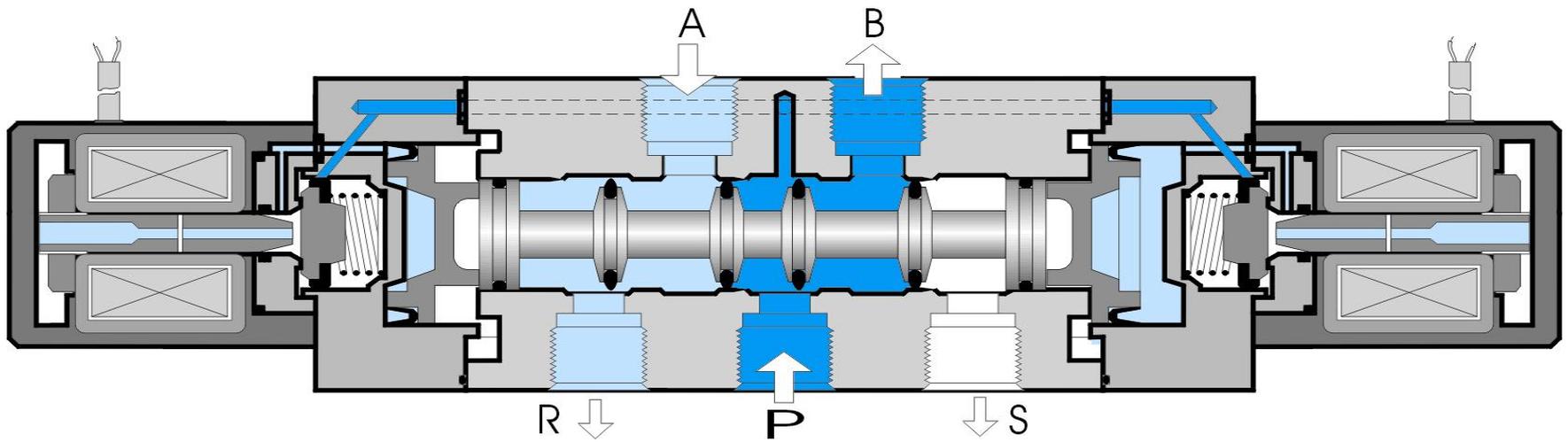
# Valvola 5/2 a comando meccanico indiretto



# Valvola 5/2 monostabile con solenoide



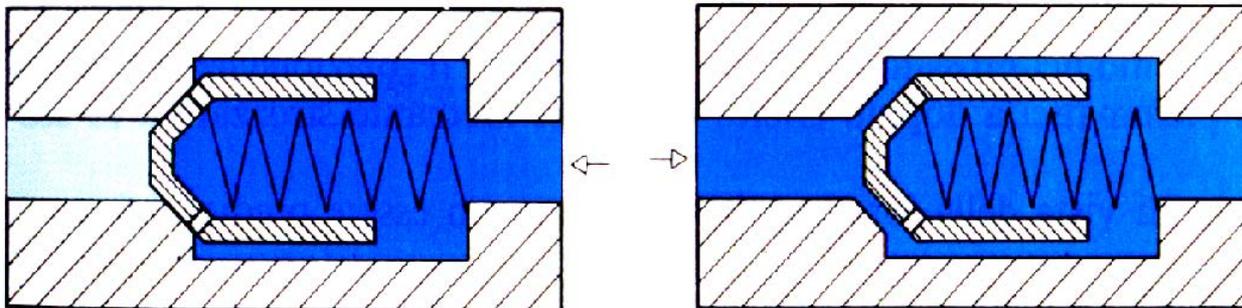
# Valvola 5/2 bistabile a 2 solenoidi



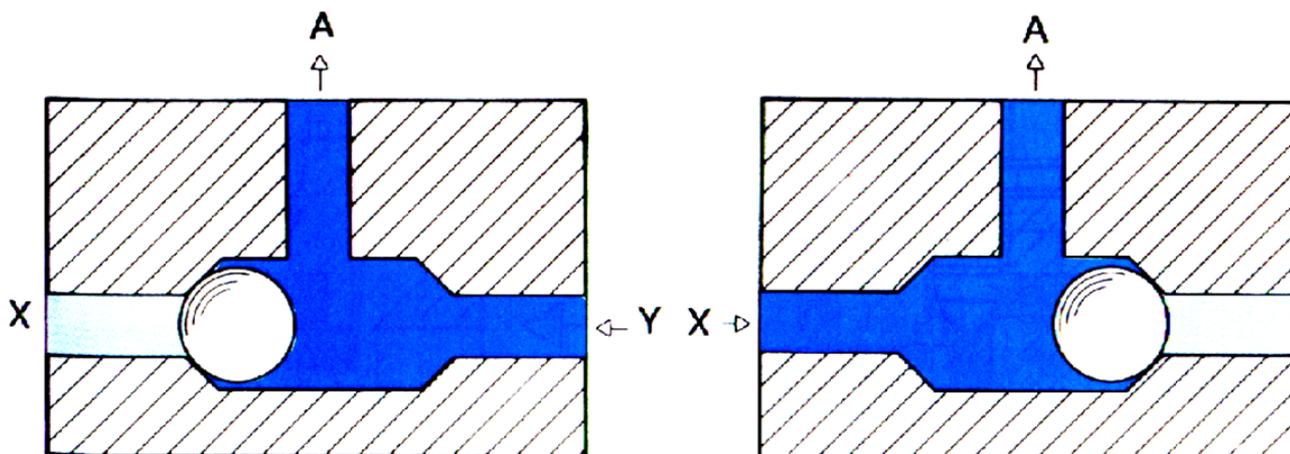
# **Valvole di controllo portata**

regolatori di portata

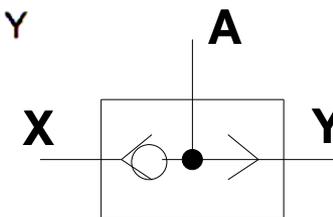
# Valvole di controllo portata: unidirezionali e selettive



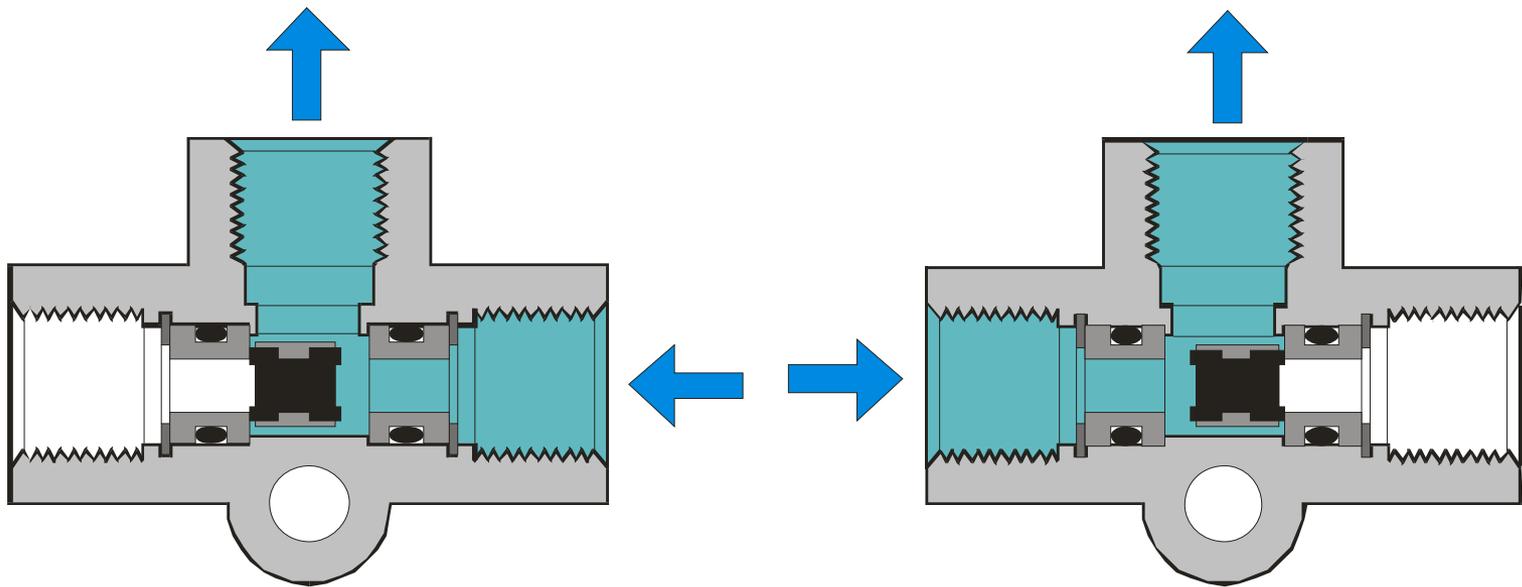
Valvola  
unidirezionale



Valvola  
selettiva

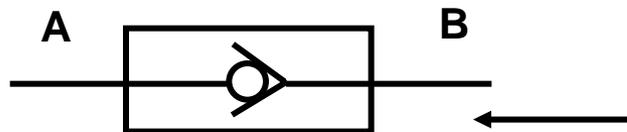
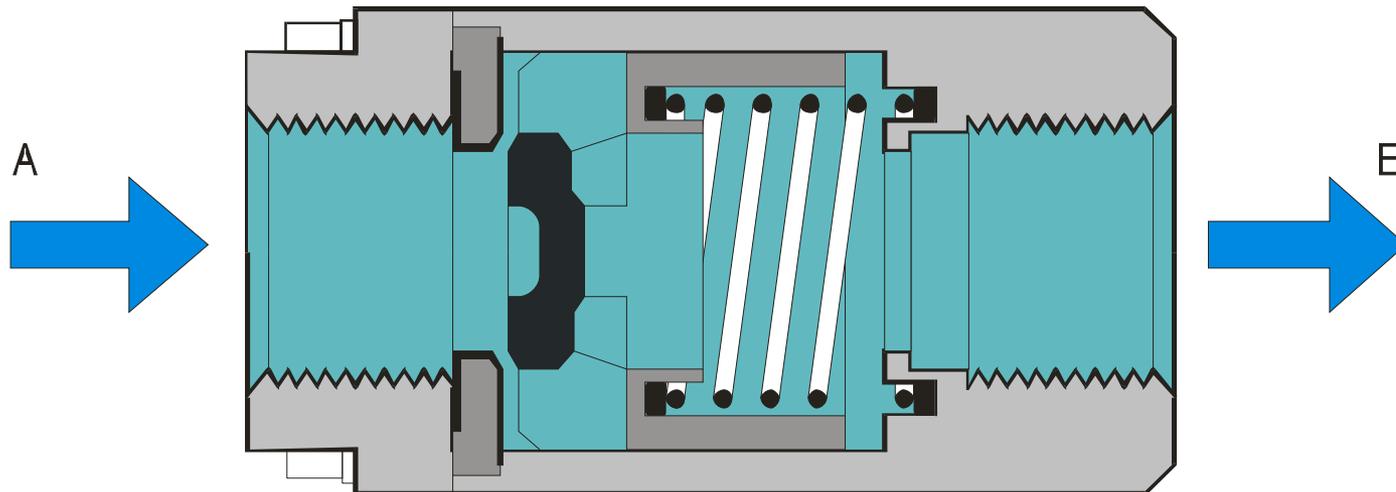


# Valvola selettiva



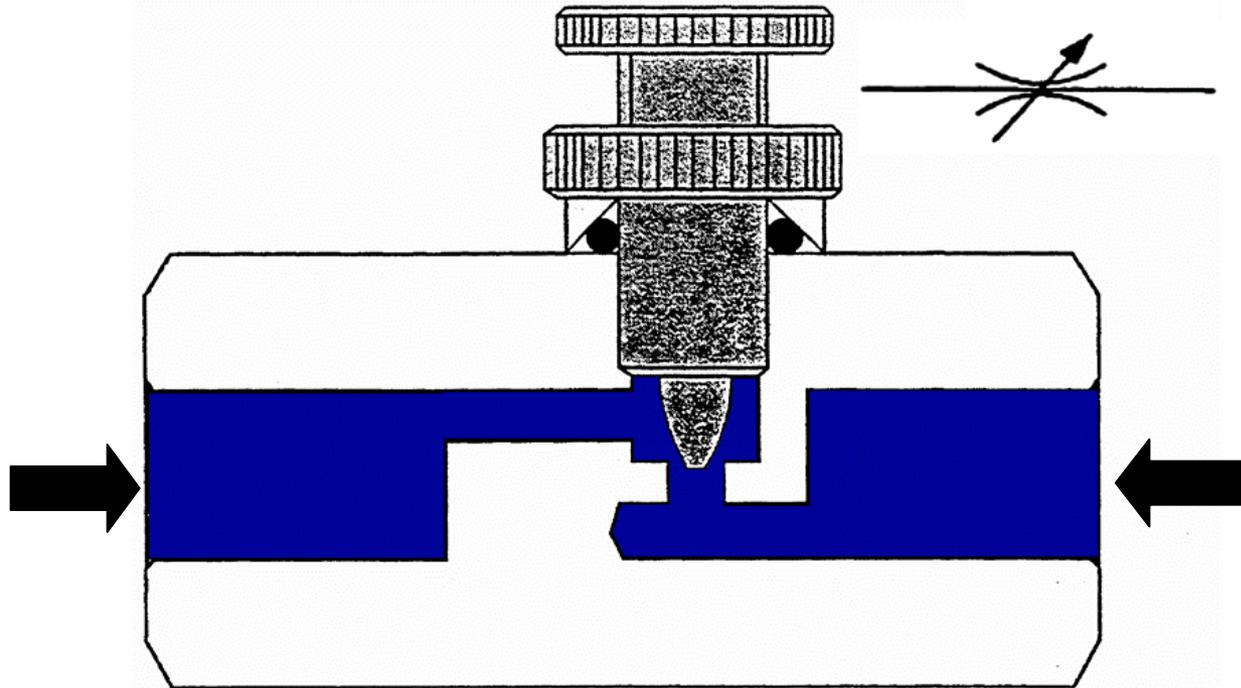
# Valvola di non ritorno

VALVOLA UNIDIREZIONALE



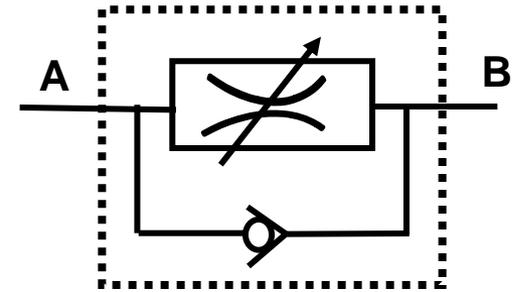
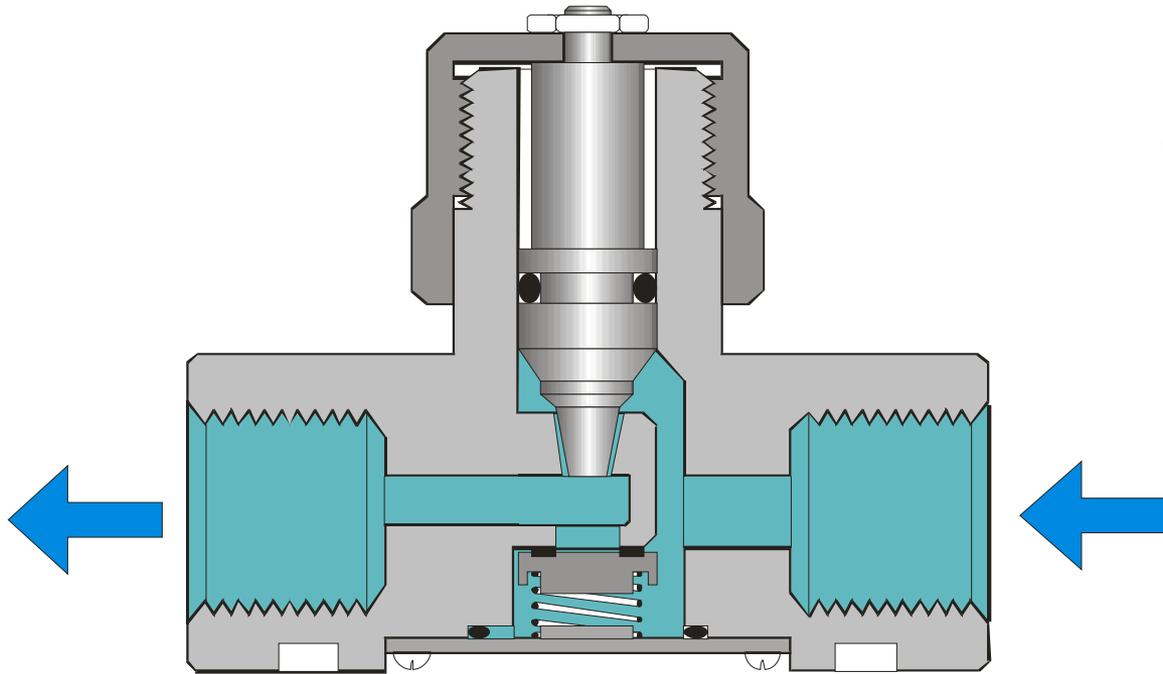
# Riduttore di flusso bidirezionale

## Strozzatore bidirezionale

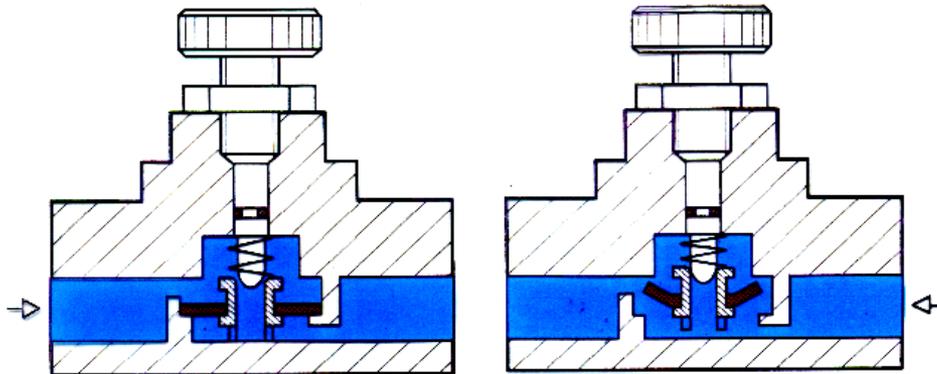


**RIDUTTORE DI PORTATA REGOLABILE: SI PUÒ REGOLARE LA PORTATA IN AMBO I SENSI (e quindi anche la velocità, ma a scatti)**

# Regolatore di velocità

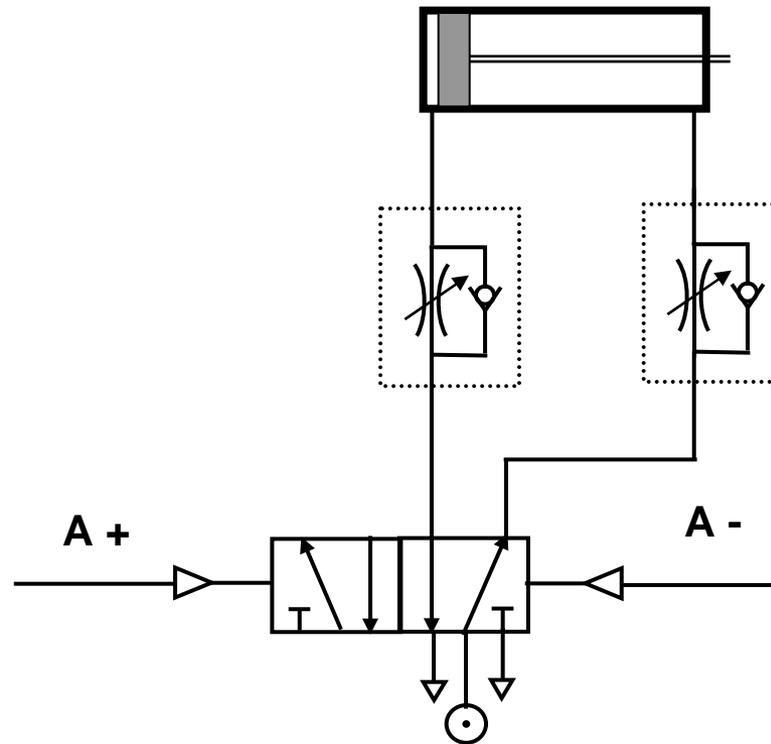


Valvola unidirezionale con regolatore di portata con cui si può ridurre la velocità del pistone



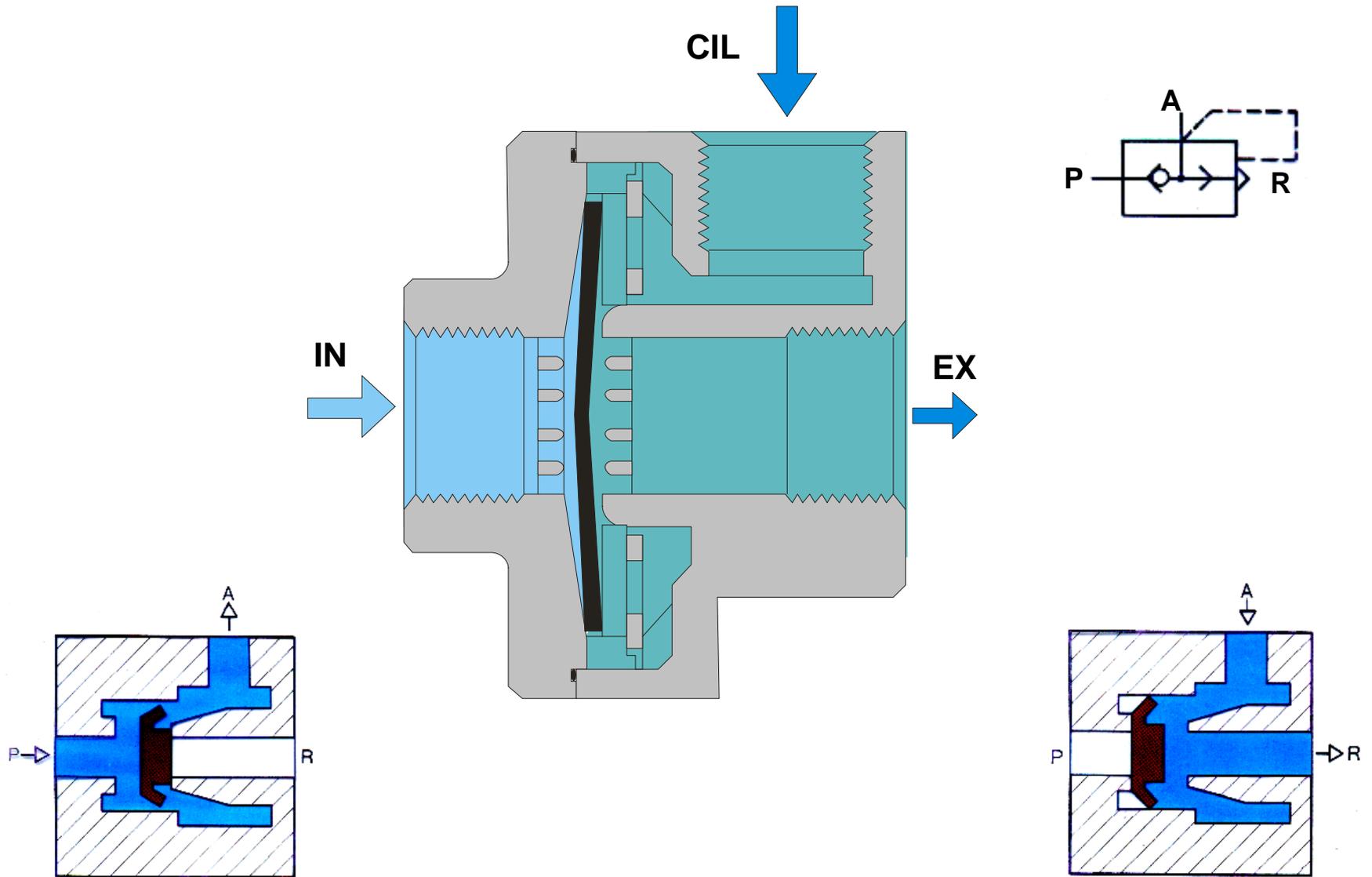
Regolatore di flusso unidirezionale

# Esempio di Valvola unidirezionale con strozzatura di portata

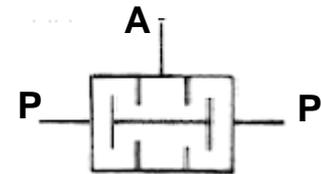
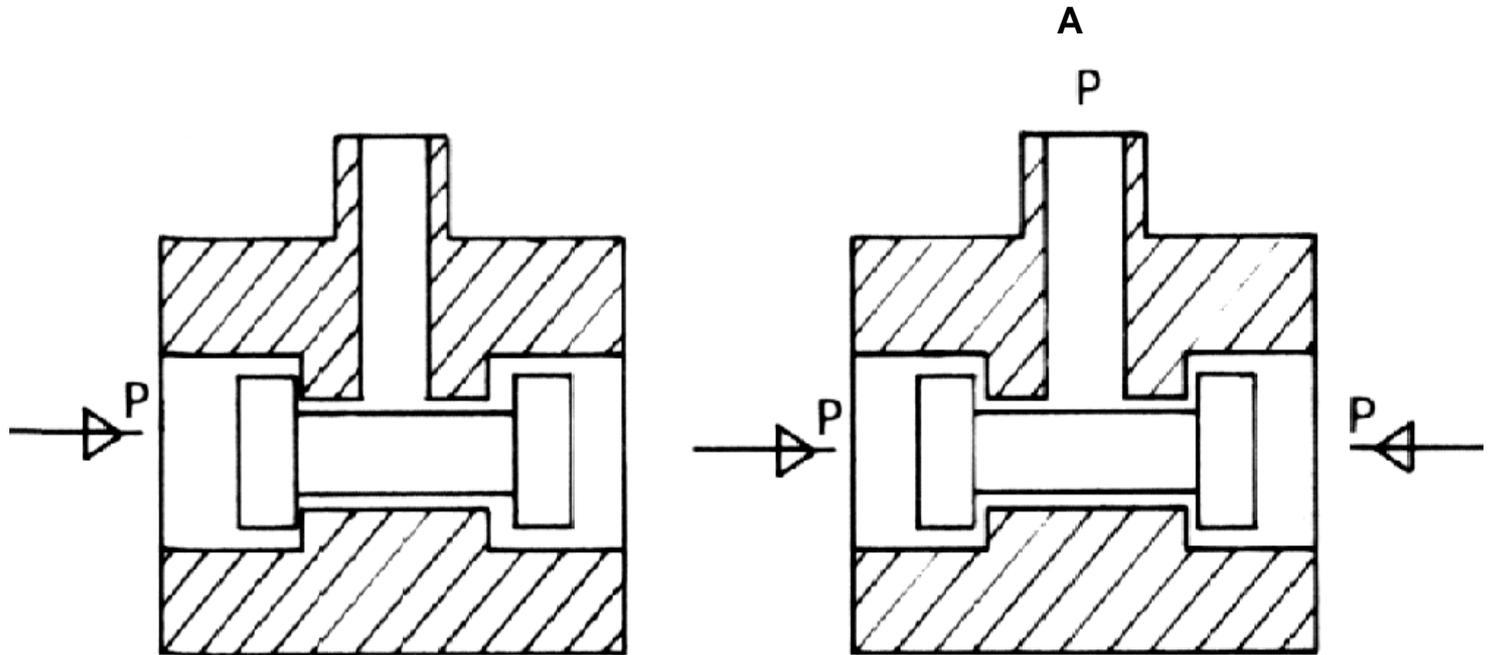


La valvola unidirezionale fa passare l'aria solo nel senso di alimentazione del cilindro, mentre in senso contrario cioè nel senso di scarico il riduttore di portata rallenta la fuoruscita dell'aria e quindi la corsa del pistone

# Valvola a scarico rapido

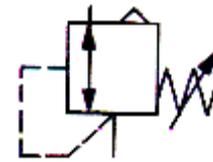
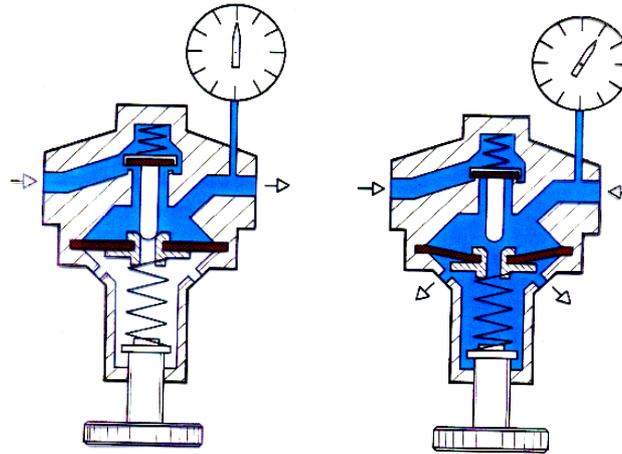


# Valvole a due pressioni

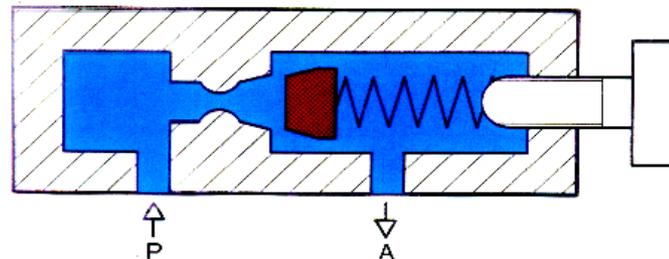
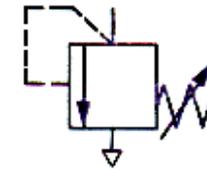
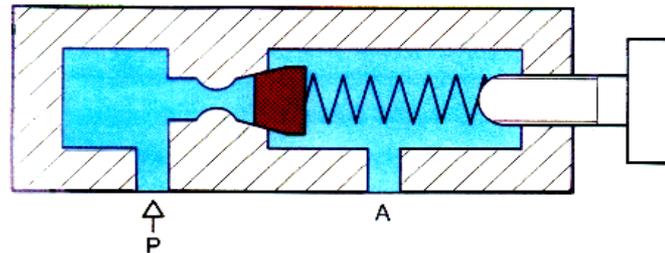


# Valvole di controllo della pressione

Sono elementi in grado di regolare e mantenere costante la pressione dell'aria.



Valvola di regolazione della pressione



Valvola di limitazione della pressione

# Moltiplicatori di pressione

In alcune applicazioni può verificarsi a volte che la spinta generata da un cilindro pneumatico sia insufficiente a compere la funzione che gli era state affidata. Per ovviare al problema è necessario, dove possibile, aumentare la pressione di esercizio (che normalmente però in un impianto non supera i 6÷7bar) oppure compatibilmente con la struttura della macchina impiegare un cilindro di alesaggio superiore. Per far fronte a problematiche di questo tipo sono stati progettati moltiplicatori di pressione con rapporto di compressione per le varie esigenze. Questo componente utilizza come fluido motore la stessa aria compressa dell'impianto nel quale viene impiegato.

# Principio di funzionamento dei moltiplicatori di pressione

Il principio di funzionamento si basa sull'effetto pompa di un cilindro a quattro camere dove alternativamente due camere comprimono l'aria presente nelle camere di moltiplicazione.

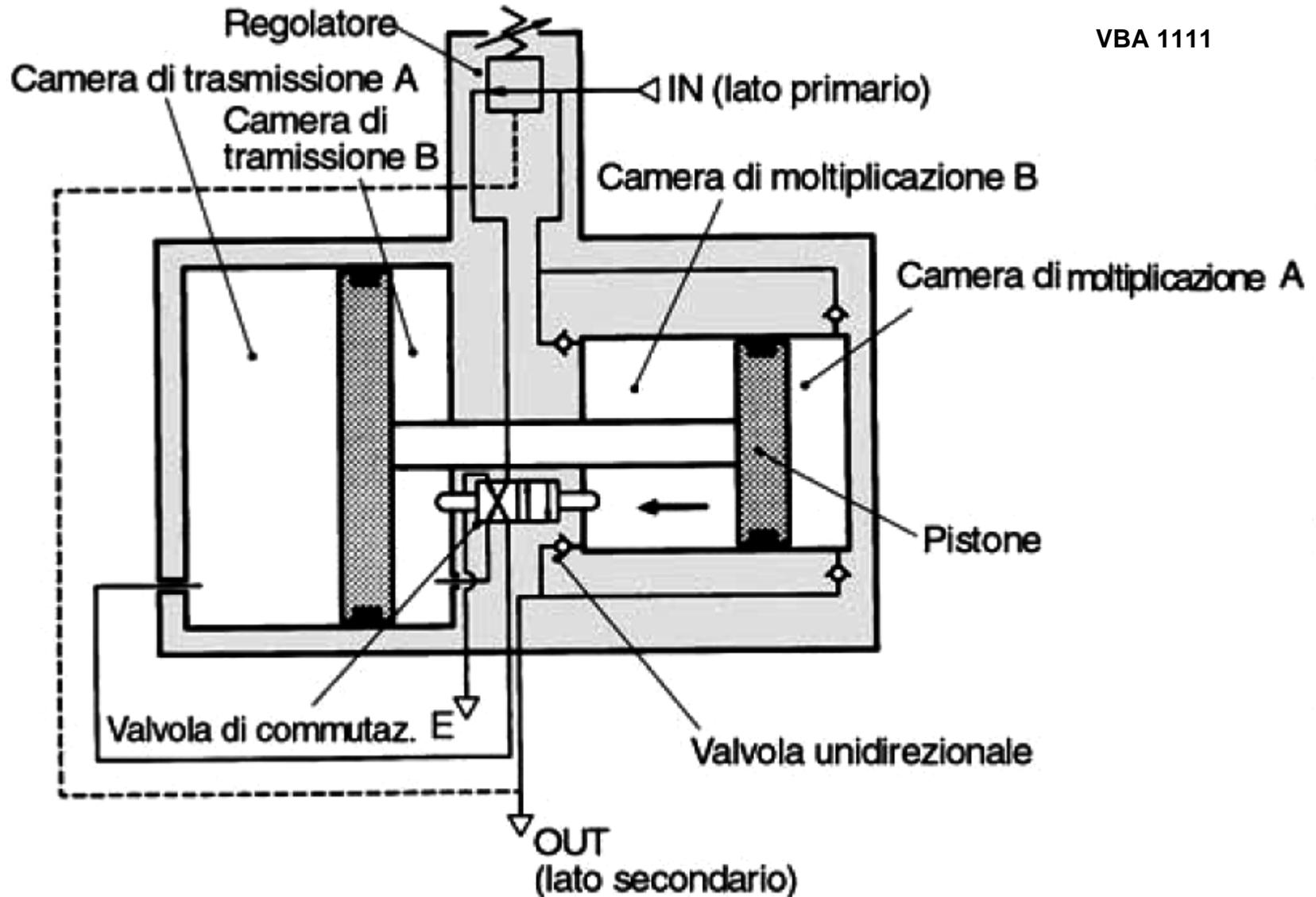
Mediante un'opportuno circuito interno il moltiplicatore di pressione pompa continuamente aria fino al raggiungimento nel circuito a valle di un valore di pressione pari a 2 o 4 volte maggiore rispetto alla pressione in ingresso, dopo di che si crea una condizione di equilibrio.

Quando la pressione a valle scende il moltiplicatore riprende il suo moto alternato finché non ricrea di nuovo l'equilibrio.



# Moltiplicatore di pressione

VBA 1111



# Funzionamento

L'aria in entrata passa attraverso la valvola unidirezionale e pressurizza le camere di sovralimentazione A e B.

Nel frattempo la camera di azionamento B viene alimentata con aria attraverso il regolatore e la valvola di commutazione.

L'aria della camera B e della camera di sovralimentazione A vengono condotte sul pistone che aumenta l'aria nella camera B.

Mentre il pistone è in movimento, l'aria moltiplicata passa attraverso la valvola unidirezionale ed è spinta sul lato OUT.

Quando il pistone termina il movimento, esso agisce sulla valvola di commutazione che pone la camera B nella condizione di scarico e la camera A nella condizione di alimentazione.

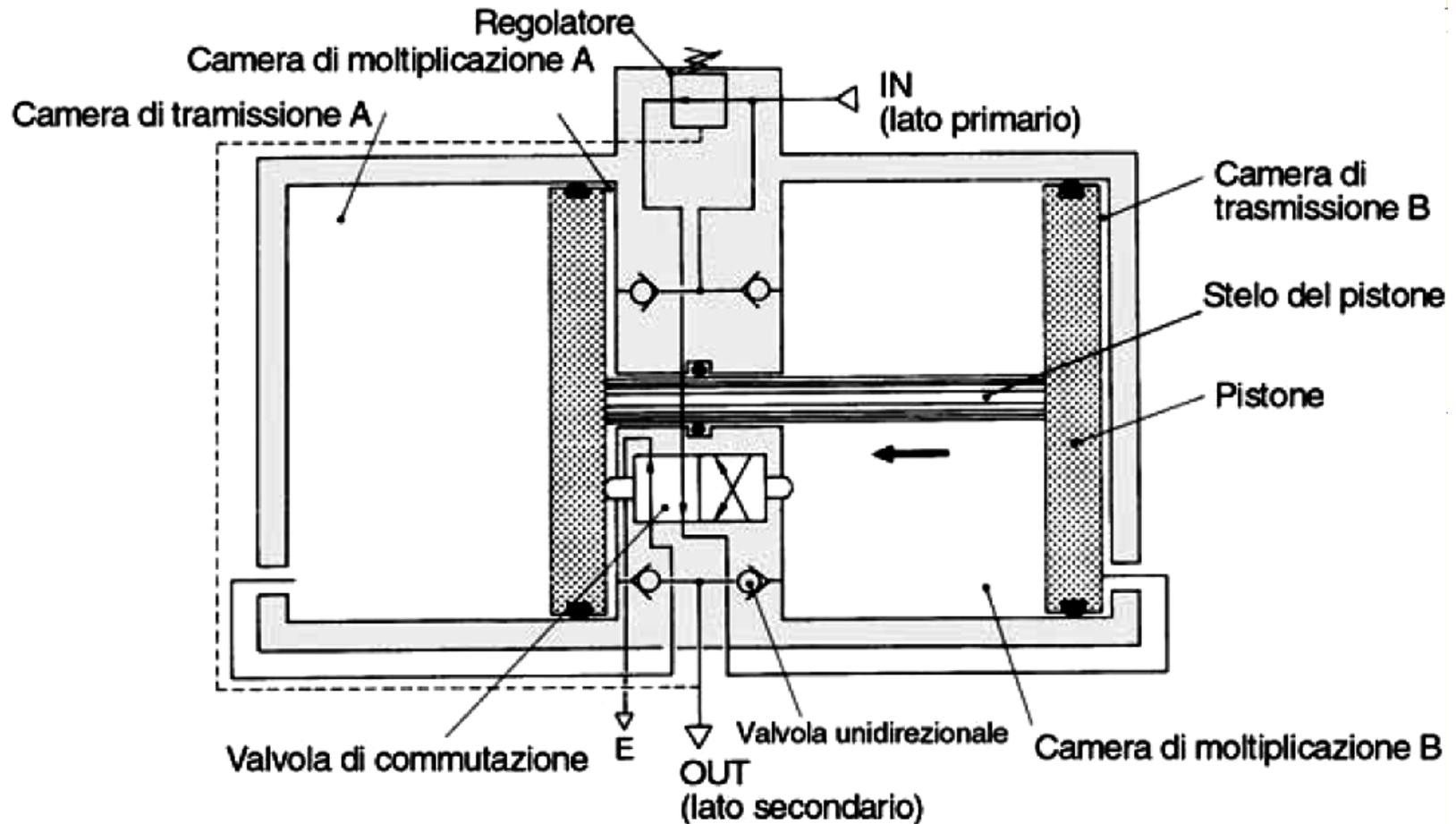
Quando il pistone riprende il suo movimento, la pressione delle camere A e B spinge l'aria nella camera A di moltiplicazione della pressione e, poi, sul lato OUT.

Questo procedimento viene effettuato più volte per alimentare aria fortemente pressurizzata dal lato IN al lato OUT.

Il regolatore definisce la pressione secondaria.

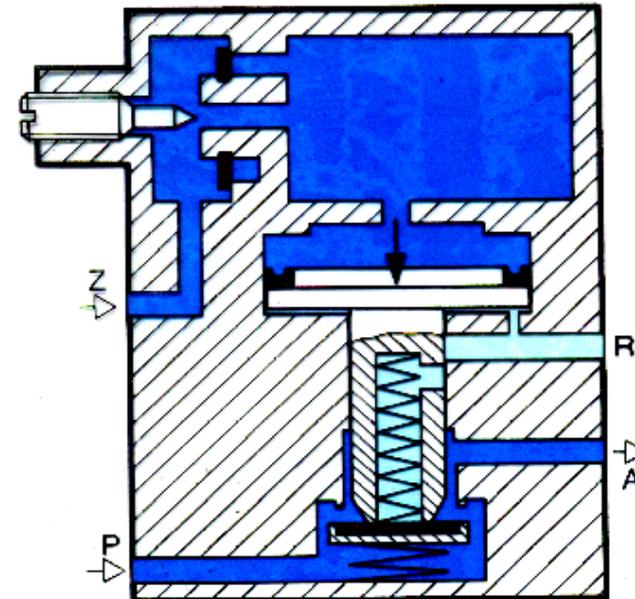
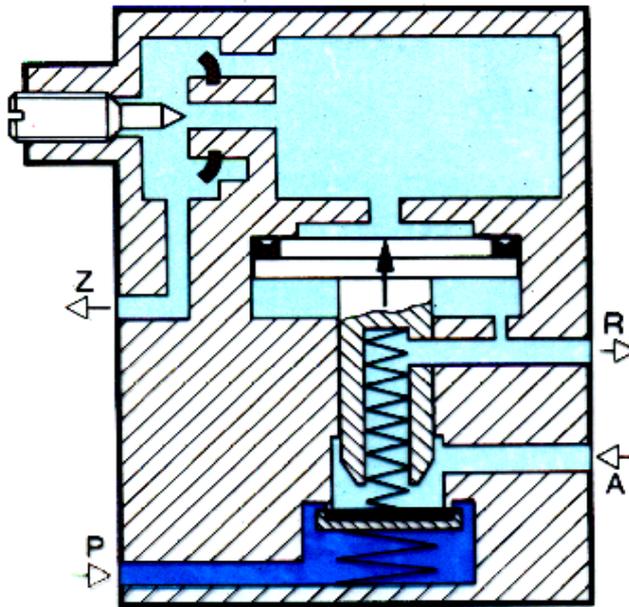
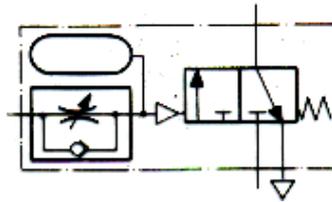
# Moltiplicatore di pressione

VBA 1110

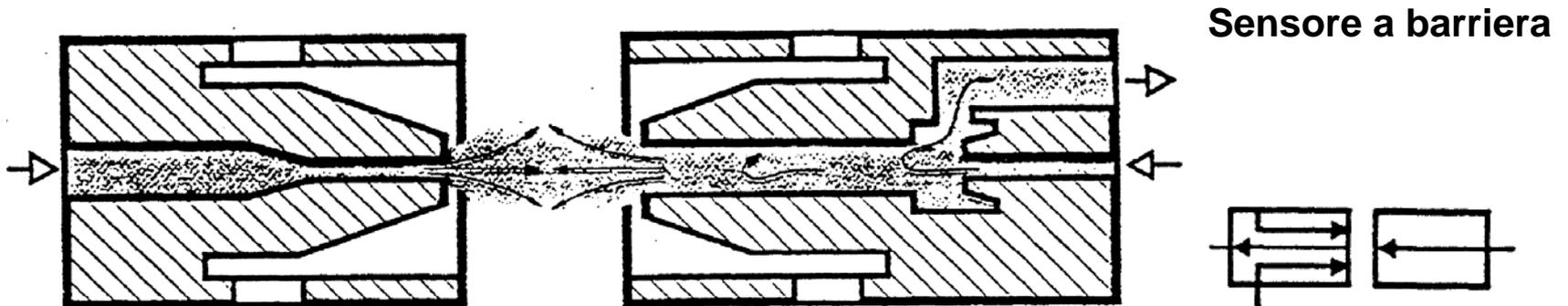
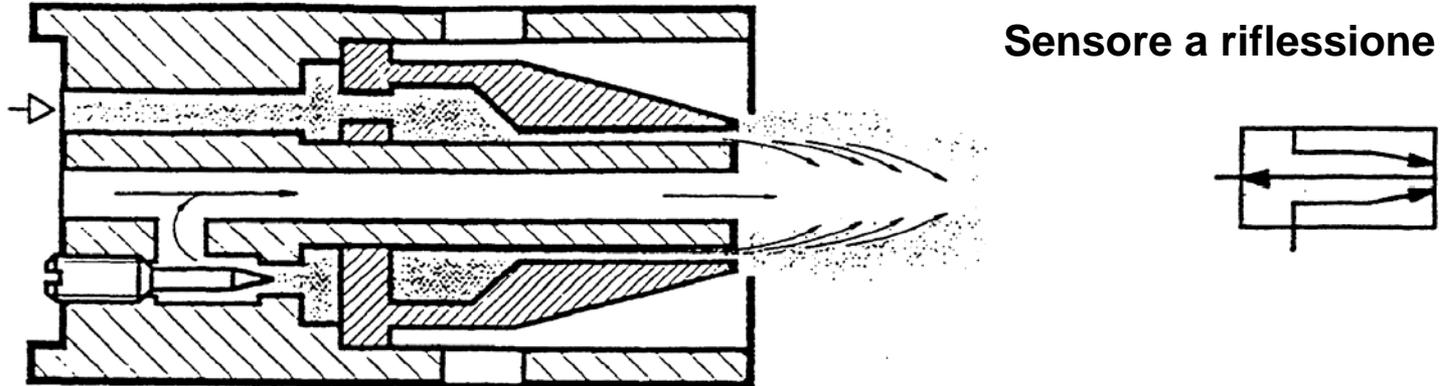


# Valvole speciali: temporizzatori

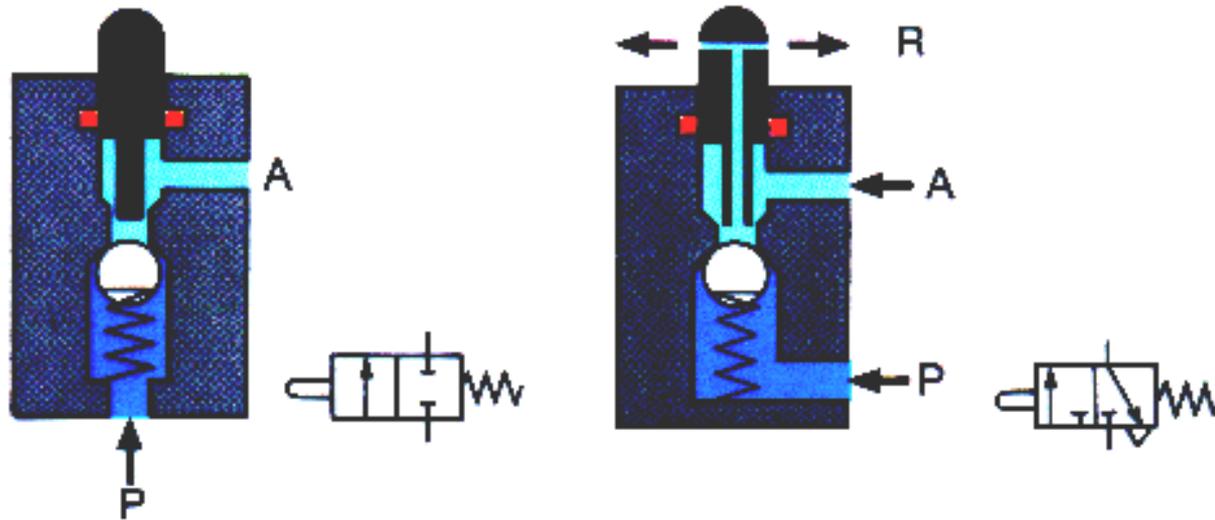
I temporizzatori sono usati per comandare i distributori di potenza dei cilindri in cui sia necessario un ritardo regolabile. Sono costituiti da una valvola 3/2 (NC o NA), da un serbatoio e da un regolatore di portata unidirezionale. Mediante lo strozzamento è possibile regolare il tempo di riempimento del serbatoio e quindi il tempo di ritardo per l'invio del segnale di pilotaggio.



# Sensori di prossimità ad aria

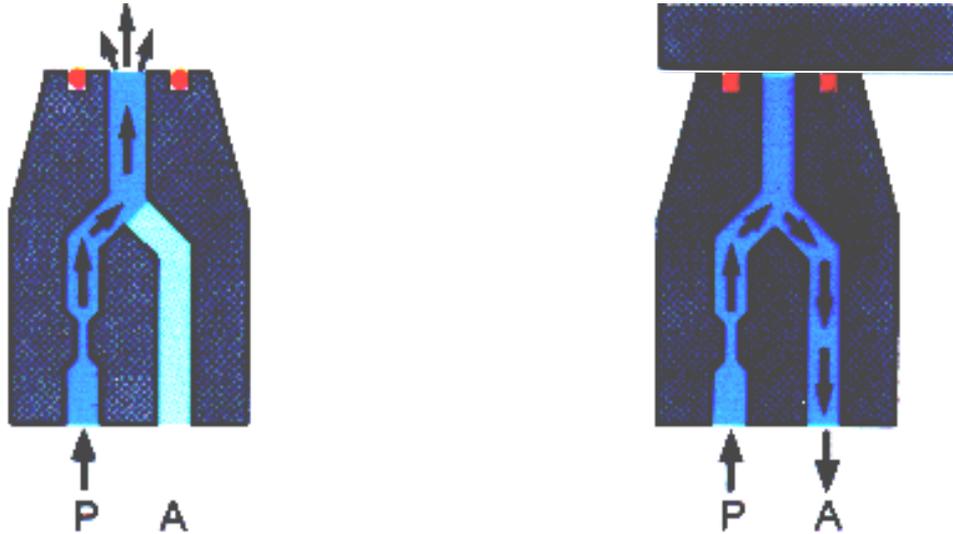


# Sensore di finecorsa pneumatico



Mediante una molla una sfera viene premuta contro la sede di una valvola, in modo che l'aria compressa non possa fluire dall'attacco P alla tubazione di lavoro A. Tramite l'azionamento dello stelo della valvola, la sfera viene spostata dalla sua sede stabilendo un collegamento tra P ed A, generando quindi un segnale pneumatico in A.

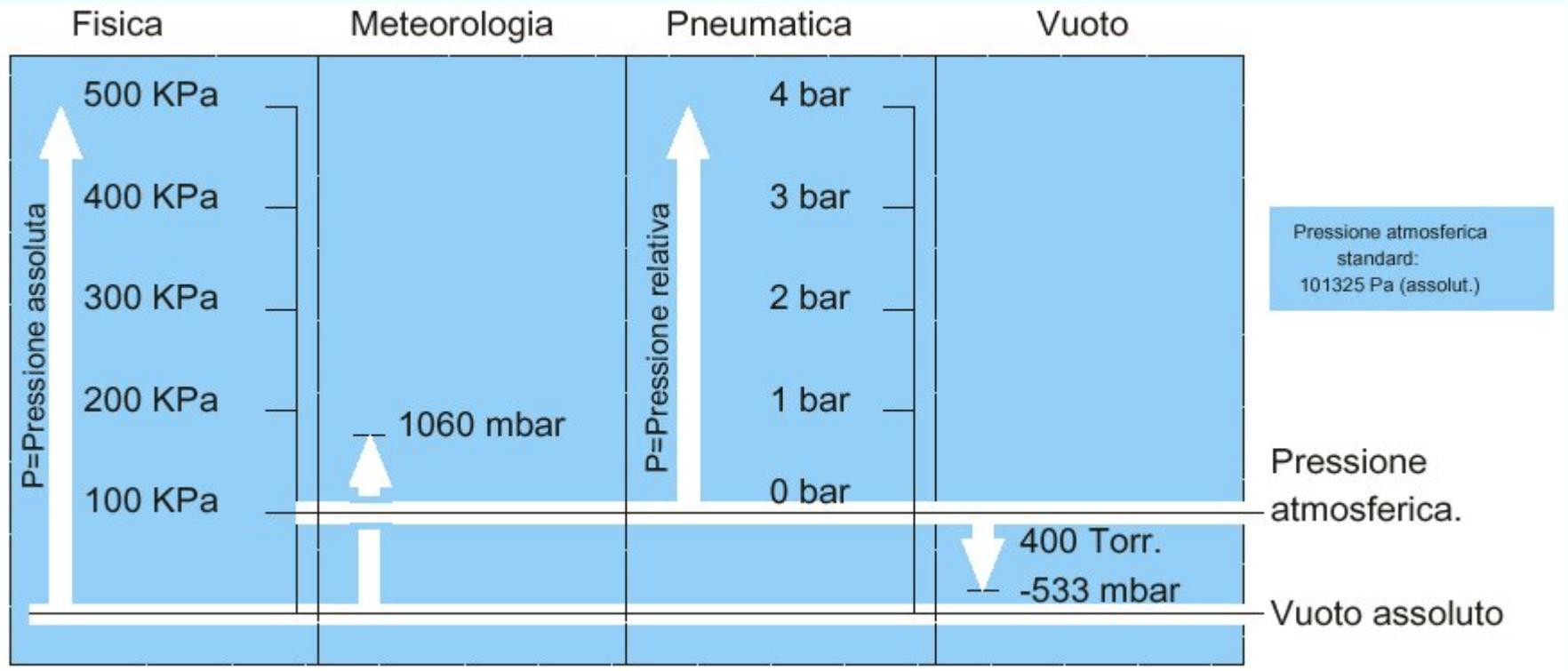
# Ugello pressostatico



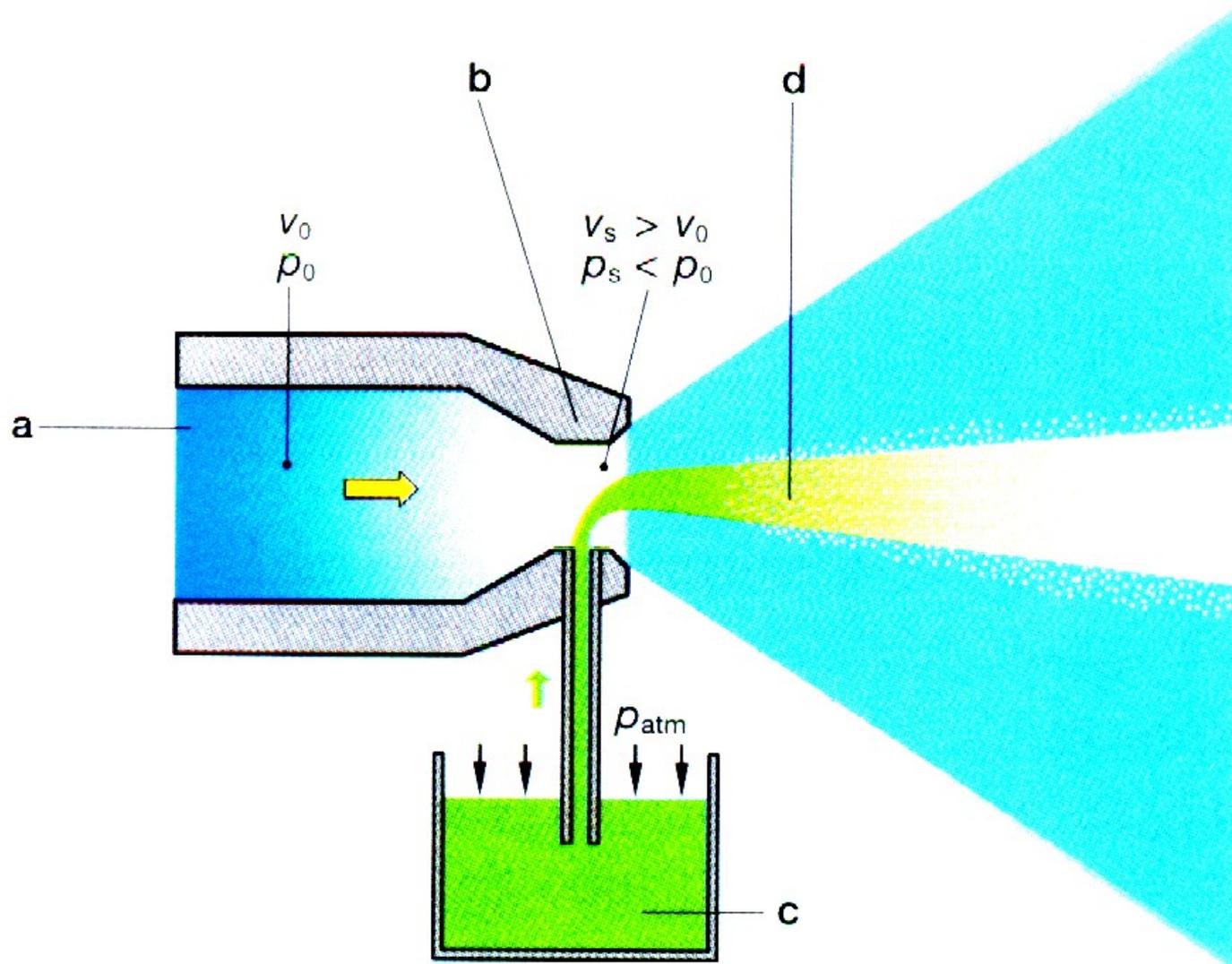
**Mediante l'attacco P l'ugello pressostatico viene alimentato con aria compressa che fluisce verso l'esterno attraverso un foro. Se l'aria defluente viene contrastata da un oggetto che si avvicina, all'uscita A si forma una pressione che può essere elaborata come segnale.**

# **PRINCIPI DI TECNICA DEL VUOTO**

# Misurazione del vuoto



# Effetto Venturi



# Generazione del vuoto

Per generare il vuoto si possono impiegare:

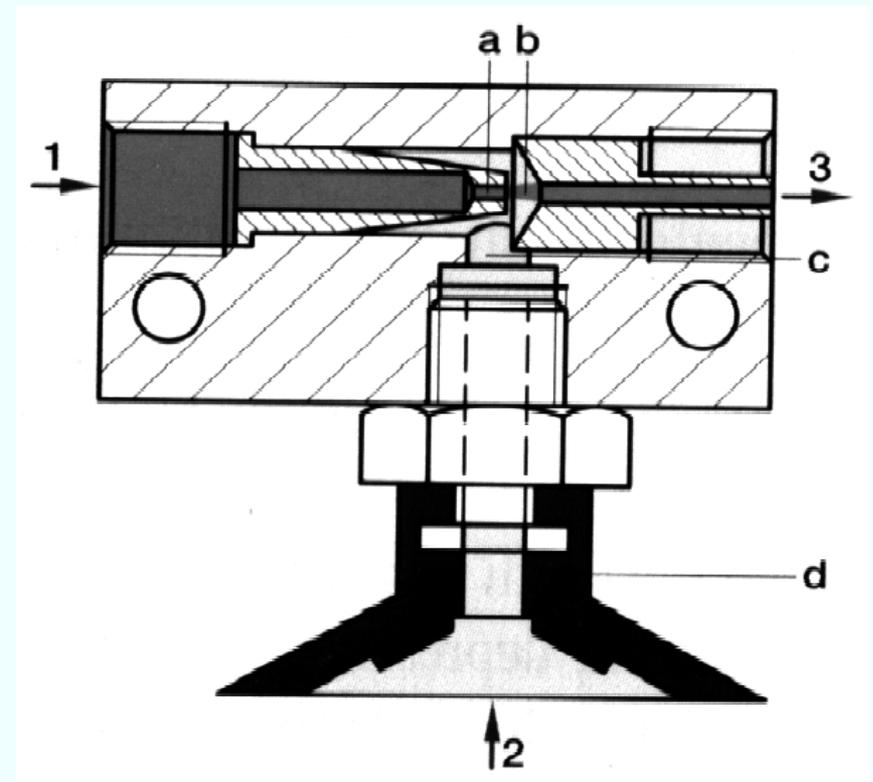
pompe per vuoto,  
valvole generatrici di vuoto.

## Pompe per vuoto

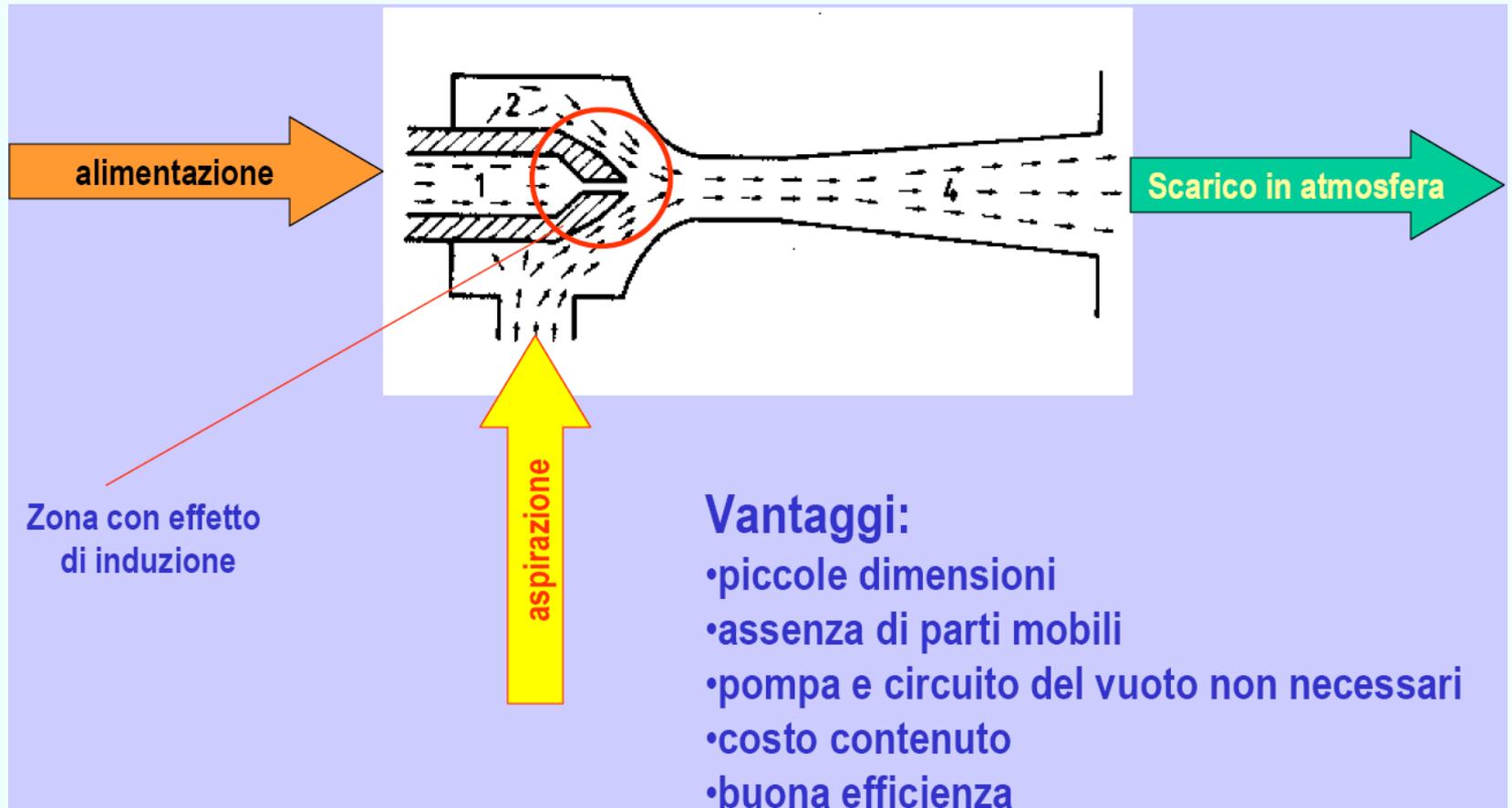
- Sono macchine che funzionano come i compressori, con la differenza che l'utilizzazione si ha dalla parte dell'aspirazione e non da quella della mandata.
- Costruttivamente le pompe per vuoto si differenziano dai compressori soprattutto per quanto riguarda i problemi di tenuta all'aspirazione e richiedono serbatoi e condutture speciali
- Si impiegano quando devono essere aspirate grandi quantità di aria.

# Valvole generatrici di vuoto

Sono dispositivi che, basandosi sull'effetto Venturi, aspirano aria da un ambiente utilizzando una fonte di aria compressa. L'effetto Venturi consiste nella diminuzione di pressione all'interno di un fluido accompagnata all'aumento della sua velocità.

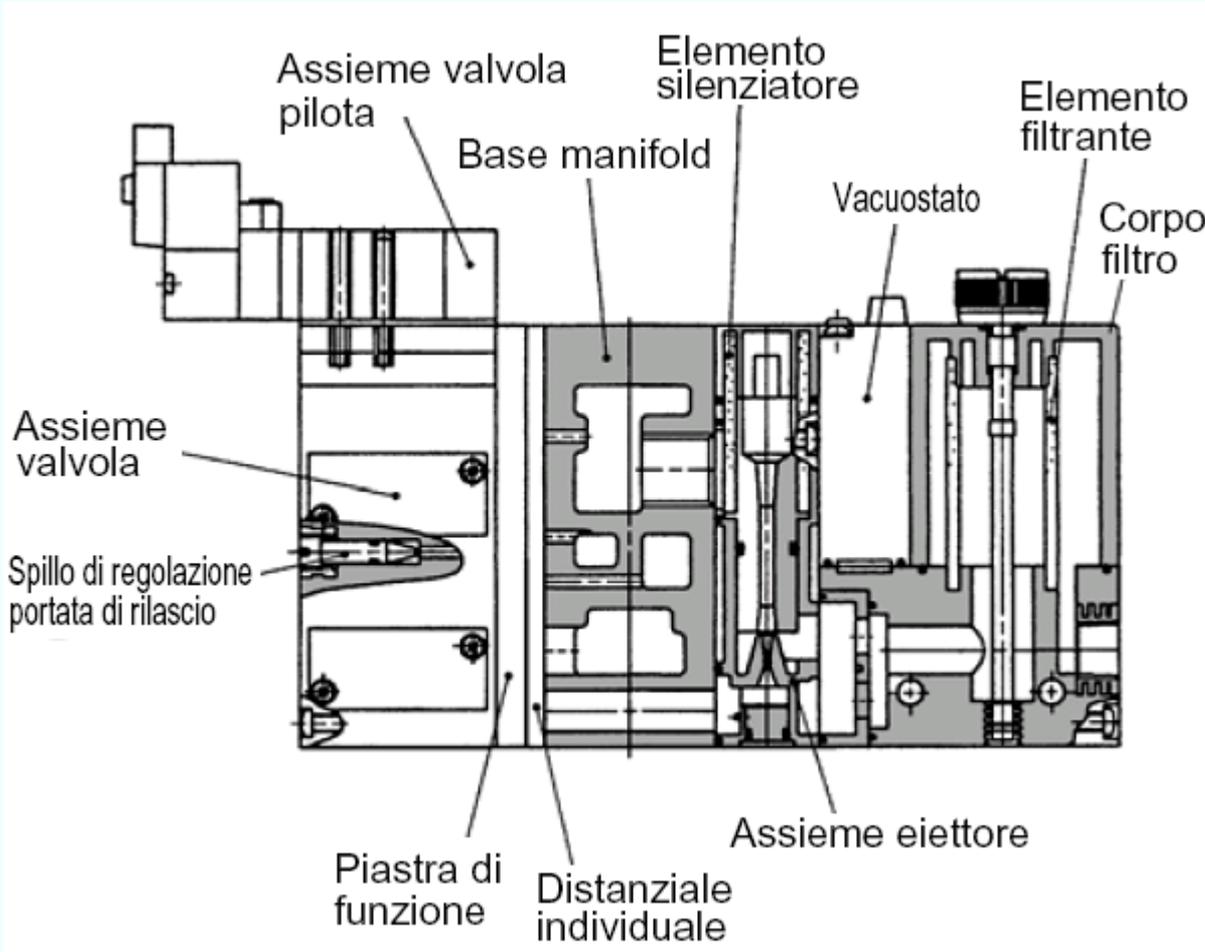


# Schema funzionale di un eiettore standard

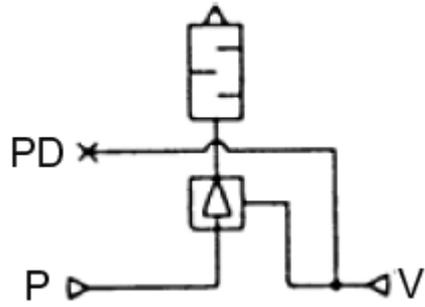


Dal catalogo SMC

# Serie ZR

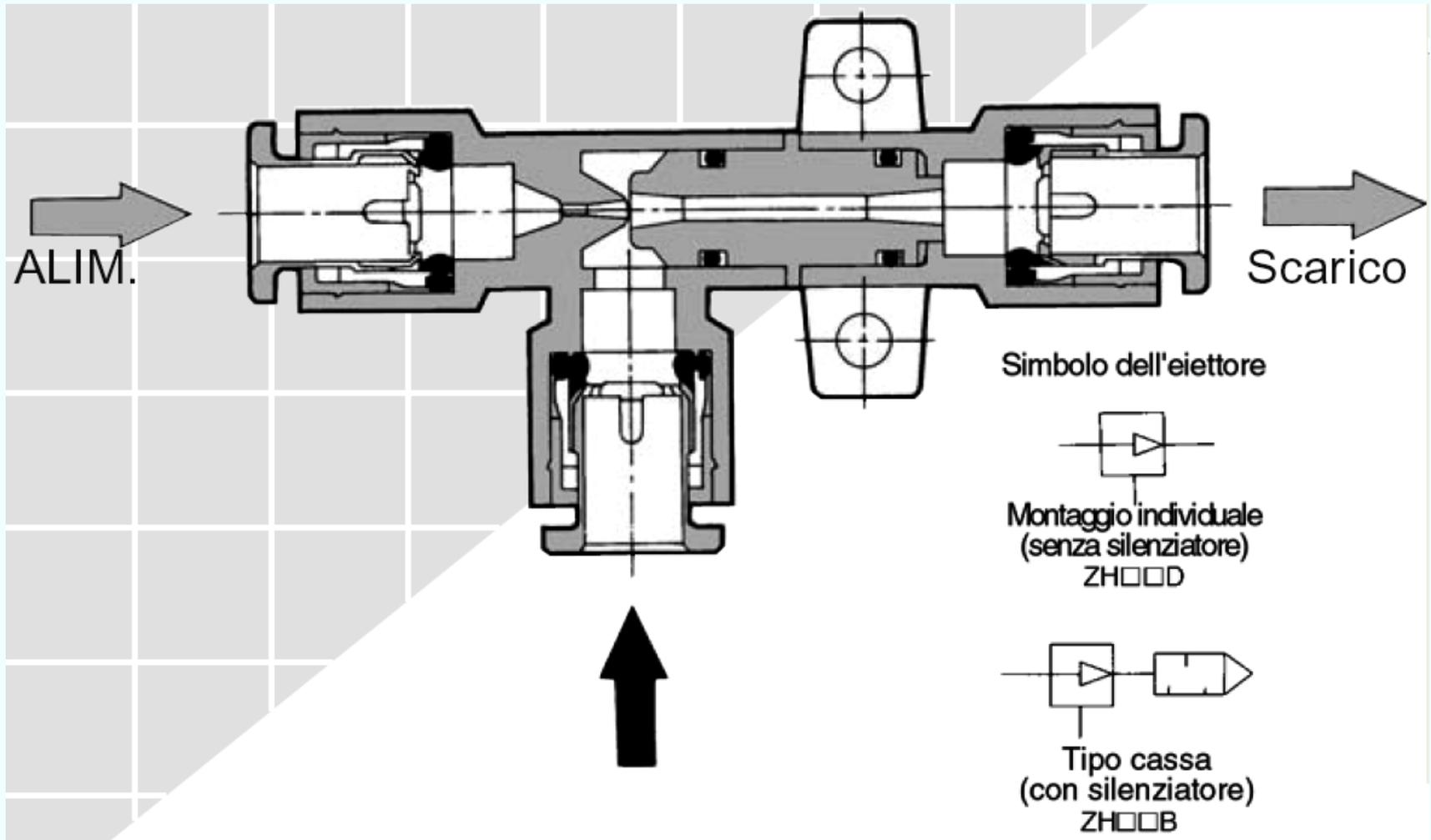


## Simbolo



Dal catalogo SMC

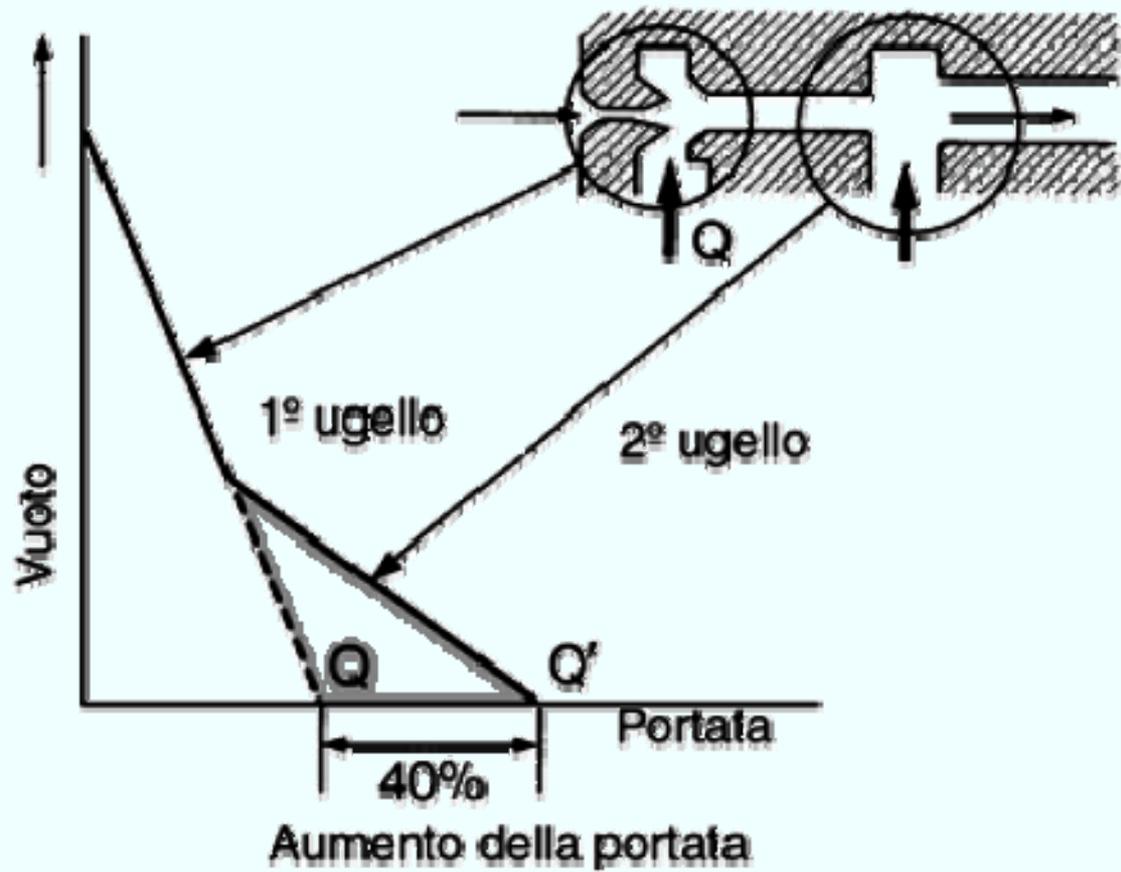
# Dal catalogo serie ZH



Dal catalogo SMC

# Eiettore bistadio

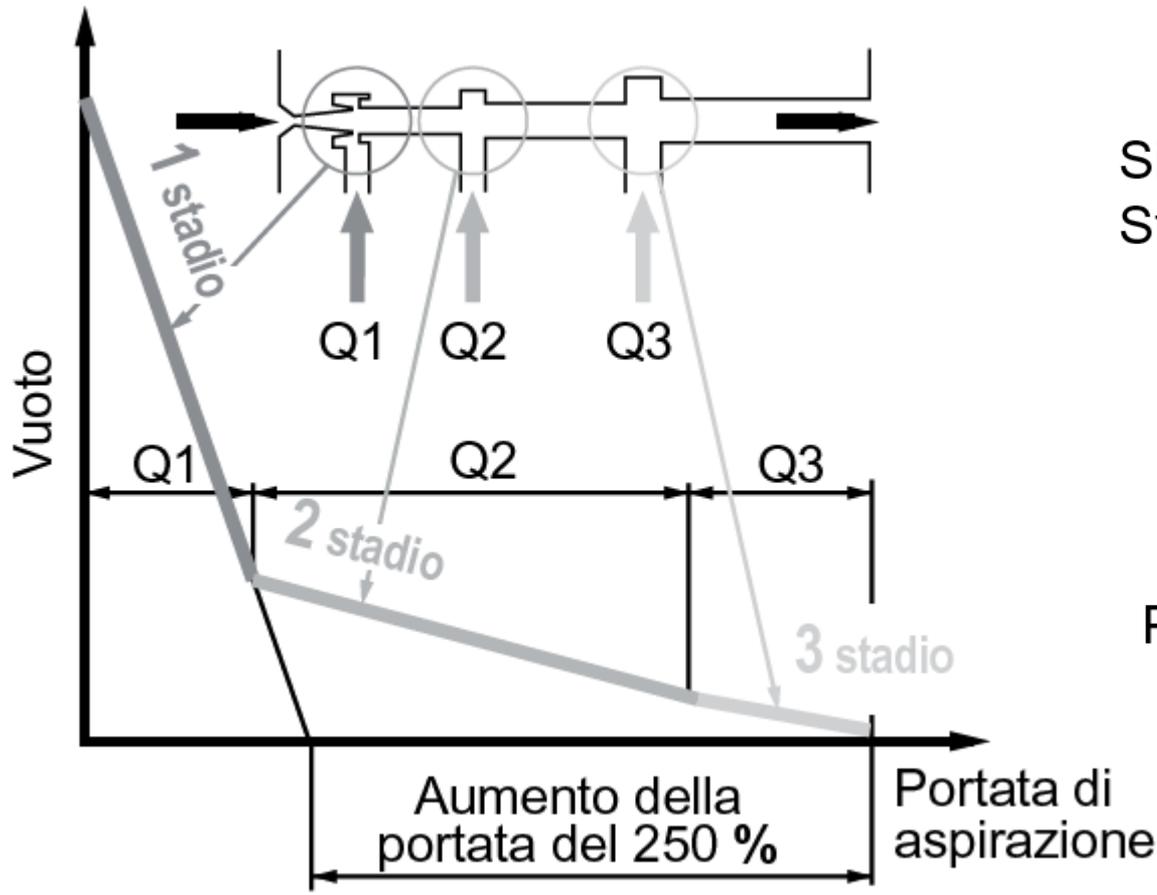
La costruzione a due stadi consente portate elevate e consumi limitati



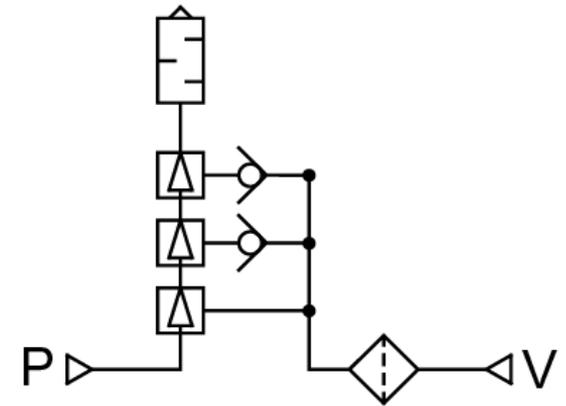
Serie ZM

# Eiettore multistadio

Grazie ad una costruzione a 3 stadi si è ottenuto un aumento della portata di aspirazione del 250% ed una riduzione del consumo d'aria del 20% rispetto al modello ad uno stadio.

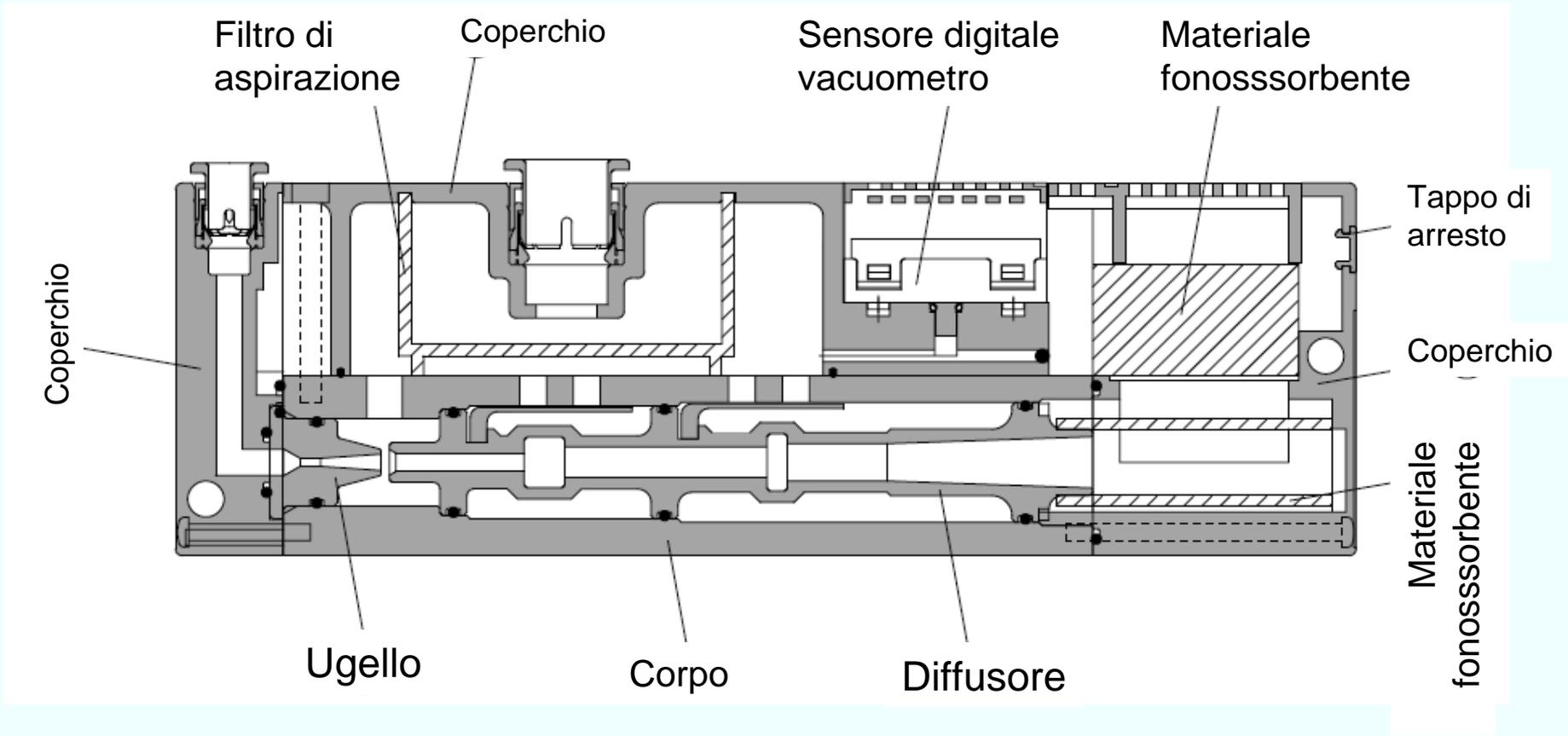


Simbolo Standard



Dal catalogo SMC

# Serie ZL



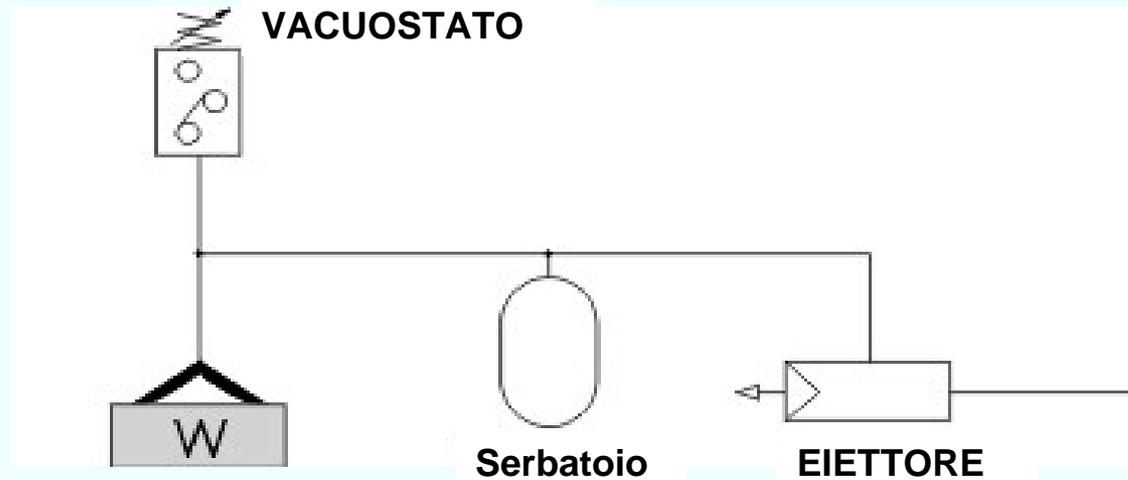
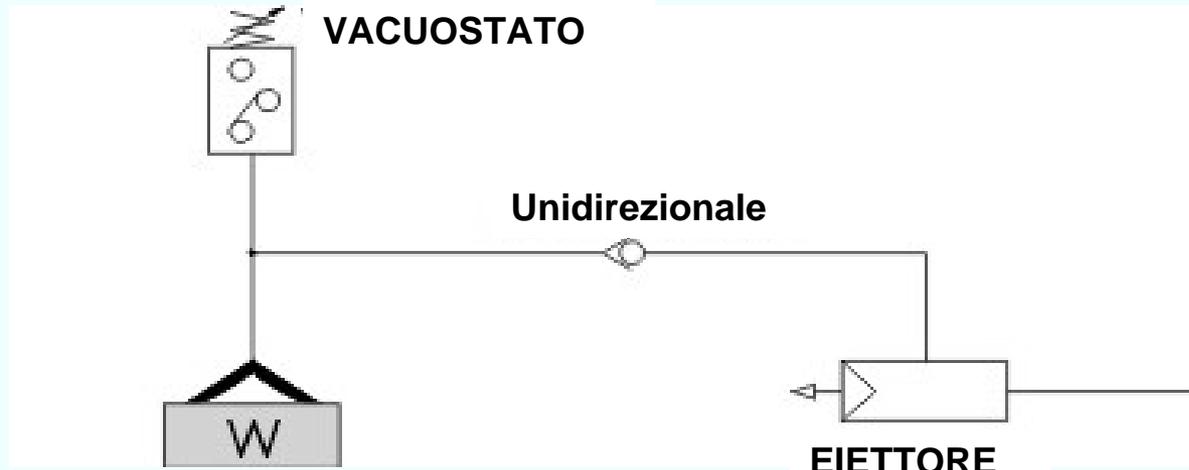
# Le Ventose

Le ventose sono dispositivi statici in grado di aderire a corpi piani e lisci grazie alla depressione presente al loro interno.

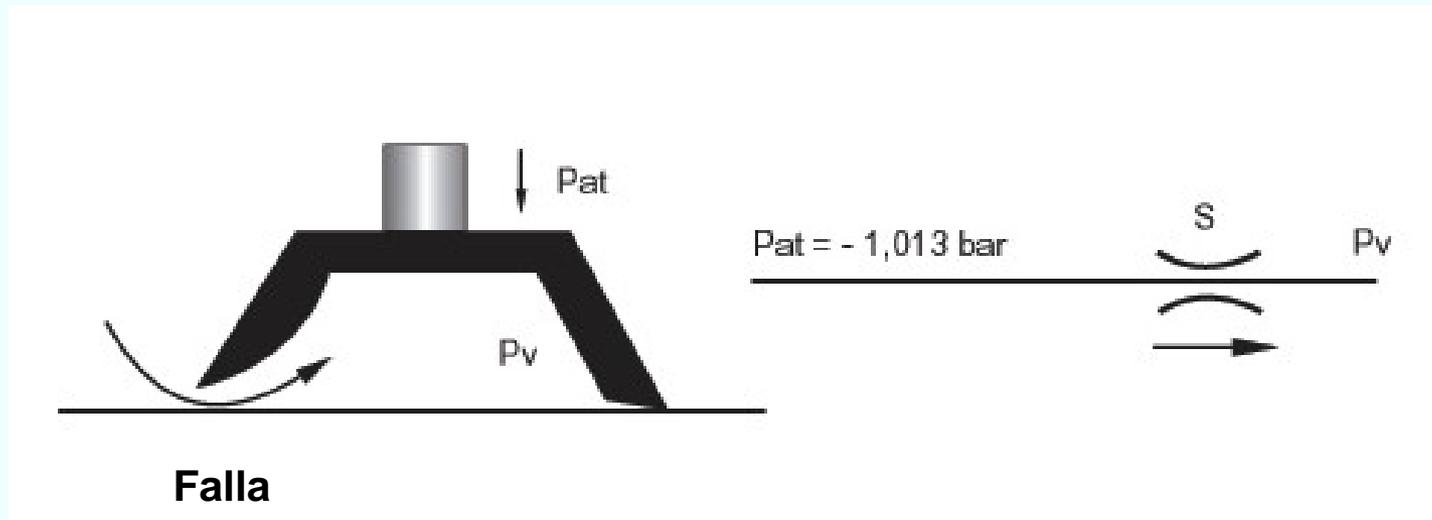
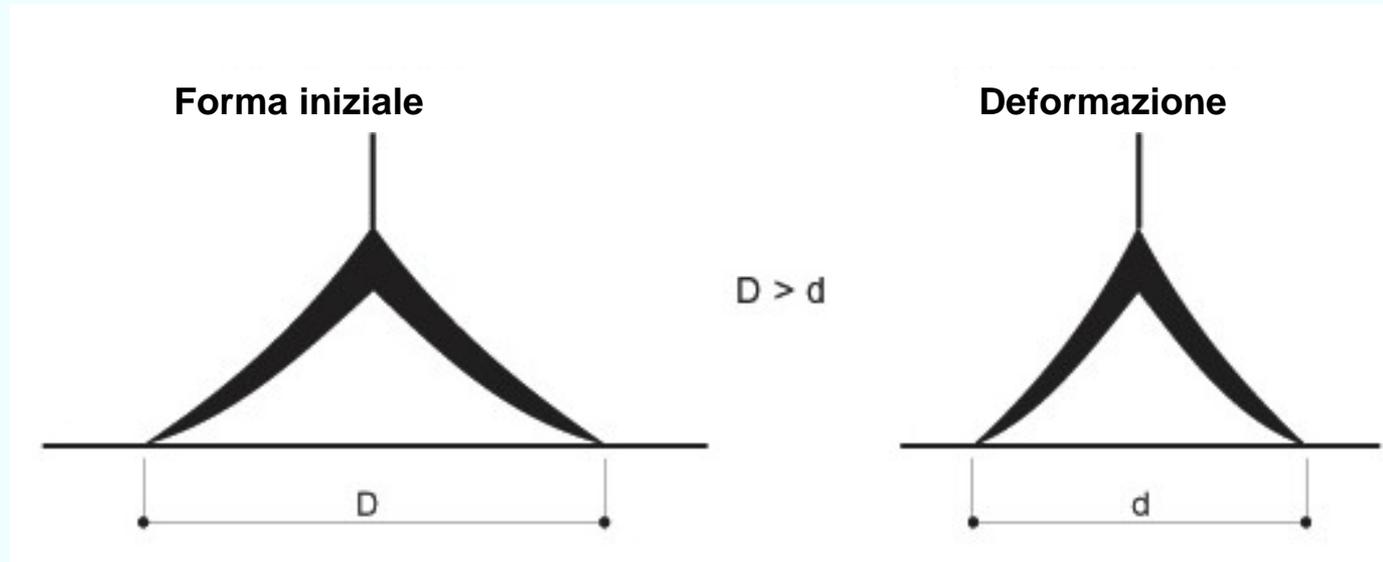
La pressione all'interno della ventosa è minore di quella atmosferica, quindi l'aria contenuta all'interno preme sulla lastra di chiusura con una forza inferiore a quella con cui l'aria atmosferica preme dall'esterno. Come risultato si ha che la lastra resta unita alla ventosa.

Le ventose sono costituite da un disco metallico che porta l'attacco per il condotto di aspirazione e funge da supporto e una coppa in materiale plastico flessibile in grado di aderire ai corpi lisci (poliuretano).

# Sistema di presa con vuoto

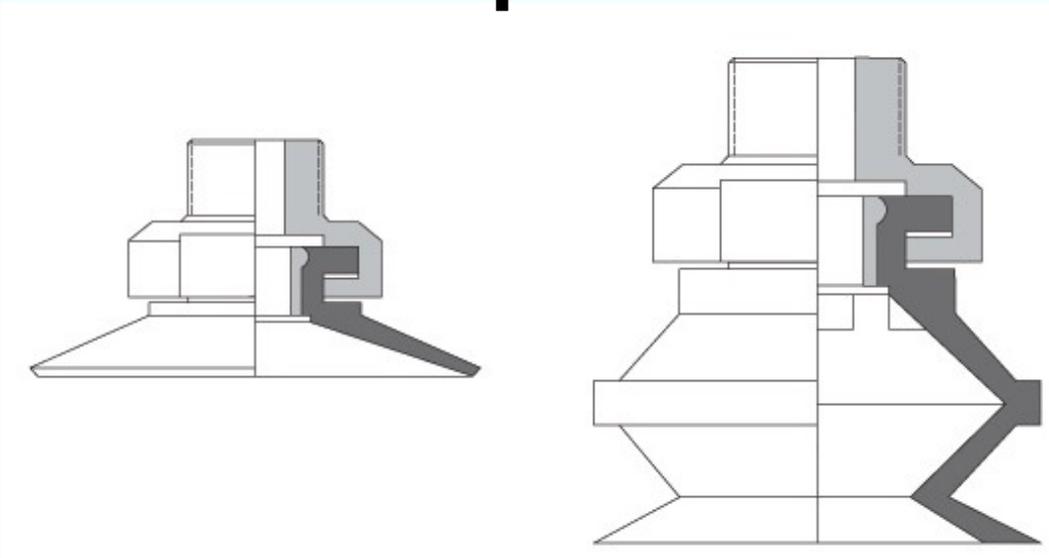


# Tenuta delle ventose

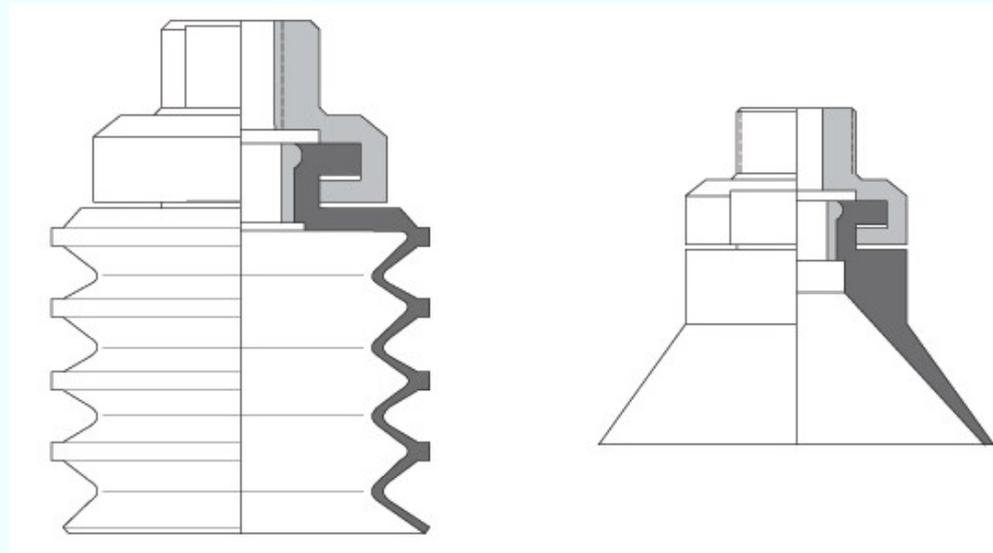


# I diversi tipi di ventosa

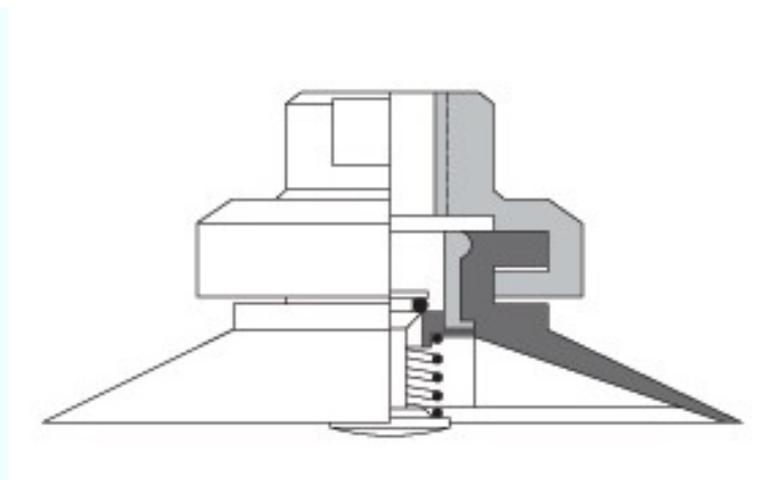
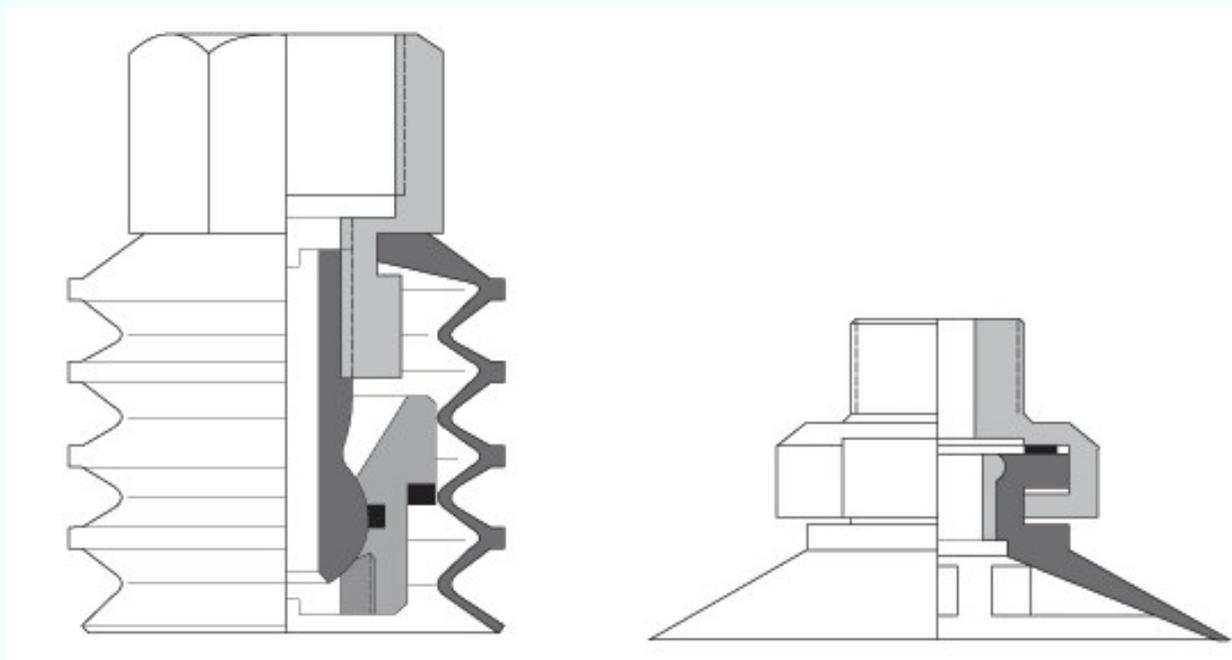
normali



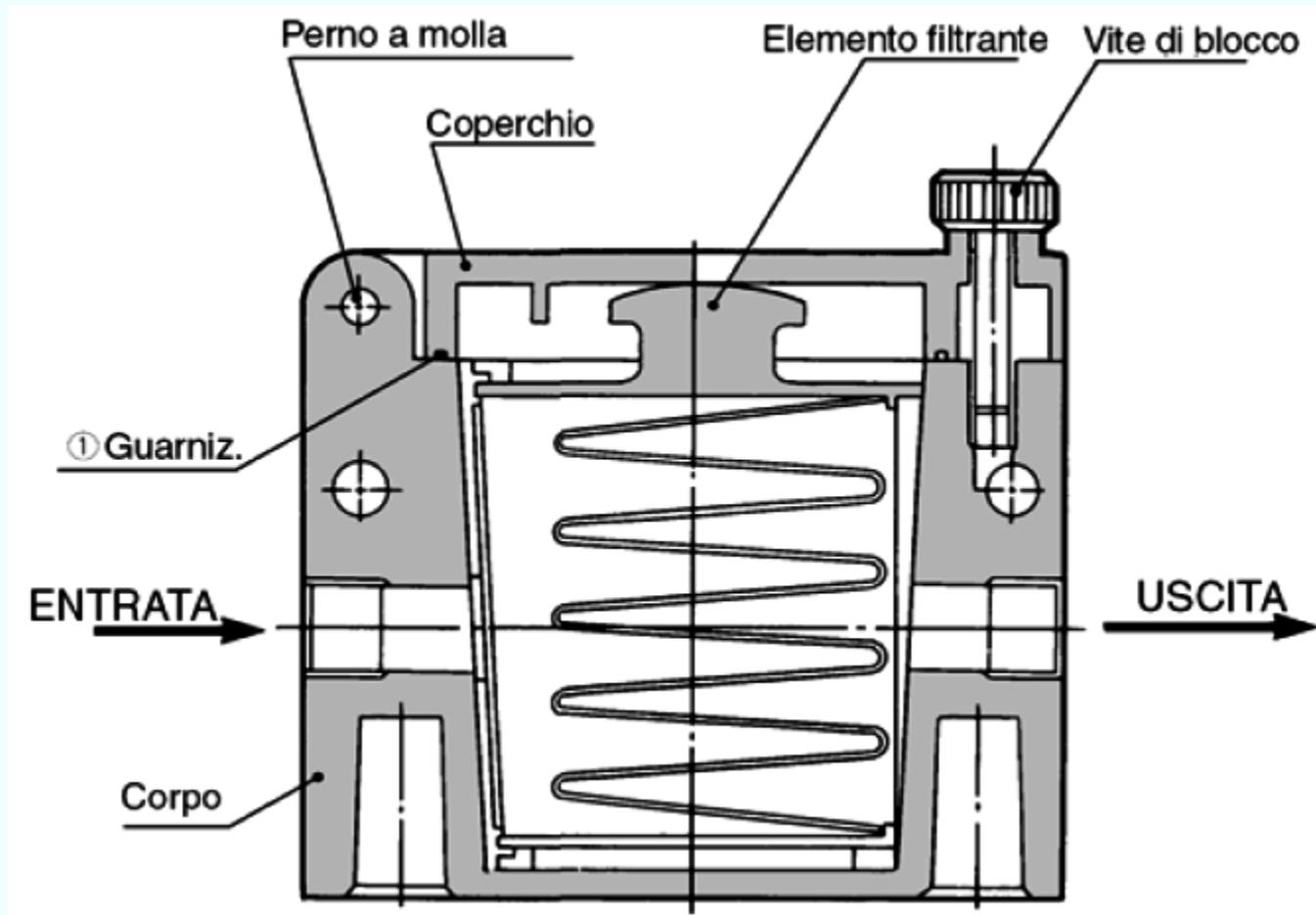
a soffietto



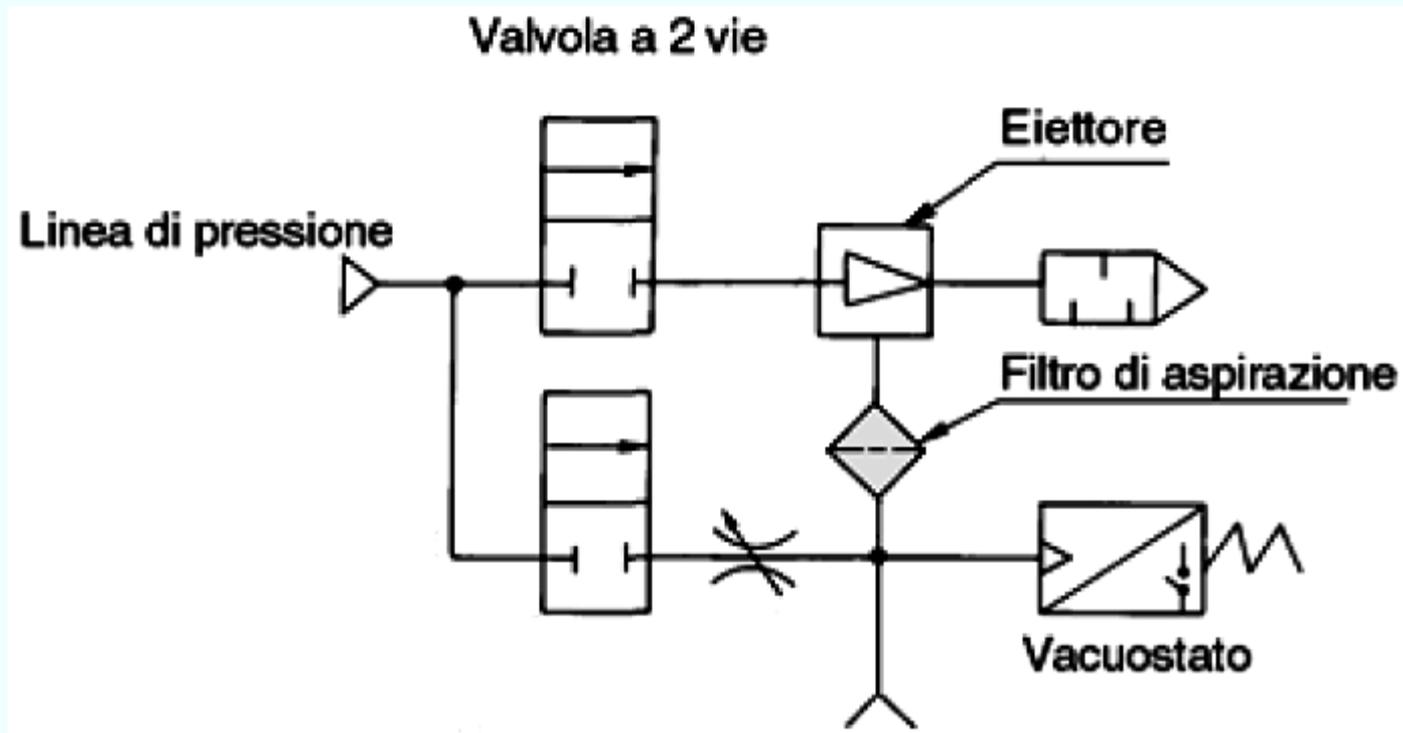
# Altri tipi di ventosa



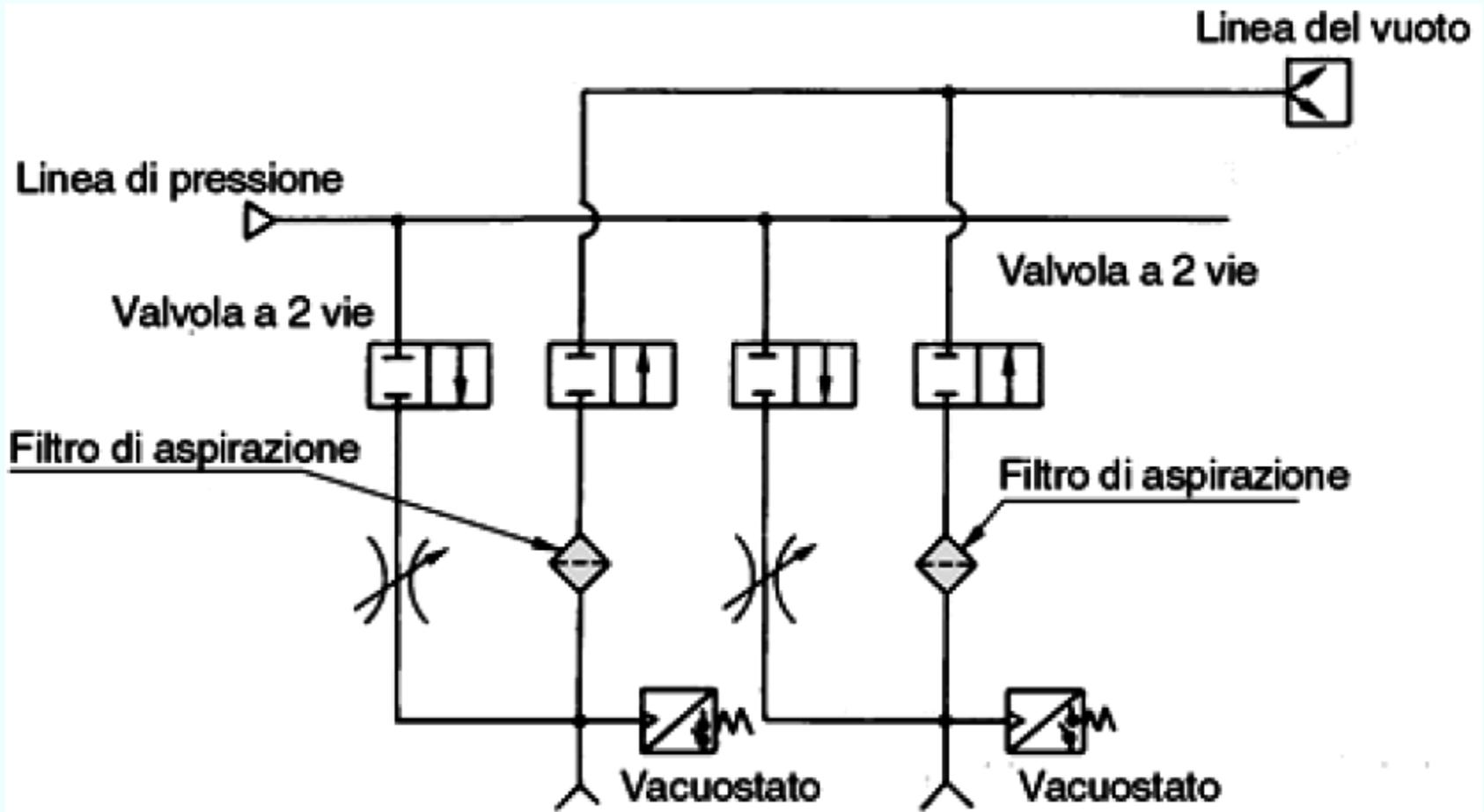
# Filtro di aspirazione: serie ZFA



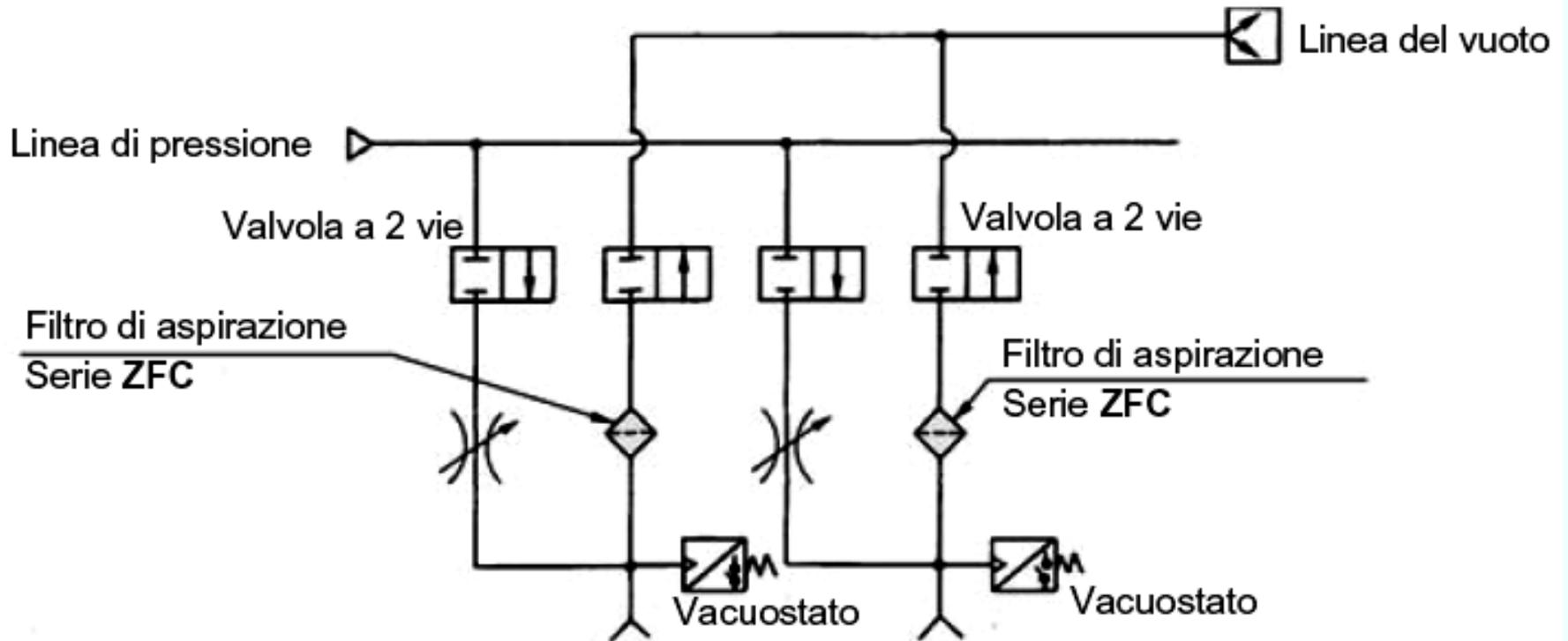
# Applicazione con eiettore



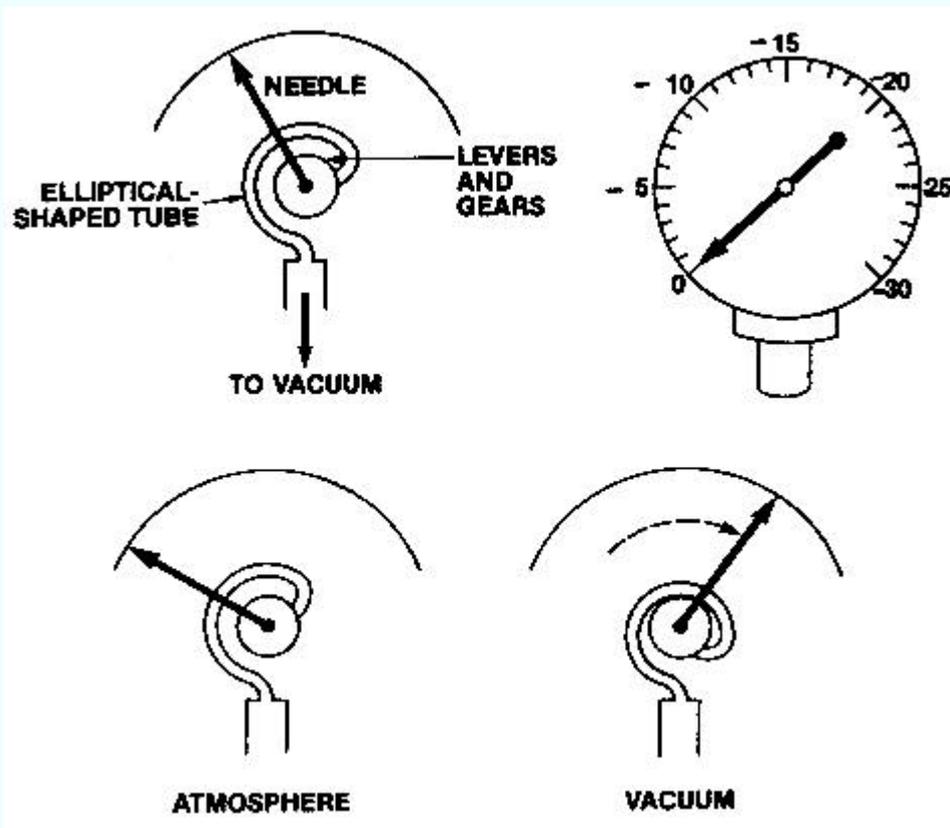
# Applicazione con alimentazione esterna del vuoto



# Sistema con pompa per vuoto



# Vacuometro di Bourdon



Il vacuometro e' costituito da un tubo di metallo flessibile a sezione ellittica e ripiegato ad arco, il cui interno e' connesso al contenitore del quale si vuole misurare la pressione. Quando il contenitore viene evacuato la differenza di pressione tra l'interno e l'esterno del tubo di Bourdon causa una curvatura del tubo, in prima approssimazione proporzionale alla differenza tra pressione interna ed esterna (atmosferica). Un sistema di ingranaggi amplifica il movimento facendo ruotare l'ago indicatore proporzionalmente alla flessione del tubo.

È semplice ed affidabile ed ha un intervallo di funzionamento da parecchi MPa a 100 o 10 Pa (basso vuoto), ma a basse pressioni è decisamente poco sensibile.

## Manometri per il vuoto: Vacuometri

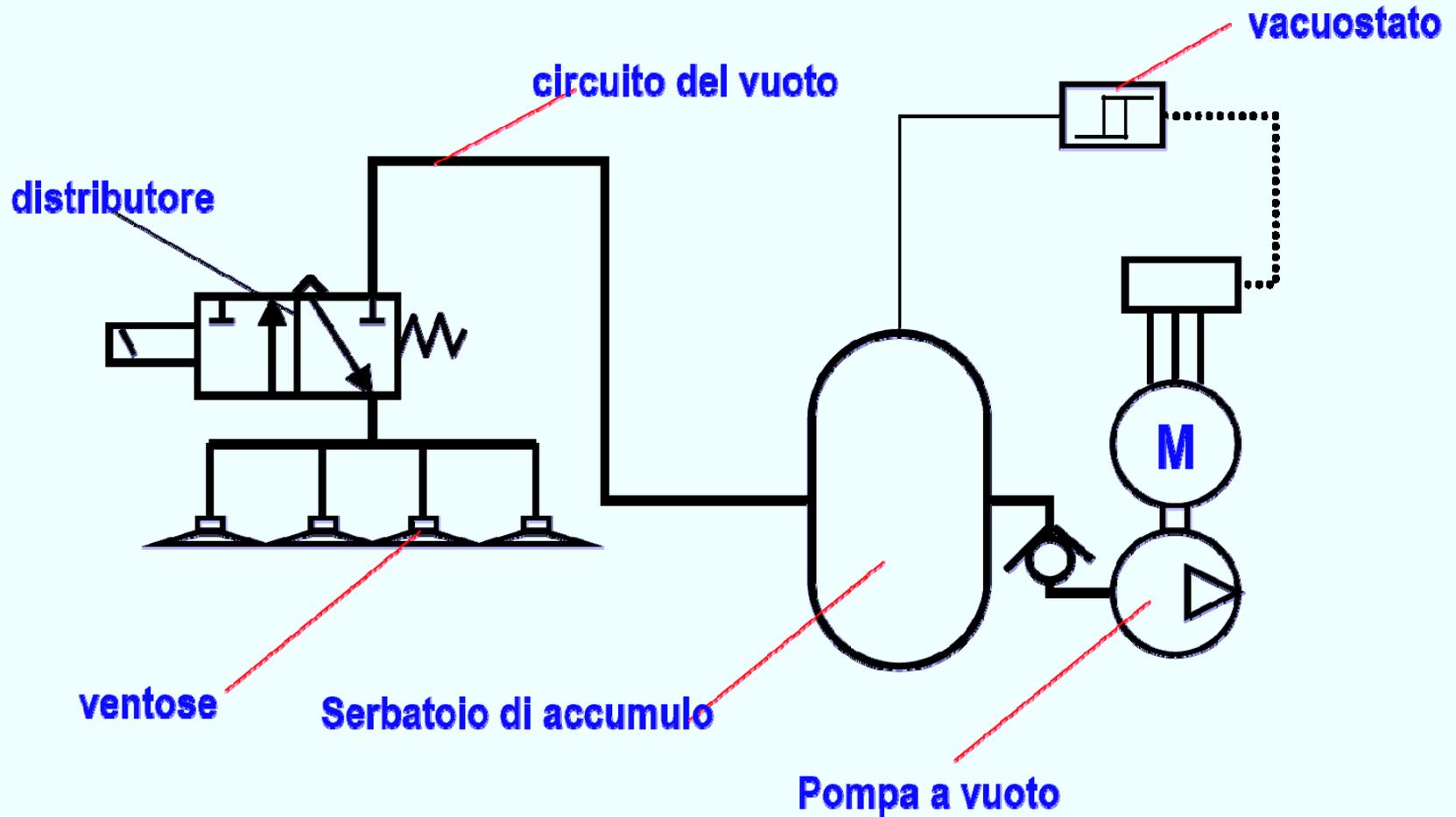


**GZ46**

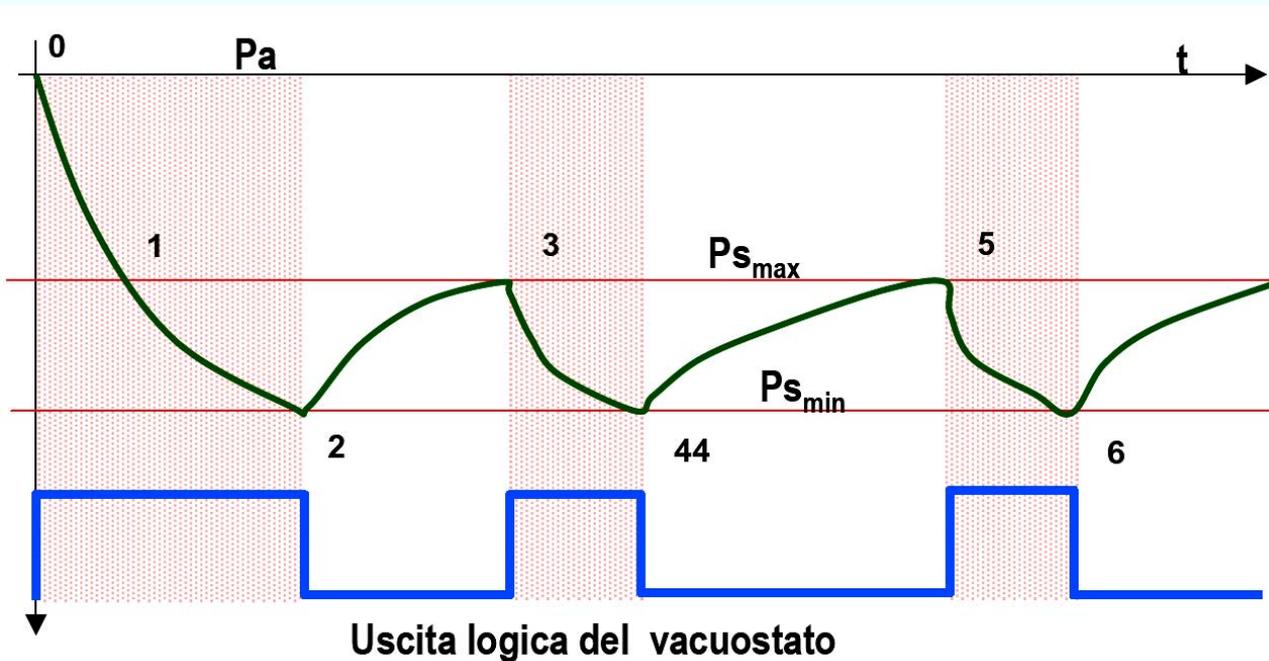


**GZ46-2**

# Circuito con generazione centralizzata del vuoto



# Funzionamento del vacuostato



Il diagramma rappresenta l'andamento di pressione assoluta entro un serbatoio del vuoto: all'istante  $t=0$  viene attivata la pompa, che inizia a creare il vuoto. Solo quando si raggiunge la soglia  $p_{s_{min}}$  (istante 2) si ha commutazione e cambiamento dello stato logico dell'uscita, a seguito del quale la pompa viene arrestata. Nel periodo 2-3 si ha crescita della pressione nel serbatoio a seguito di prelievo di vuoto da parte delle utenze. Arrivati alla soglia  $p_{s_{max}}$  (istante 3) il vacuostato commuta e riattiva la pompa. Dopo il transitorio iniziale di svuotamento, il livello di pressione del serbatoio resta compreso tra  $p_{s_{min}}$  e  $p_{s_{max}}$ .

# Funzionamento del vacuostato

Il vacuostato ha il compito di generare una variabile logica di uscita associata a variazioni del grado di vuoto. La commutazione dello stato logico avviene in corrispondenza di due valori di riferimento:

$P_s \text{ min}$ : valore di pressione assoluta minima: Costituisce il riferimento per la commutazione dello stato logico se  $dp/dt < 0$  (pressione assoluta calante)

$P_s \text{ max}$ : valore di pressione assoluta massima: Costituisce il riferimento per la commutazione dello stato logico se  $dp/dt > 0$  (pressione assoluta crescente)

**La differenza  $P_{s\text{max}} - P_{s\text{min}}$  viene definita isteresi del vacuostato**

# Vacuostato pneumatico ZSE1

## Tempi di risposta rapidi

10mS

## Elevata precisione

$\pm 3\%$  F.S. (Intervallo totale)

## Isteresi regolabile

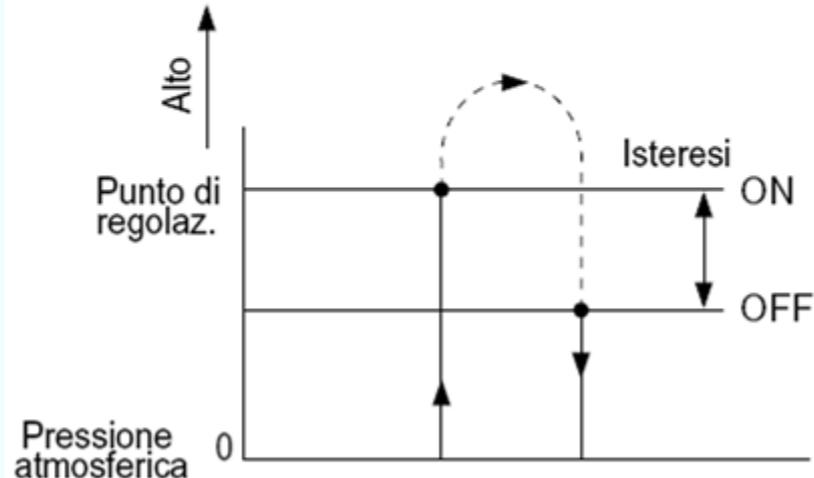
1 a 10% della pressione impostata

## Cablaggio semplice

Con connettore

## Isteresi

L'isteresi è la differenza di pressione tra il valore di intervento e quello in cui l'uscita commuta da ON a OFF. La pressione impostata è quella selezionata per il passaggio

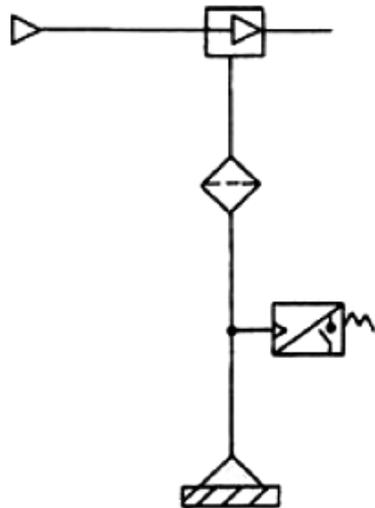


Si può integrare con l'eiettore ZM

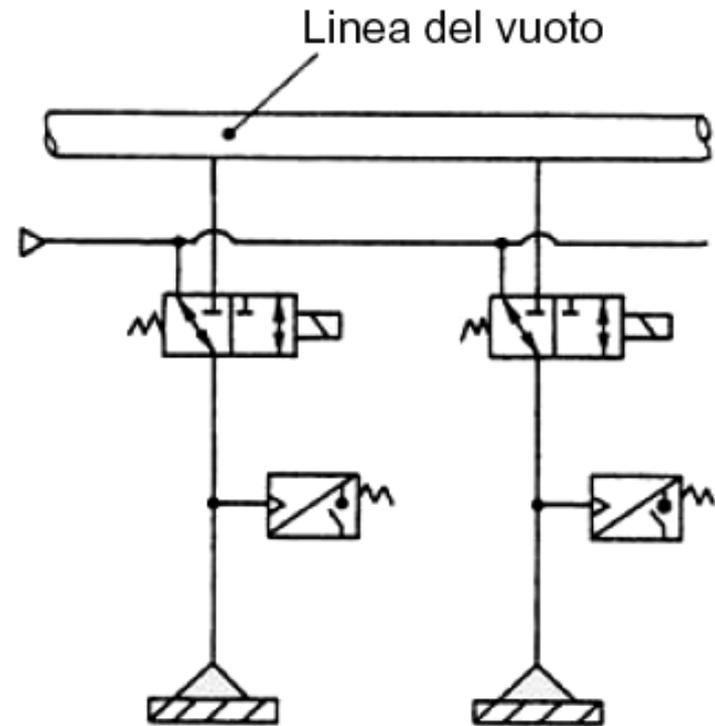
# Linee guida per l'uso di un vacuostato

Circuito di sistema per aspirazione

Esecuz. eiettore



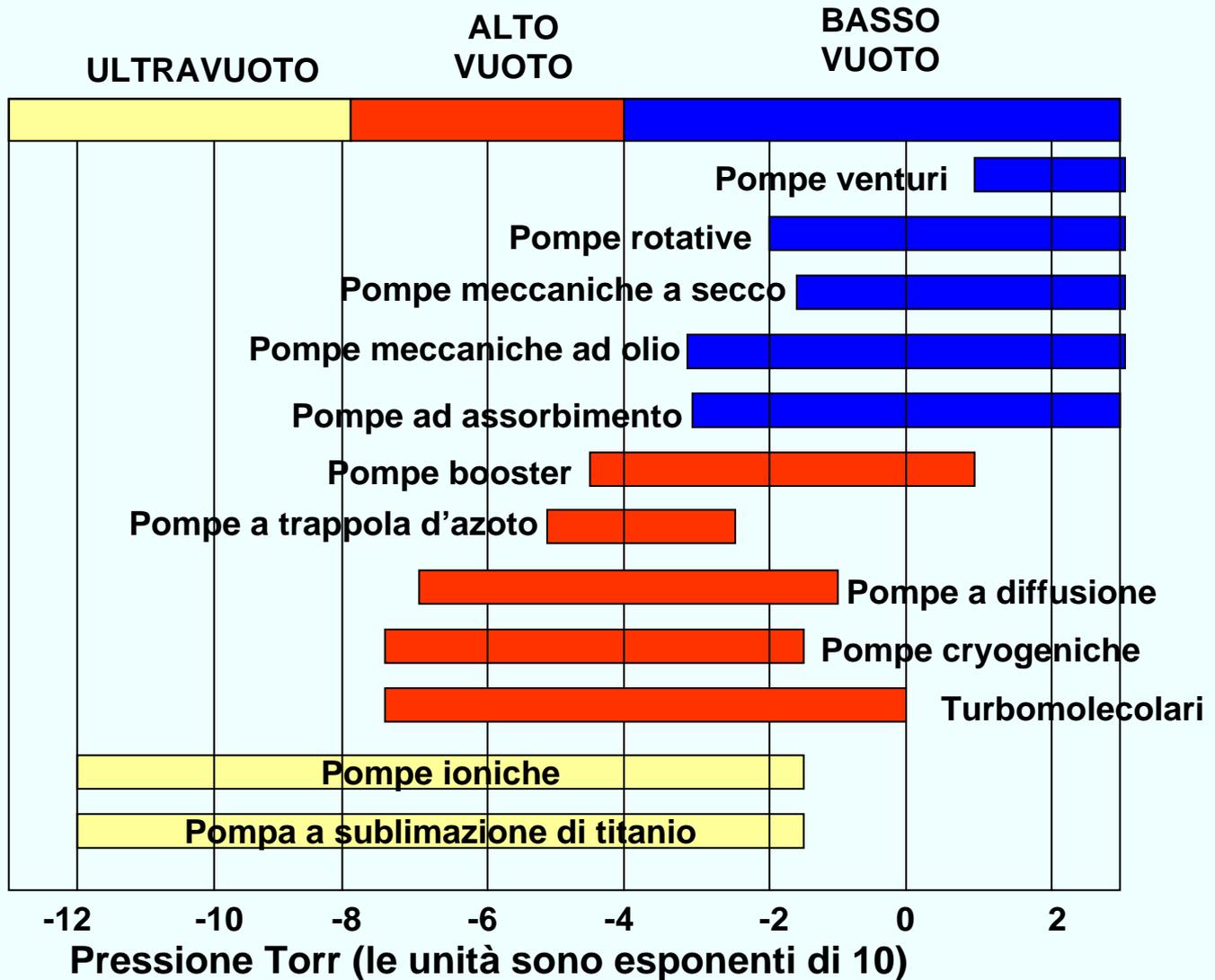
Sistema esterno di alimentazione di vuoto



# **POMPE DA VUOTO**

Esistono vari tipi di pompe concepite per espellere aria da un contenitore, così da abbassarne la pressione interna.

# Campi di pressione per le diverse pompe



# Pompe rotative

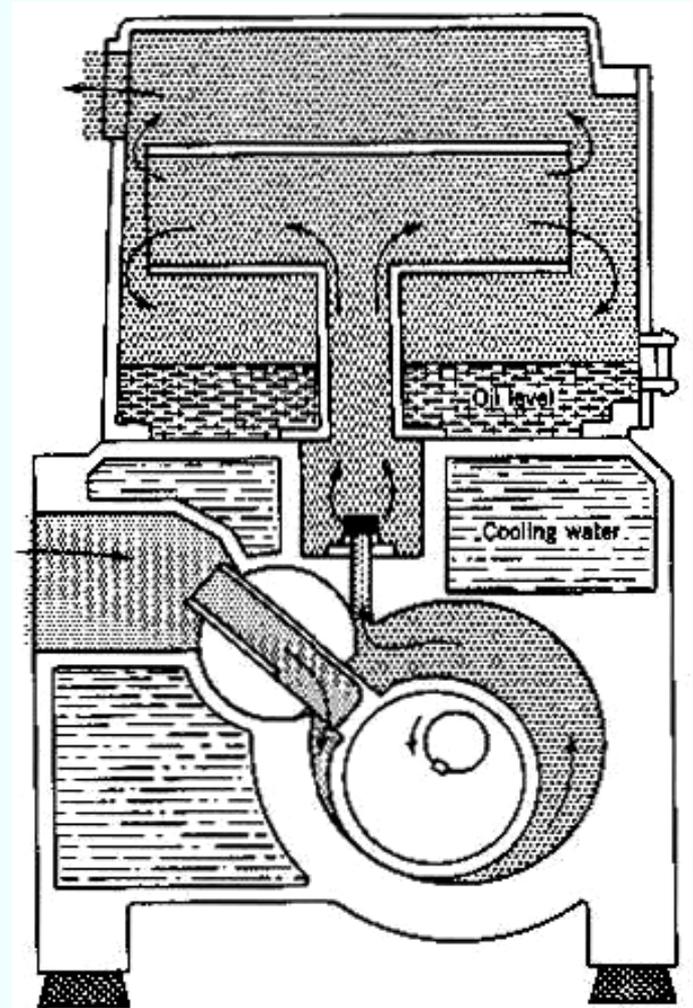
Fra le più comuni ci sono le **pompe rotative**.

Il loro funzionamento si basa sulla rotazione di un'elica o di un cilindro eccentrico o a palette che, grazie al suo moto, consente di espellere l'aria all'esterno.

Esse operano fin dalla pressione atmosferica, consentendo di raggiungere pressioni di circa  $10^{-2}$  torr.

# Esempio di pompa rotativa

Un cilindro interno eccentrico e' fatto ruotare all'interno di un vano cilindrico. Il gas entra nello spazio tra i due cilindri attraverso un pistone forato, viene compresso durante la rotazione del cilindro interno e spinto verso la valvola di sfogo che si apre verso l'ambiente esterno al di sopra di una pressione di soglia che impedisce all' aria esterna di entrare nella pompa. Lo spazio tra i due cilindri e' sigillato e lubrificato da un sottile strato di olio a bassa tensione di vapore: parte di quest'olio viene scaricato durante ciascun ciclo insieme al gas attraverso la valvola. Per questo motivo al di là della valvola e' presente un separatore gas / olio che riporta l'olio nel suo serbatoio e ne reimmette una quantità equivalente nello spazio tra i cilindri. La pompa viene raffreddata con acqua.



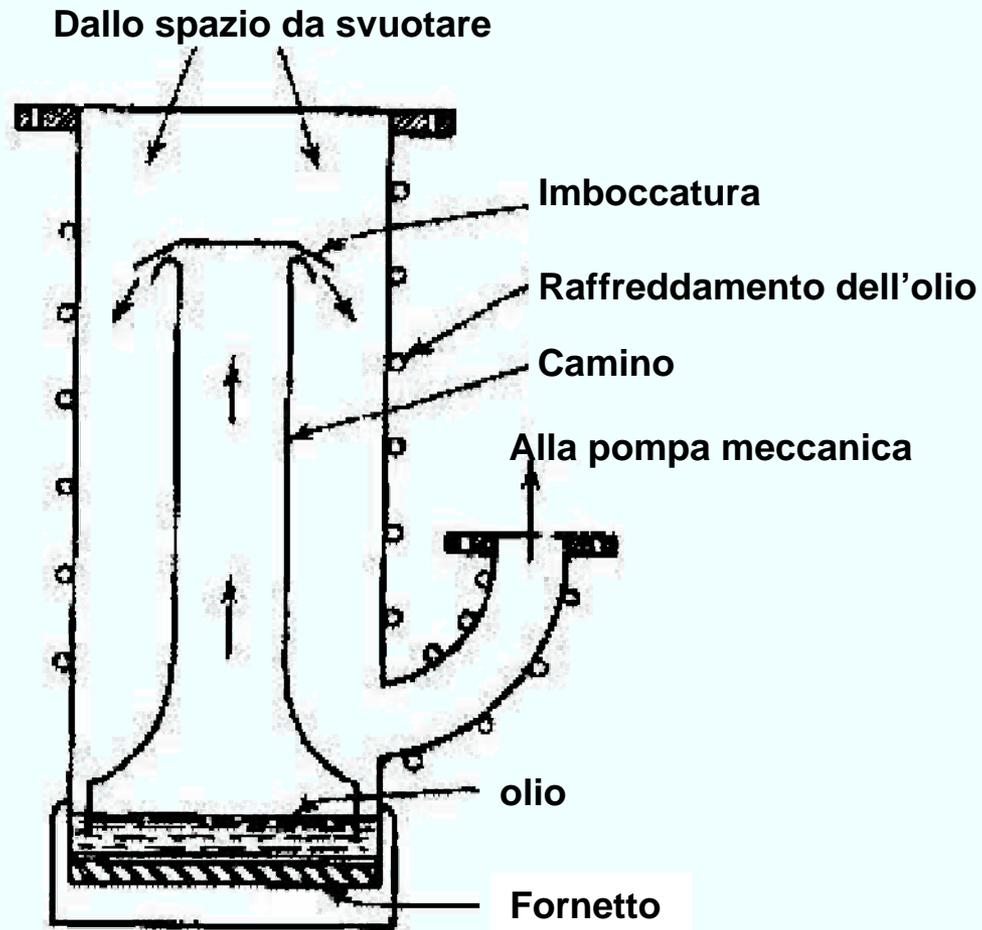
# Pompe a diffusione d'olio

La **pompa a diffusione d'olio** si può innescare a partire da pressioni di circa  $10^{-2}$  torr e consente di raggiungere pressioni di  $10^{-8}$  torr.

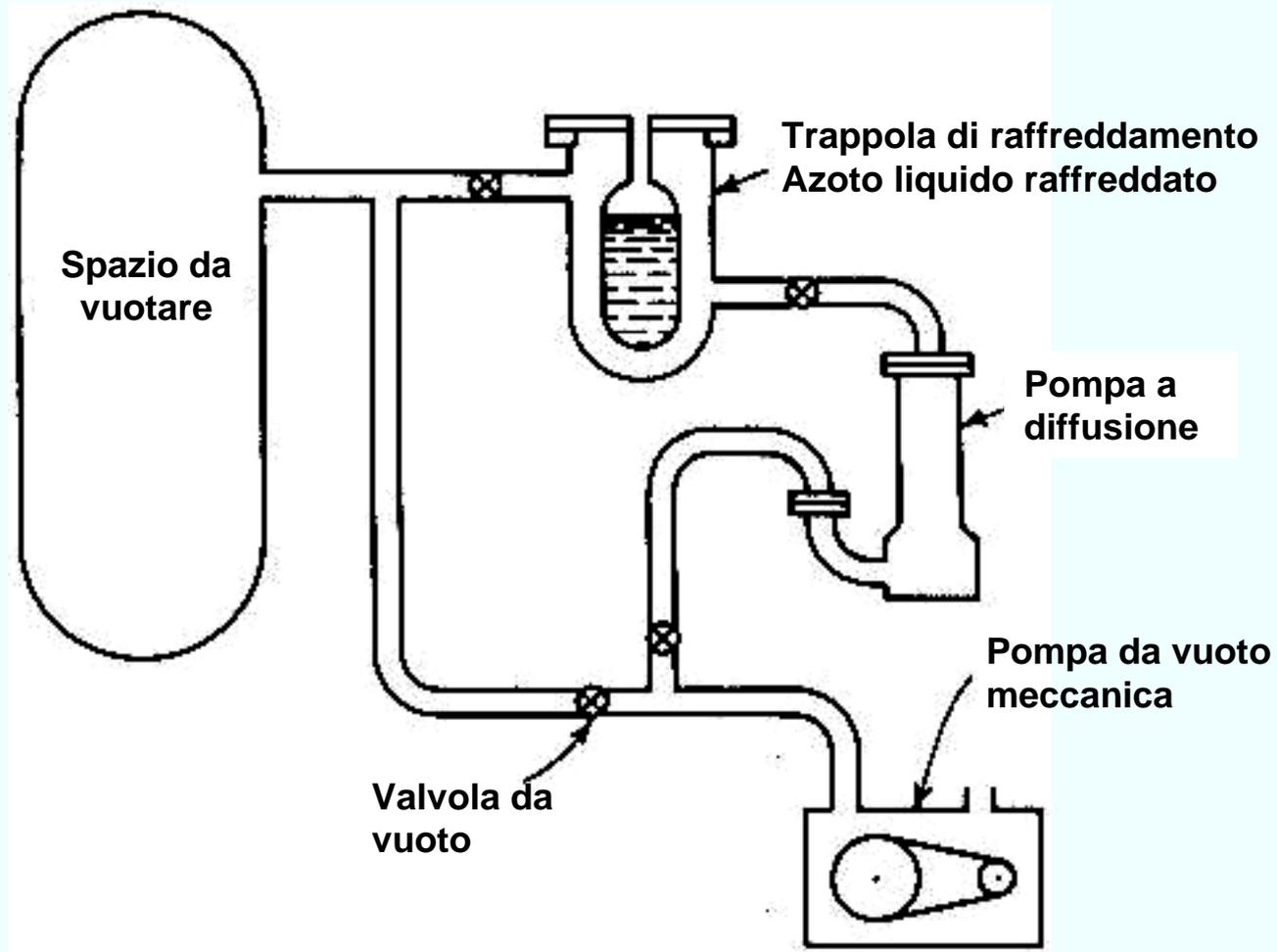
Un fornello alla base della pompa riscalda un olio sintetico a bassa tensione di vapore, creando così un flusso di vapore che trascina con sé le molecole d'aria; queste, a loro volta, vengono espulse da una rotativa (collegata all'uscita della diffusione), mentre l'olio, fatto raffreddare per mezzo di un sistema di circolazione d'acqua, si ricondensa e ritorna nel fornello.

Le pompe a diffusione hanno una buona efficienza, ma presentano alcuni svantaggi legati al processo di riscaldamento e raffreddamento dell'olio.

# Schema di pompa a diffusione d'olio

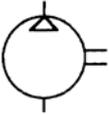
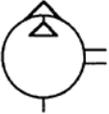
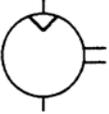
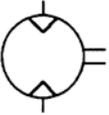
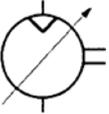
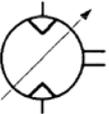


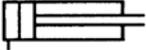
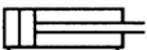
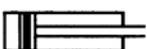
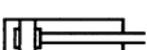
# Tipico banco da vuoto completo



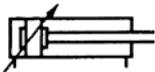
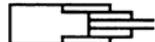
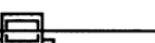
# **SIMBOLOGIA PNEUMATICA**

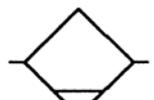
# Compressori, Motori e Attuatori

	<b>COMPRESSORE</b>
	<b>POMPA DEL VUOTO</b>
	<b>MOTORE PNEUMATICO CON UNICO SENSO DI ROTAZIONE</b>
	<b>MOTORE PNEUMATICO CON DOPPIO SENSO DI ROTAZIONE</b>
	<b>MOTORE PNEUMATICO UNICO SENSO DI ROTAZIONE A CILINDRATA VARIABILE</b>
	<b>MOTORE PNEUMATICO DOPPIO SENSO DI ROTAZIONE A CILINDRATA VARIABILE</b>

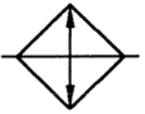
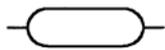
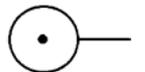
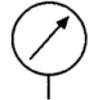
	<b>CILINDRO ROTATIVO</b>
	<b>CILINDRO A SEMPLICE EFFETTO, RITORNO MEDIANTE FORZA ESTERNA</b>
	<b>CILINDRO A SEMPLICE EFFETTO, RITORNO A MOLLA</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO CON MAGNETE PERMANENTE</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO CON AMMORTIZZATORI DI FINECORSA, NON REGOLABILI, SU AMBO I LATI</b>

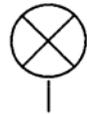
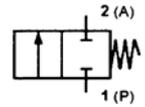
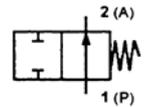
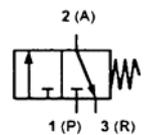
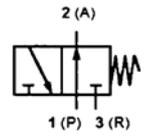
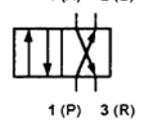
# Attuatori e Filtri

	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO CON AMMORTIZZATORI DI FINECORSA REGOLABILI SU AMBO I LATI</b>
	<b>CILINDRO A SEMPLICE EFFETTO TELESCOPICO</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO TELESCOPICO</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO CON ASTA PASSANTE</b>
	<b>CILINDRO A DOPPIO EFFETTO SENZA ASTA AD ACCOPPIAMENTO (PISTONE EQUIPAGGIO MOBILE) MAGNETICO</b>
	<b>UNITA' DI CONDIZIONAMENTO F.R.L. (FILTRO RIDUTTORE LUBRIFICATORE) SIMBOLO SEMPLIFICATO</b>

	<b>FILTRO</b>
	<b>SCARICATORE DI CONDENSA MANUALE</b>
	<b>SCARICATORE DI CONDENSA AUTOMATICO</b>
	<b>FILTRO CON SCARICATORE DI CONDENSA AUTOMATICO</b>
	<b>ESSICCATORE</b>
	<b>LUBRIFICATORE</b>

# Accessori e Valvole direzionali

	<b>REFRIGERATORE A CIRCUITO CHIUSO</b>
	<b>ACCUMULATORE, SERBATOIO</b>
	<b>SILENZIATORE</b>
	<b>FONTE DI PRESSIONE</b>
	<b>PUNTO DI SCARICO</b>
	<b>MANOMETRO</b>

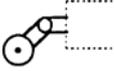
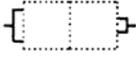
	<b>INDICATORE</b>
	<b>VALVOLA DI DIREZIONE 2/2 NORMALMENTE CHIUSA</b>
	<b>VALVOLA DI DIREZIONE 2/2 NORMALMENTE APERTA</b>
	<b>VALVOLA DI DIREZIONE 3/2 NORMALMENTE CHIUSA</b>
	<b>VALVOLA DI DIREZIONE 3/2 NORMALMENTE APERTA</b>
	<b>VALVOLA DI DIREZIONE 4/2</b>

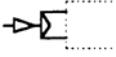
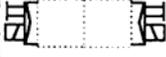
# Valvole Direzionali ed Azionamenti

<p>4 (A) 2 (B) 1 (P) 3 (S) 5 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 5/2</b></p>
<p>2 (A) 1 (P) 3 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 3/3 CON POSIZIONE INTERMEDIA CHIUSA</b></p>
<p>4 (A) 2 (B) 1 (P) 3 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 4/3 CON POSIZIONE INTERMEDIA CHIUSA</b></p>
<p>4 (A) 2 (B) 1 (P) 3 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 4/3 CON POSIZIONE INTERMEDIA IN SCARICO</b></p>
<p>4 (A) 2 (B) 1 (P) 3 (S) 5 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 5/3 CON POSIZIONE INTERMEDIA CHIUSA</b></p>
<p>4 (A) 2 (B) 1 (P) 3 (S) 5 (R)</p>	<p><b>VALVOLA DI DIREZIONE 5/3 CON POSIZIONE INTERMEDIA IN SCARICO</b></p>

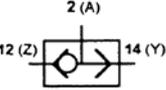
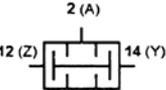
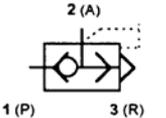
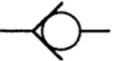
	<p><b>AZIONAMENTO MANUALE GENERICO, SENZA SPECIFICAZIONE DEL DISPOSITIVO DI AZIONAMENTO</b></p>
	<p><b>AZIONAMENTO MANUALE A PULSANTE</b></p>
	<p><b>AZIONAMENTO MANUALE A PULSANTE CON AGGANCIO MECCANICO</b></p>
	<p><b>AZIONAMENTO MANUALE A LEVA</b></p>
	<p><b>AZIONAMENTO A PEDALE</b></p>
	<p><b>AZIONAMENTO MECCANICO AD ASTINA O TASTO</b></p>

# Azionamenti

	<b>RIPOSIZIONAMENTO MECCANICO A MOLLA</b>
	<b>AZIONAMENTO MECCANICO A LEVA-RULLO</b>
	<b>AZIONAMENTO MECCANICO A LEVA-RULLO UNIDIREZIONALE</b>
	<b>AZIONAMENTO PNEUMATICO DIRETTO, MEDIANTE IMMISSIONE DI PRESSIONE</b>
	<b>AZIONAMENTO PNEUMATICO DIRETTO, MEDIANTE SCARICO DELLA PRESSIONE</b>
	<b>AZIONAMENTO PNEUMATICO SU SUPERFICIE DIFFERENZIALI : LA SUPERFICIE MAGGIORE E' PREVALENTE</b>

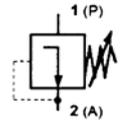
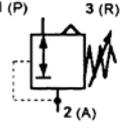
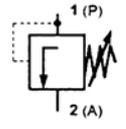
	<b>AZIONAMENTO PNEUMATICO MEDIANTE IMMISSIONE DI PRESSIONE NELLA VALVOLA DI PREPILOTAGGIO (SERVOPILOTA)</b>
	<b>AZIONAMENTO ELETTRICO</b>
	<b>AZIONAMENTO ELETTRICO CON SERVOPILOTA PNEUMATICO</b>
	<b>AZIONAMENTO COMBINATO: ELETTRICO CON SERVOPILOTA PNEUMATICO E MANUALE GENERICO</b>
	<b>AZIONAMENTO ELETTRICO E MANUALE GENERICO SERVOPILOTATI SU AMBO I LATI: BISTABILE</b>
	<b>AZIONAMENTO ELETTRICO E MANUALE GENERICO SERVOPILOTATI PER VALVOLA A 3 POSIZIONI; POSIZIONE CENTRALE A RIPOSO</b>

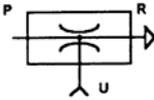
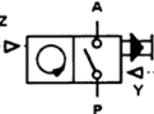
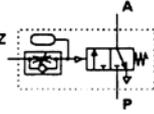
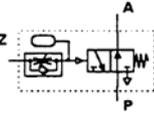
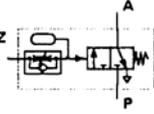
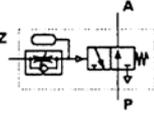
# Valvole di controllo

	<p><b>VALVOLA SELETRICE. FUNZIONE LOGICA OR</b></p>
	<p><b>VALVOLA A DUE PRESSIONI. FUNZIONE LOGICA AND</b></p>
	<p><b>VALVOLA DI SCARICO RAPIDO</b></p>
	<p><b>VALVOLA DI NON RITORNO SENZA MOLLA</b></p>
	<p><b>VALVOLA DI NON RITORNO CON MOLLA</b></p>
	<p><b>VALVOLA DI NON RITORNO PILOTATA</b></p>

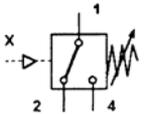
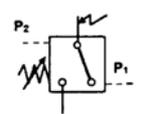
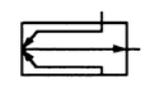
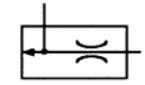
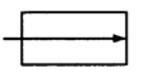
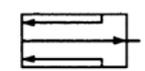
	<p><b>STROZZATURA A SEZIONE COSTANTE</b></p>
	<p><b>STROZZATURA A DIAFRAMMA A SEZIONE COSTANTE</b></p>
	<p><b>RIDUTTORE DI FLUSSO A SEZIONE VARIABILE</b></p>
	<p><b>RIDUTTORE DI FLUSSO UNIDIREZIONALE A SEZIONE VARIABILE</b></p>
	<p><b>INNESTI RAPIDI SENZA VALVOLA DI NON RITORNO ACCOPPIATI</b></p>
	<p><b>INNESTI RAPIDI CON VALVOLA DI NON RITORNO ACCOPPIATI</b></p>

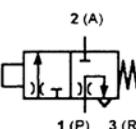
# Valvole di controllo

	<b>INNESTI RAPIDI SENZA VALVOLA DI NON RITORNO NON ACCOPPIATI</b>
	<b>INNESTI RAPIDI CON VALVOLA DI NON RITORNO NON ACCOPPIATI</b>
	<b>RIDUTTORE DI PRESSIONE A 2 VIE</b>
	<b>RIDUTTORE DI PRESSIONE A 3 VIE</b>
	<b>VALVOLA DI SEQUENZA (O VALVOLA A SOGLIA DI PRESSIONE)</b>
	<b>VALVOLA DI INTERCETTAZIONE</b>

	<b>GENERATORE DI VUOTO (PER EFFETTO VENTURI)</b>
	<b>CONTAIMPULSI PNEUMATICO A PRESELEZIONE (CONTEGGIO DECRESCENTE)</b>
	<b>TEMPORIZZATORE PNEUMATICO AD AZIONAMENTO RITARDATO CON VALVOLA 3/2 N.C.</b>
	<b>TEMPORIZZATORE PNEUMATICO AD AZIONAMENTO RITARDATO CON VALVOLA 3/2 N.A.</b>
	<b>TEMPORIZZATORE PNEUMATICO A DISAZIONAMENTO RITARDATO CON VALVOLA 3/2 N.C.</b>
	<b>TEMPORIZZATORE PNEUMATICO A DISAZIONAMENTO RITARDATO CON VALVOLA 3/2 N.A.</b>

# Sensori

	<p><b>PRESSOSTATO (TARABILE)</b></p>
	<p><b>TRASDUTTORE PNEUMO-ELETTRICO DIFFERENZIALE</b></p>
	<p><b>SENSORE PNEUMATICO A RIFLESSIONE</b></p>
	<p><b>UGELLO PRESSOSTATICO</b></p>
	<p><b>SENSORE A BARRIERA (EMETTITORE)</b></p>
	<p><b>SENSORE A BARRIERA (RICEVITORE)</b></p>

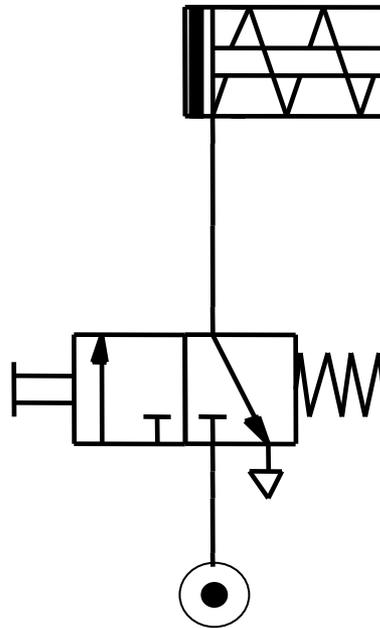
	<p><b>SENSORE A FORCELLA</b></p>
	<p><b>FINECORSA PNEUMATICO AD AZIONAMENTO MAGNETICO</b></p>

# **CIRCUITI PNEUMATICI ELEMENTARI**

- **Comandi e Regolazioni**
- **Funzioni Logiche**
- **Comandi temporizzati**

# Comando di un cilindro a semplice effetto

Si vuole comandare un cilindro a semplice effetto con un pulsante in modo che premendo il pulsante lo stelo esca e lasciando il pulsante lo stelo rientri. Occorre una 3/2 NC.

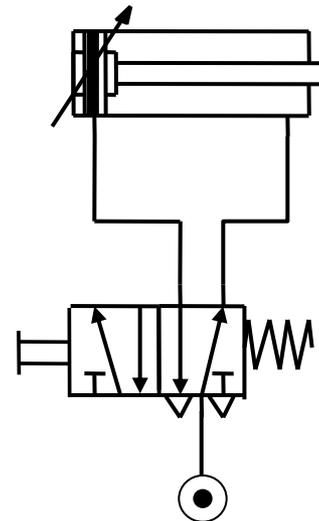
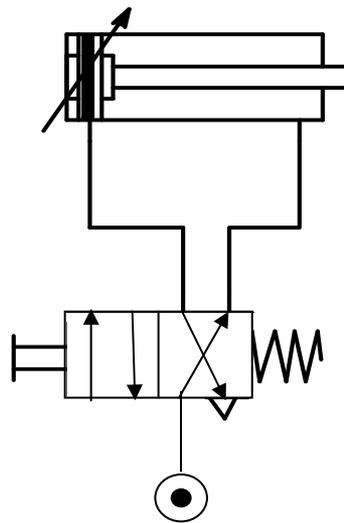


# Comando di un cilindro a doppio effetto

Si vuole comandare un cilindro a doppio effetto con un pulsante in modo che premendo il pulsante lo stelo esca e lasciando il pulsante lo stelo rientri.

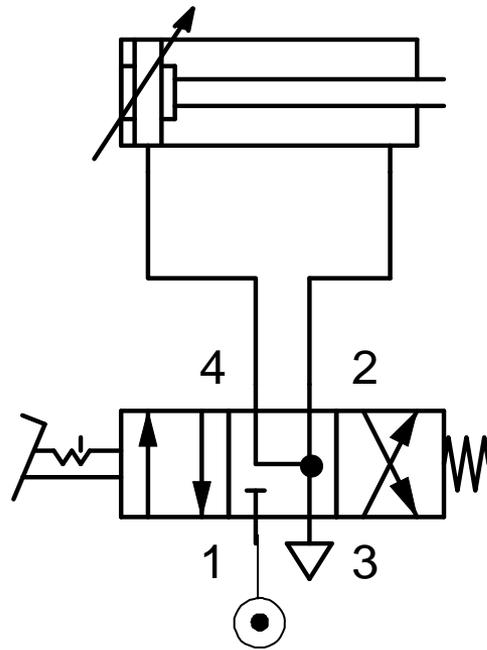
Si può fare in due modi:

con una valvola 4/2 monostabile oppure una 5/2 monostabile.



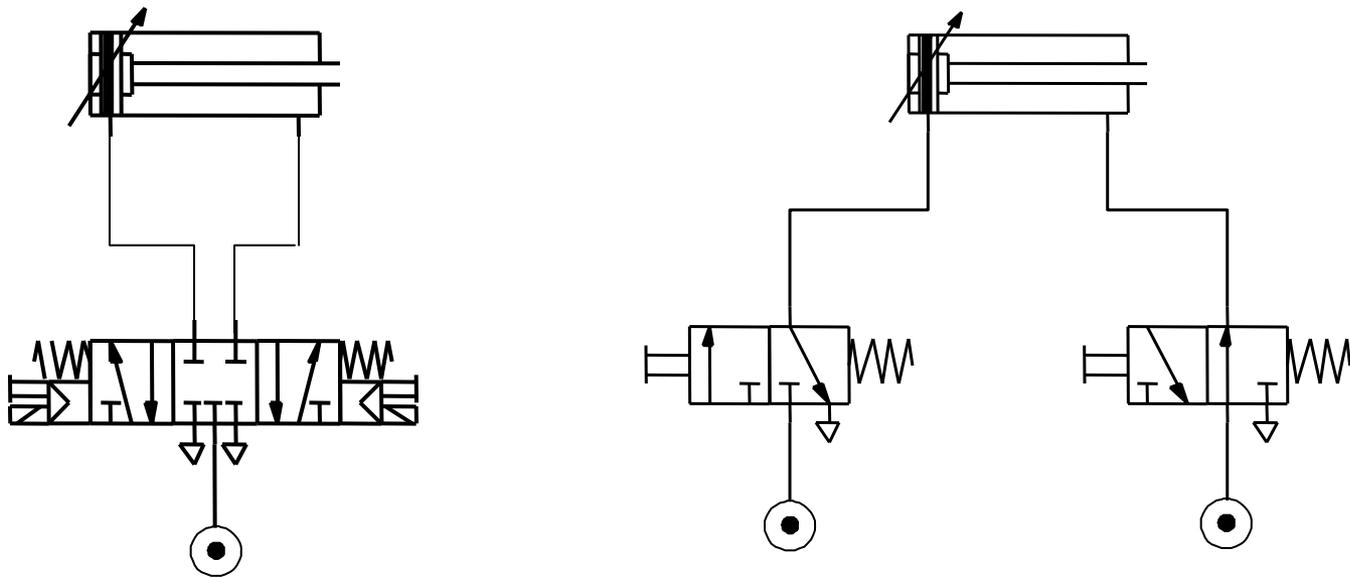
# Comando di un cilindro a doppio effetto con stelo scorrevole a riposo

Si vuole comandare un cilindro a doppio effetto in modo che in posizione di riposo lo stelo possa scorrere: si deve utilizzare una 4/3 con posizione intermedia in scarico.



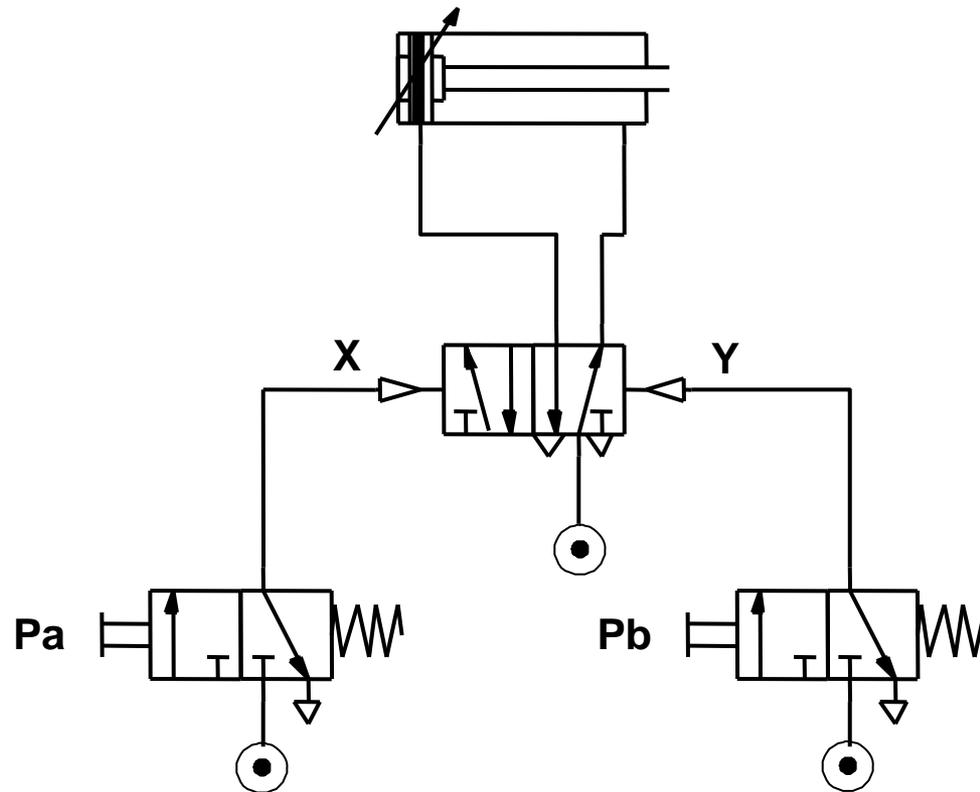
# Comando di un cilindro a doppio effetto con stelo bloccato a riposo

Si vuole comandare un cilindro a doppio effetto in modo che in posizione di riposo lo stelo rimanga bloccato: si può ottenere con una 4/3 o 5/3 con posizione intermedia chiusa, oppure con due 3/2 di cui una NA e una NC.

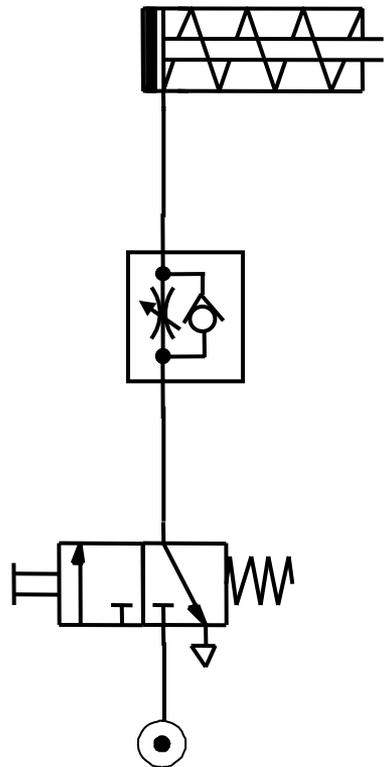


# Comando di un cilindro a doppio effetto con due pulsanti

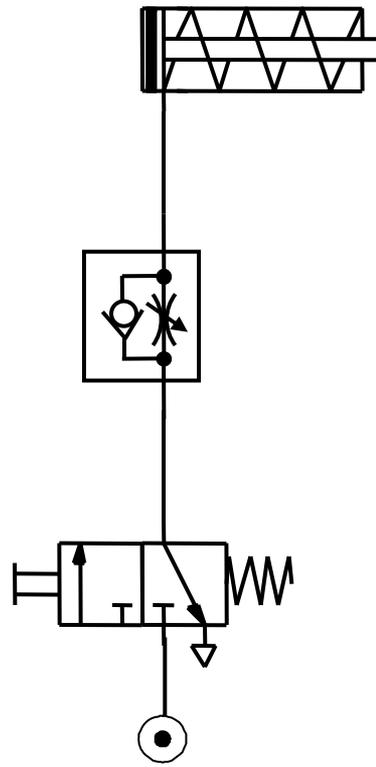
Un pulsante dovrà comandare l'uscita dello stelo e un pulsante il suo rientro. Bisogna utilizzare una valvola bistabile comandata pneumaticamente con due valvole monostabili 3/2.



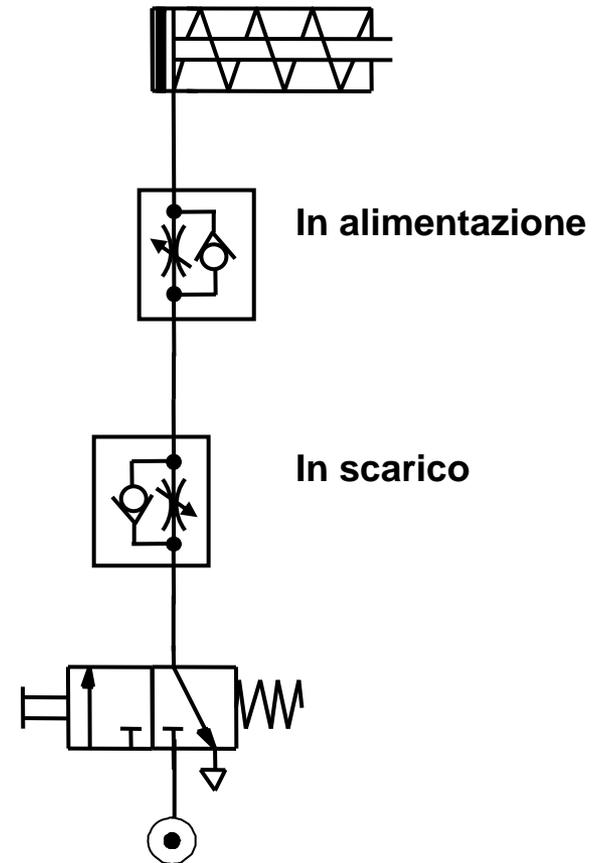
# Regolazione della velocità in cilindro a semplice effetto



Nella corsa di andata

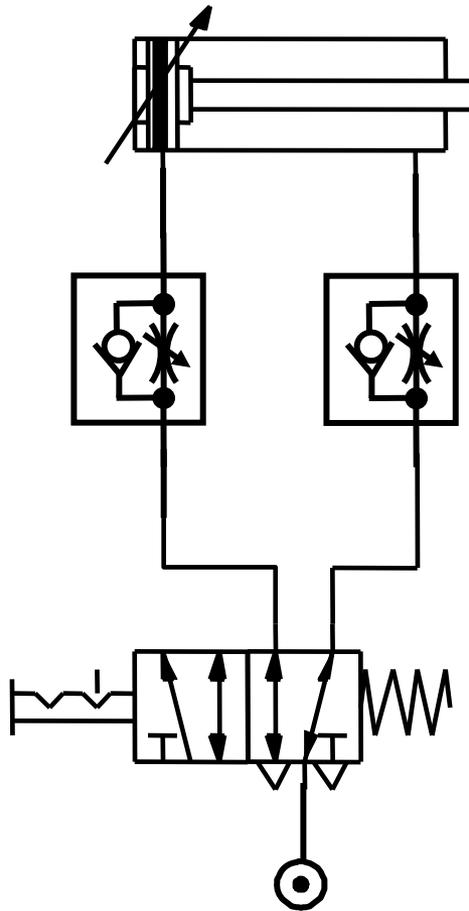


Nella corsa di ritorno

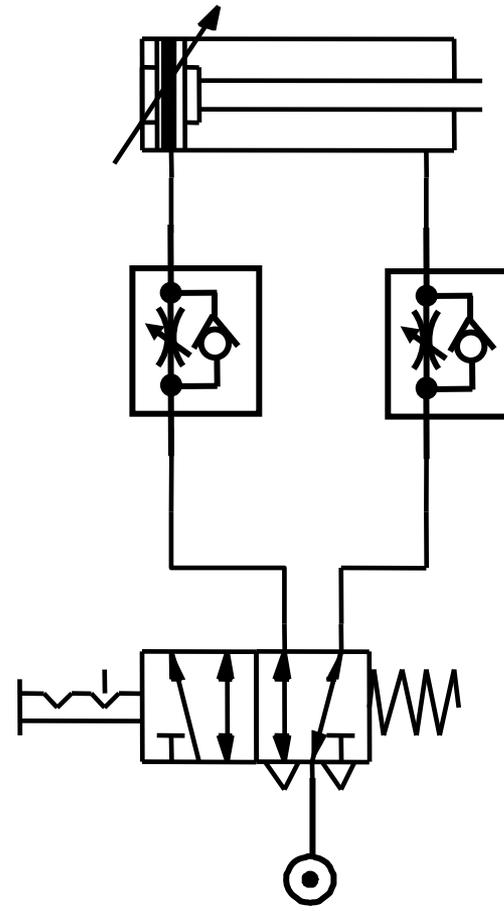


Nelle due corse

# Regolazione della velocità in cilindro a doppio effetto

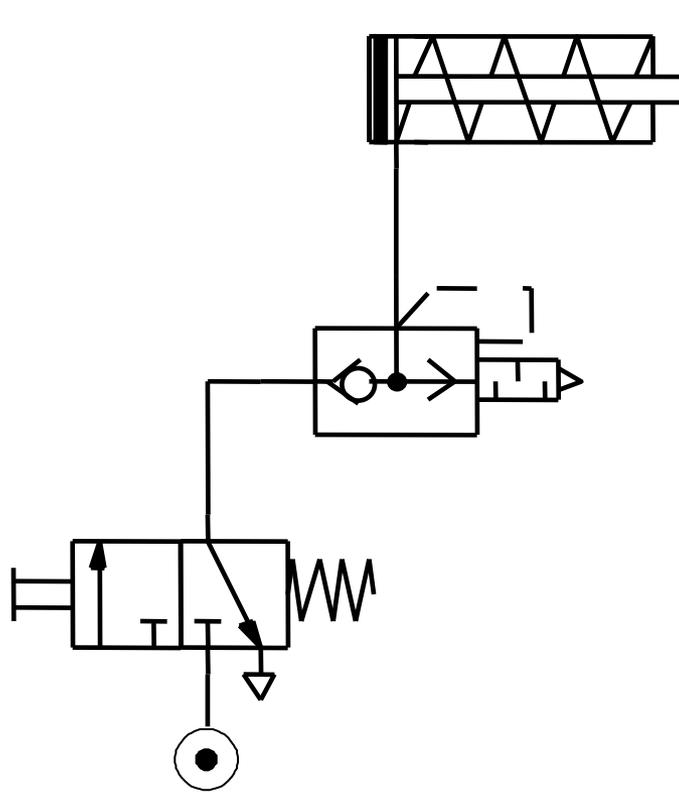


Strozzatura in scarico

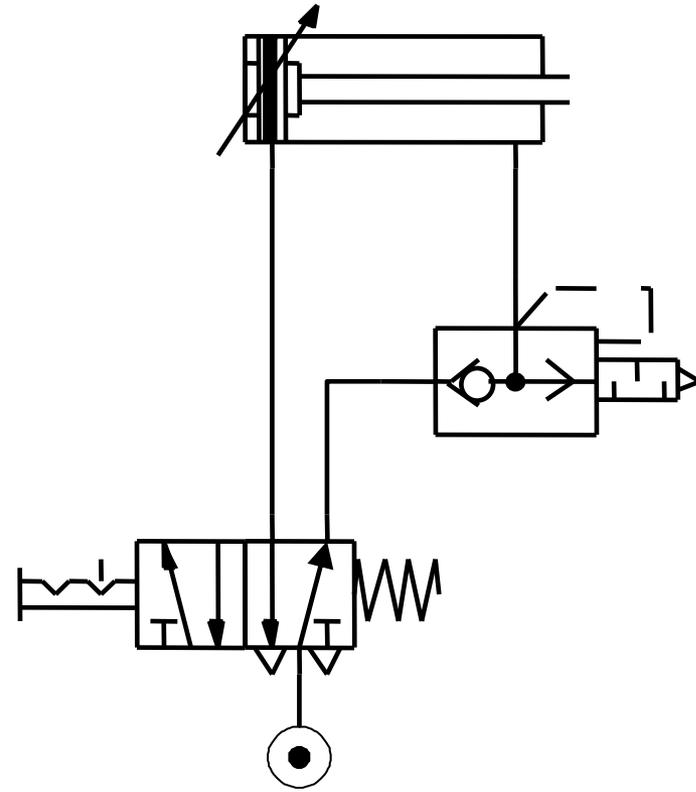


Strozzatura in alimentazione

# Corse rapide



**Ritorno rapido**

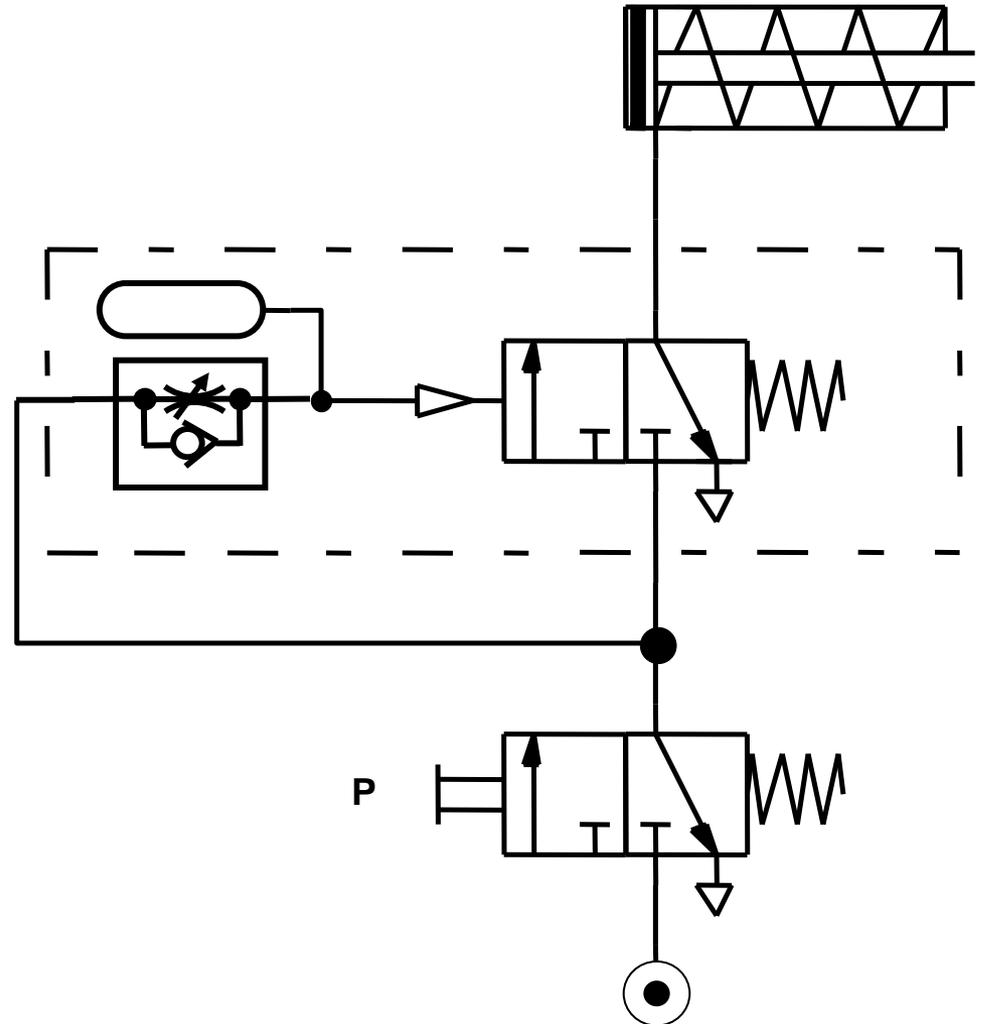


**Andata rapida**



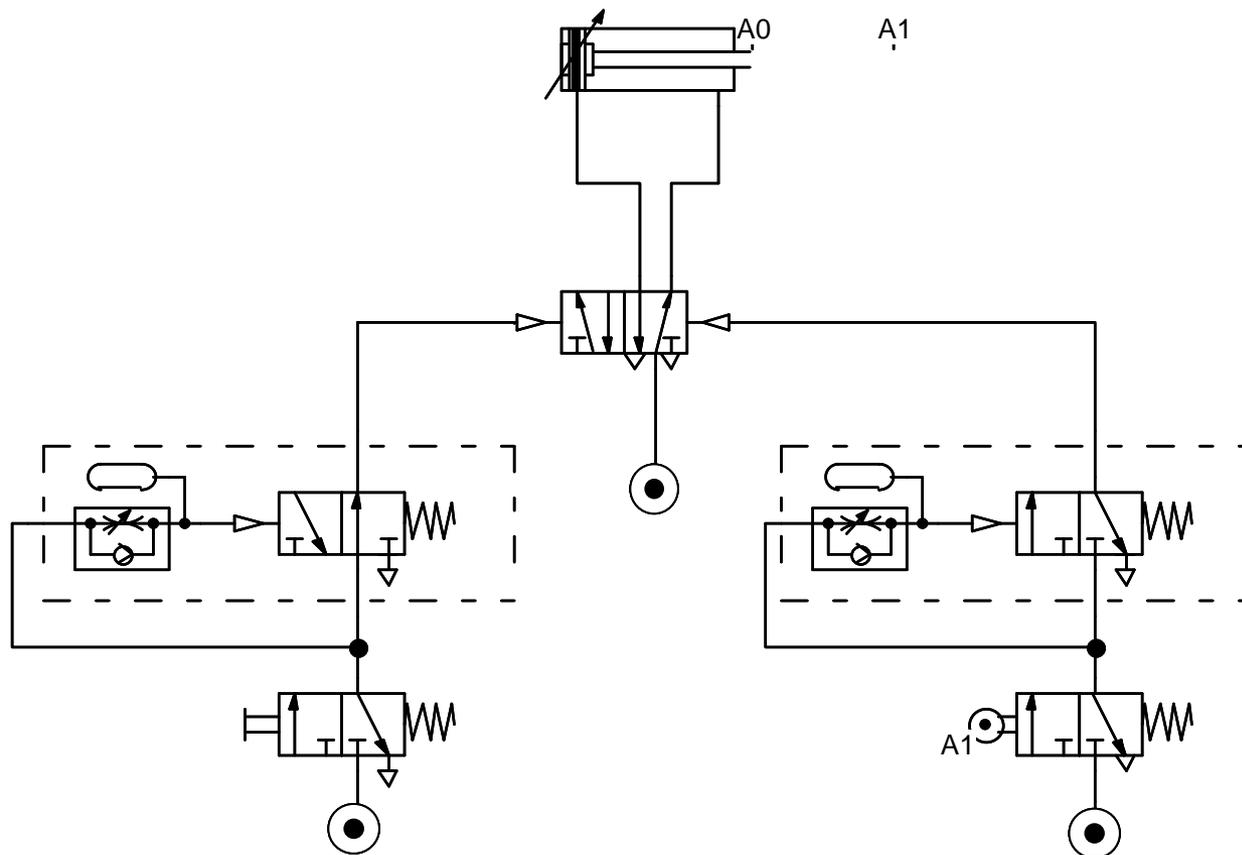
# Comandi temporizzati

Premendo il pulsante P comincia ad entrare aria nel serbatoio del temporizzatore e, se è stato programmato per 2 sec, appena ha raggiunto la pressione necessaria apre la valvola di comando del cilindro, facendo così uscire lo stelo

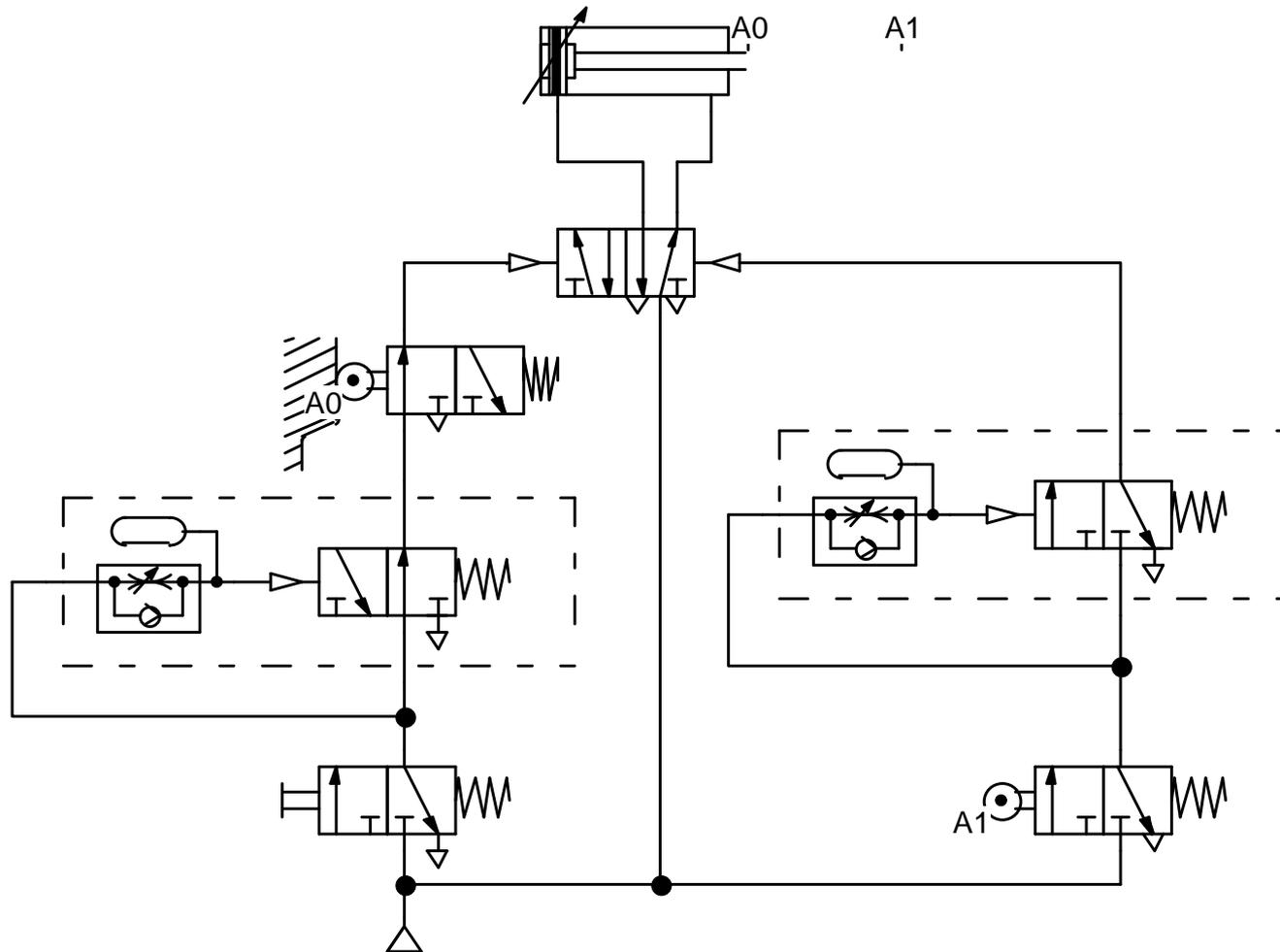


# Esercizio di incollaggio pezzi

Un azionamento a pulsante deve comandare la corsa di andata dello stelo del cilindro il quale raggiunta la posizione di fine corsa deve serrare due pezzi, che debbono essere incollati, per dieci sec. E quindi ritornare nella posizione iniziale anche se il pulsante di marcia è per errore ancora premuto.

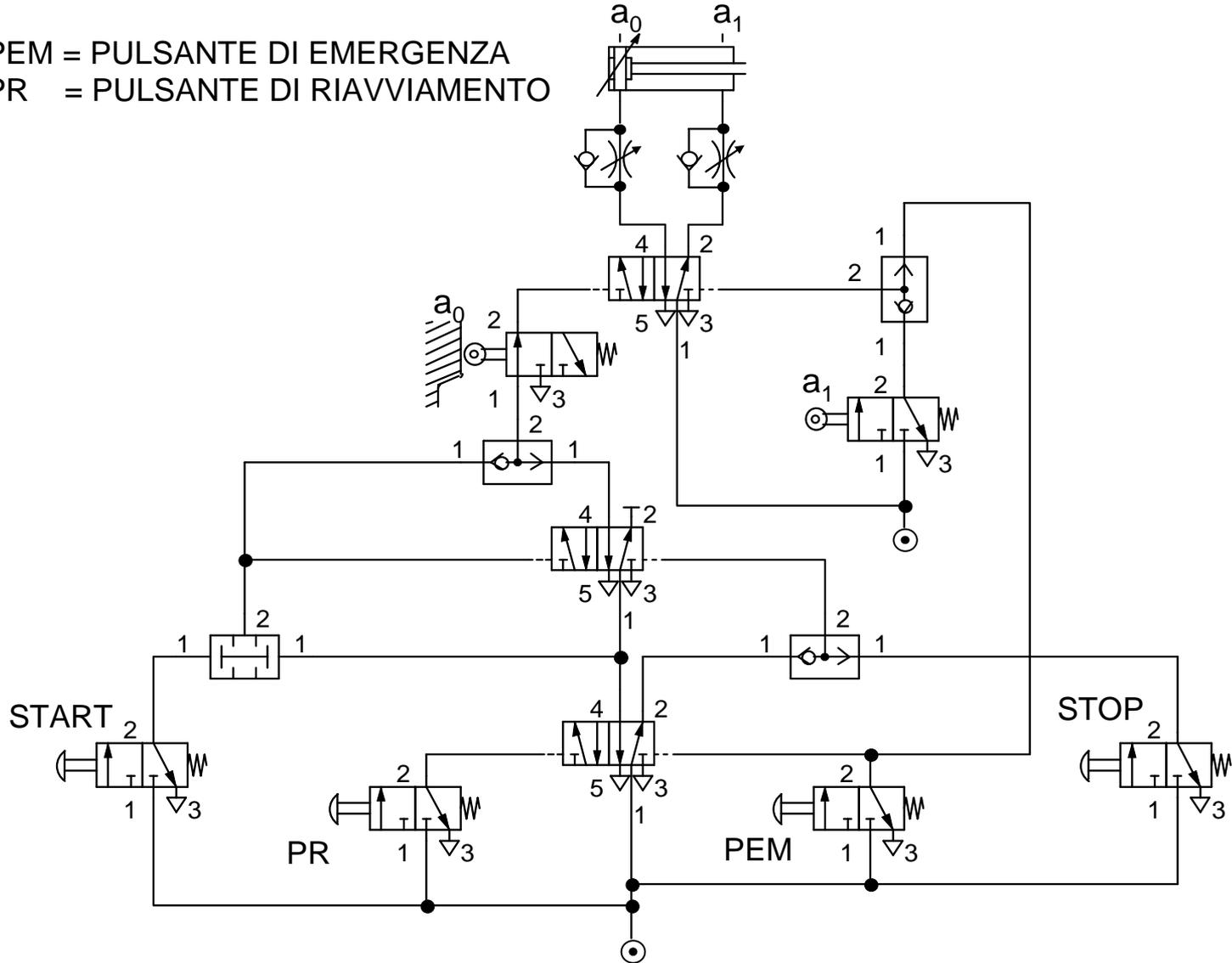


Comando per incollaggio pezzi con rientro sicuro dopo 10 sec



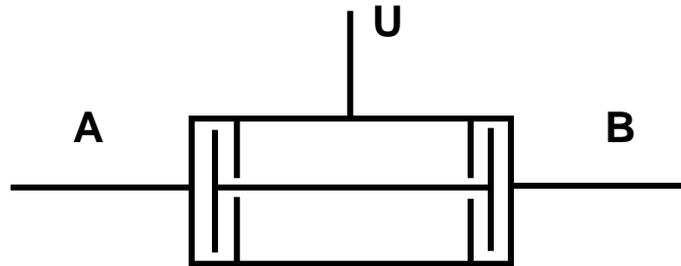
# Comando di emergenza

PEM = PULSANTE DI EMERGENZA  
PR = PULSANTE DI RIAVVIAMENTO



# **ELEMENTI DI LOGICA PNEUMATICA**

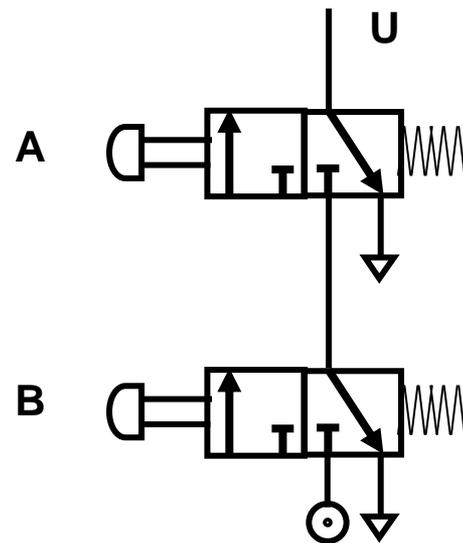
# Valvola AND



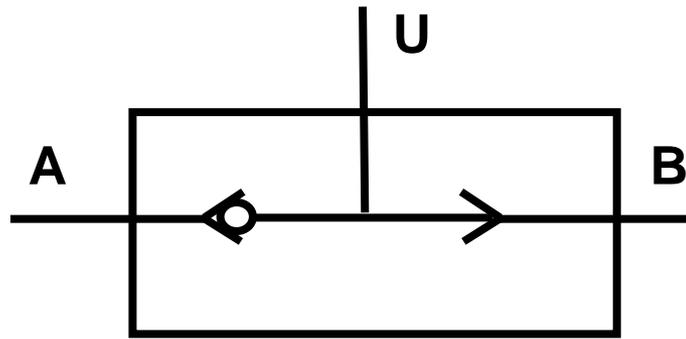
Se ci sono i due ingressi A e B allora ci sarà l'uscita U

Vediamo come s'implementa:

Ci sarà l'uscita soltanto se  
si premono i due pulsanti  
A e B



# Valvola OR



$$A + B = U$$

# Funzioni Temporali

Le funzioni temporali sono realizzate mediante elementi temporizzatori. L'effetto nel tempo può essere di **ritardo all'attivazione** oppure di **ritardo alla disattivazione**

- **Ritardo all'attivazione**

Il segnale in ingresso in un temporizzatore appare in uscita soltanto dopo un ritardo regolabile, mentre non vi sono ritardi in uscita se viene tolto il segnale in ingresso

- **Ritardo alla disattivazione**

Il segnale in ingresso appare in uscita senza ritardo, ma se il segnale in ingresso cessa l'uscita commuta solo dopo un certo tempo

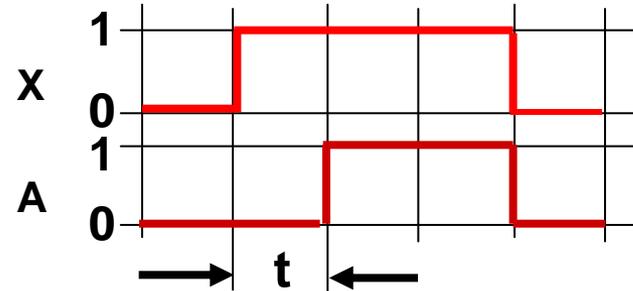
# Temporizzatore con ritardo all'attivazione

Il circuito è costituito da un distributore 3/2 N/C quale elemento commutatore. Il segnale in ingresso viene ritardato tramite la combinazione di una valvola di strozzamento unidirezionale e di un serbatoio d'aria.

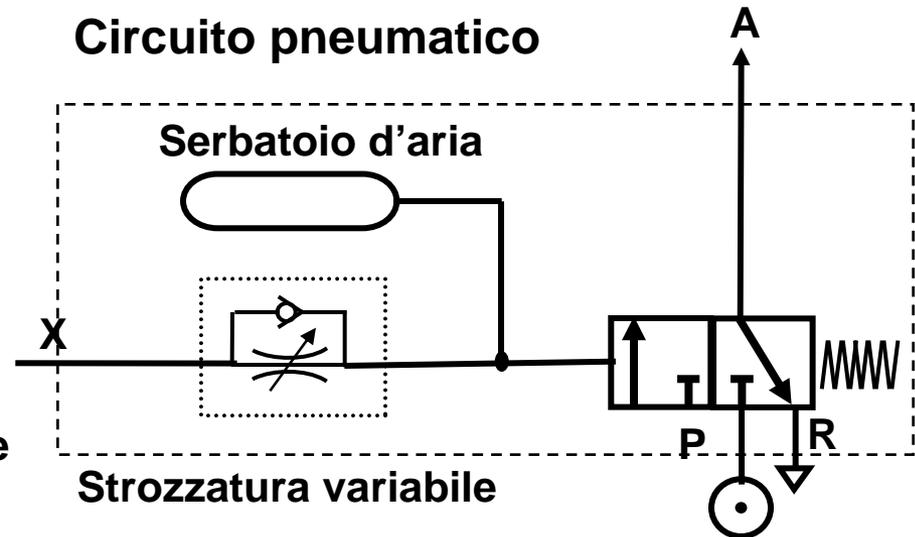
A seconda della regolazione della valvola di strozzamento e della capacità del serbatoio d'aria, trascorre un certo tempo prima che la pressione all'ingresso del distributore raggiunga un valore sufficiente per consentire la commutazione.

Tolto il segnale d'ingresso, l'aria contenuta nel serbatoio, può defluire rapidamente attraverso la valvola di non ritorno e perciò il segnale in uscita decade istantaneamente.

Diagramma dei segnali



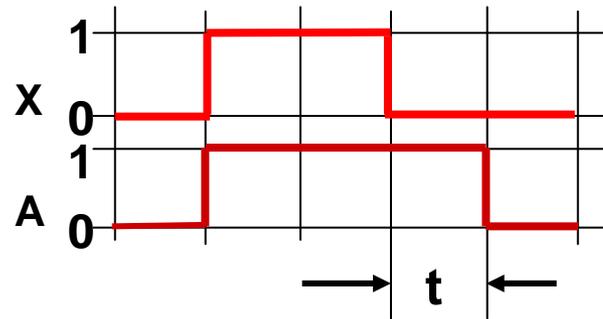
Circuito pneumatico



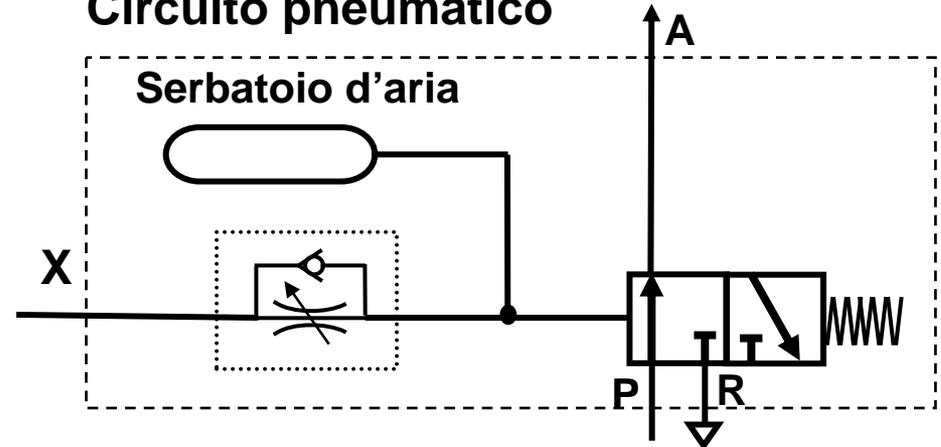
# Temporizzatore con ritardo alla disattivazione

Il funzionamento è simile al temporizzatore ritardato all'attivazione: in questo caso quando cessa il segnale d'ingresso, non potendo defluire istantaneamente l'aria dal serbatoio a causa della valvola unidirezionale, il segnale d'uscita durerà ancora per un tempo  $t$ .

Diagramma dei segnali



Circuito pneumatico



# **Esercizio**

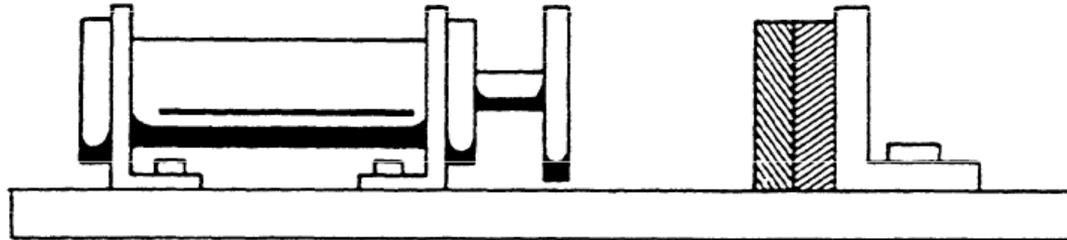
- **Realizzazione circuito**
- **Cablaggio**

# PRESSA DI INCOLLAGGIO

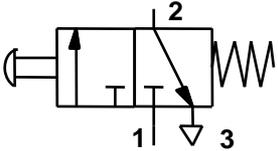
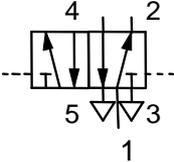
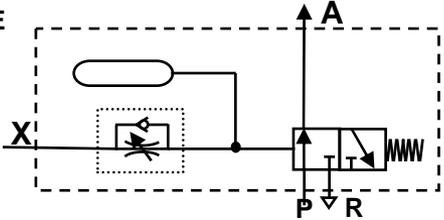
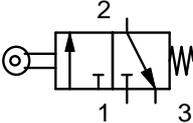
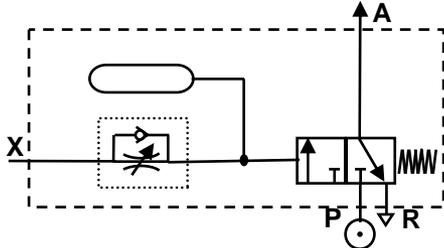
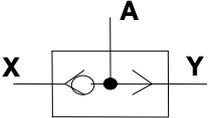
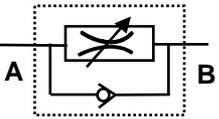
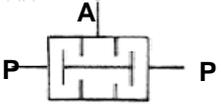
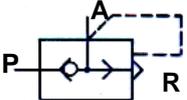
Per ottenere l'incollaggio tra i 2 semigusci in plastica del corpo di un termostato, si utilizza un cilindro a doppio effetto avviato mediante un pulsante o un pedale. Una volta che lo stelo ha raggiunto la posizione di fuoriuscita, deve mantenere in contatto per 20 secondi i due pezzi affinché possa avvenire la "saldatura". Dopo tale periodo lo stelo del pistone deve tornare alla posizione iniziale automaticamente.

## CONDIZIONI COMPLEMENTARI:

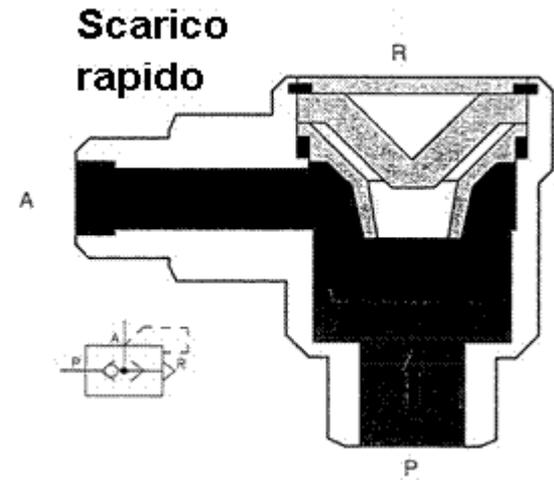
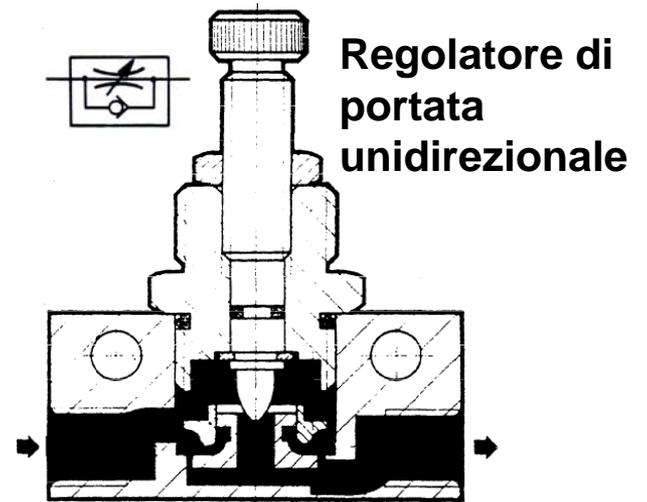
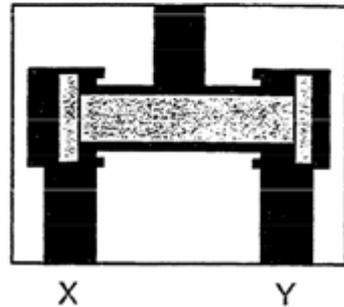
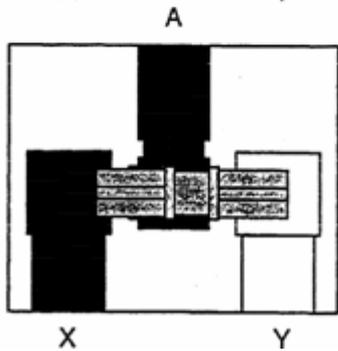
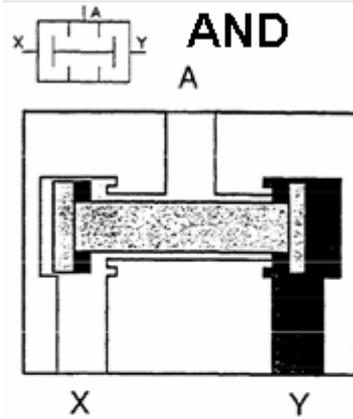
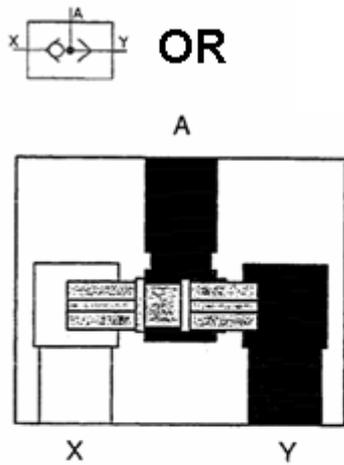
- la corsa di ritorno deve avvenire anche se il pulsante di Start è ancora premuto;
- un nuovo segnale di inizio ciclo può diventare efficace solo dopo che la posizione iniziale è stata raggiunta ed il pulsante è stato rilasciato;
- lo stelo deve uscire lentamente e tornare velocemente



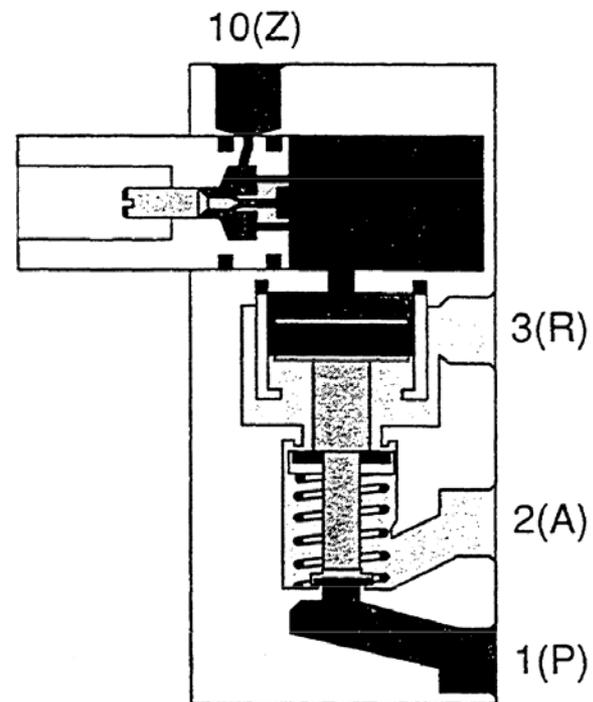
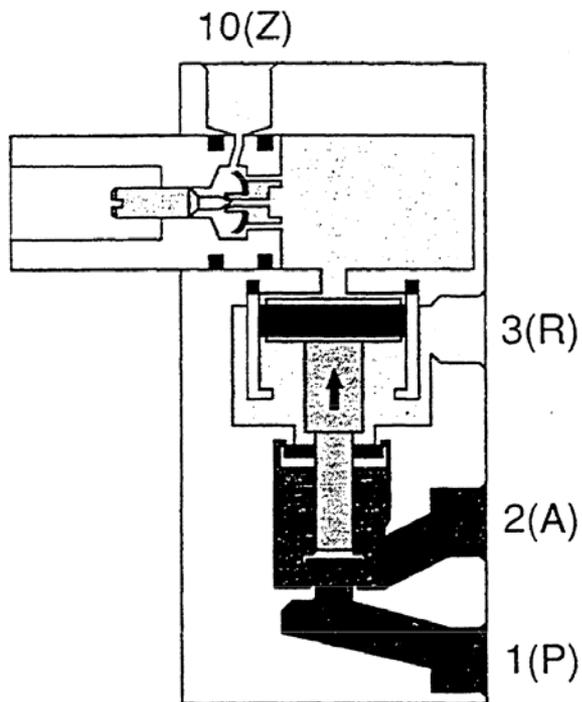
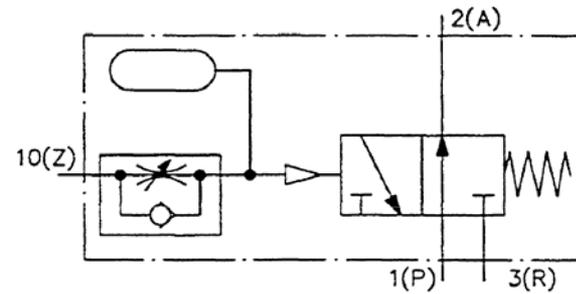
# Componenti

Q.tà	DESCRIZIONE	SIMBOLO	Q.tà	DESCRIZIONE	SIMBOLO
1	CILINDRO A DOPPIO EFFETTO		2	PULSANTE 3/2 N.C.	
1	VALVOLA 5/2 BISTABILE		1	TEMPORIZZATORE	
2	FINECORSA 3/2 N.C.		1	TEMPORIZZATORE	
2	VALVOLA OR		1	REGOLATORE DI FLUSSO UNIDIREZIONALE	
1	VALVOLA AND				
1	SCARICO RAPIDO				

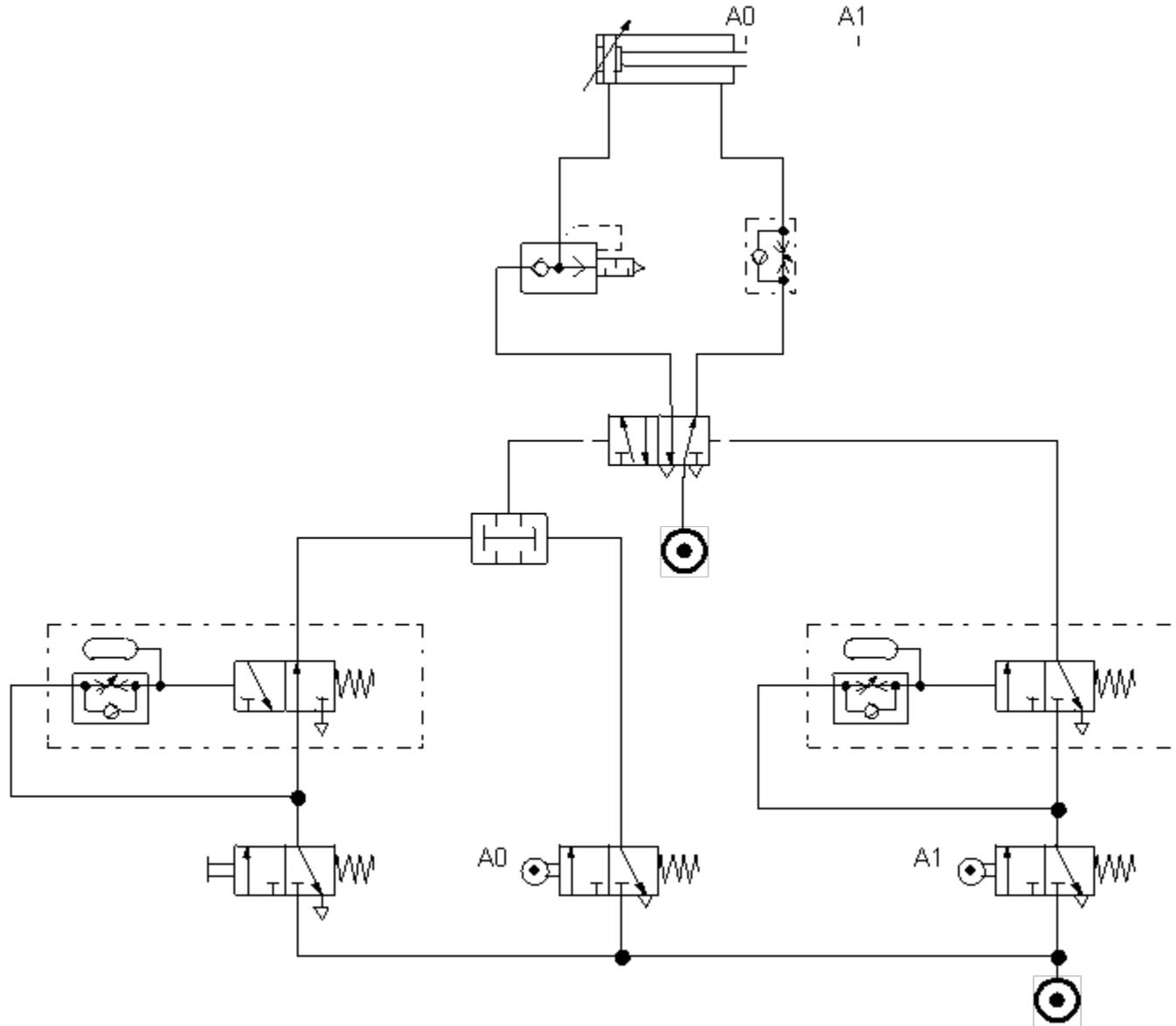
# Valvole di controllo da utilizzare



# Temporizzatore ritardato alla disattivazione



# Incollaggio pezzi



# **RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI COMANDI AUTOMATICI**

- Ciclo di lavoro e Fasi
- Diagramma delle Fasi
- Analisi dei segnali di comando

# La logica dei Circuiti

Le lettere dell'alfabeto si usano per indicare i cilindri: A, B, C, .....

Azionamento che fa uscire il pistone = A+, B+, ...

Azionamento che fa entrare il pistone = A-, B-, ...

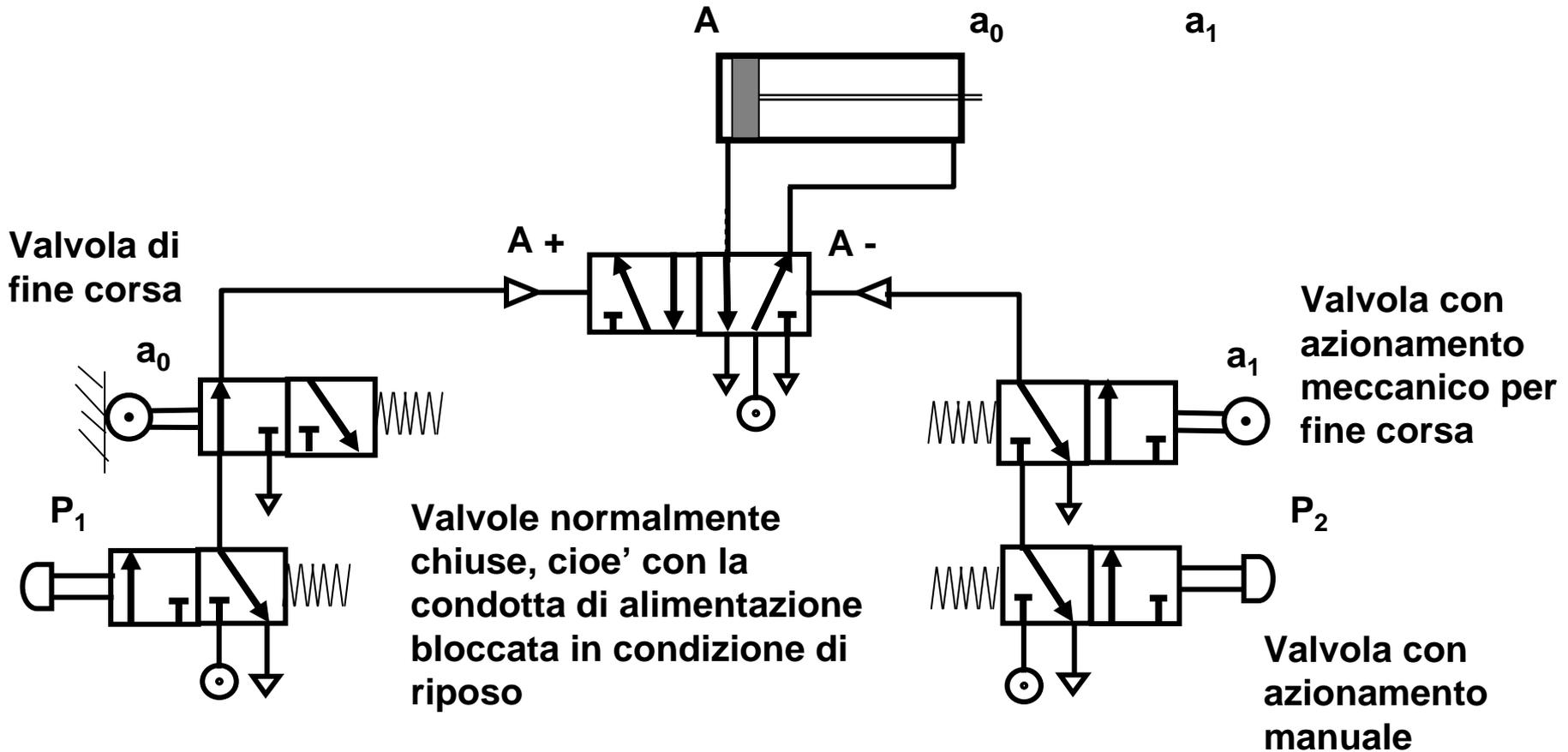
Fine corsa pistone dentro =  $a_0$  (punto di fine corsa)

Fine corsa pistone fuori =  $a_1$  (punto di fine corsa)

4 condizioni di verifica della logica

1. Do un comando
2. Verifico la correttezza
3. Eseguo il comando
4. Verifico che sia eseguito

# Realizzazione di un Circuito



# Ciclo

Si definisce CICLO l'insieme dei movimenti che sono compiuti partendo dalla condizione di riposo e ritornando nella condizione di riposo

A+ e' il movimento che porta fuori il pistone

A- e' il movimento che porta dentro il pistone,

Il CICLO più semplice si può rappresentare con:

A+ A-



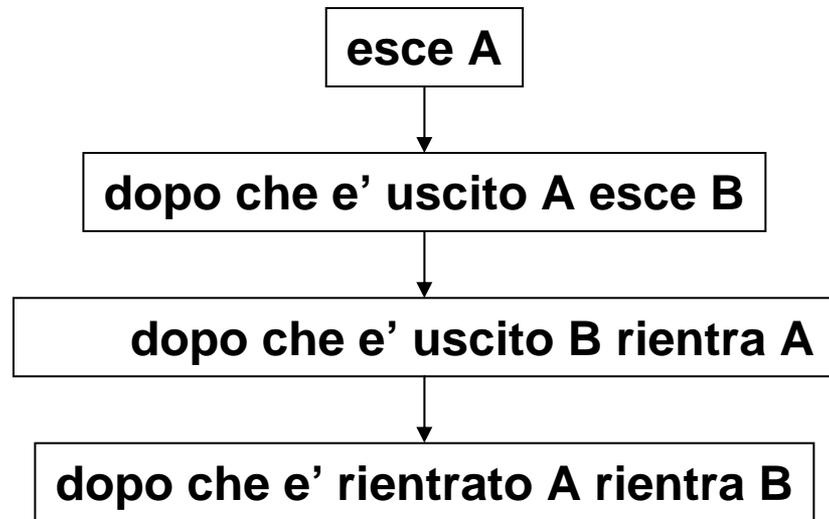
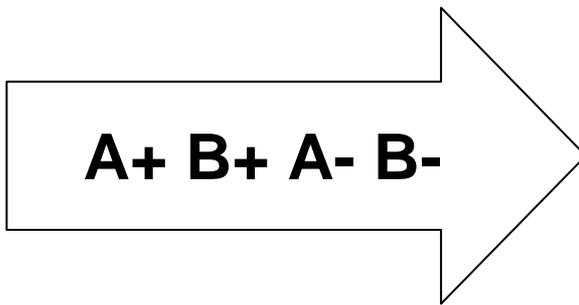
Condizione di riposo

oppure

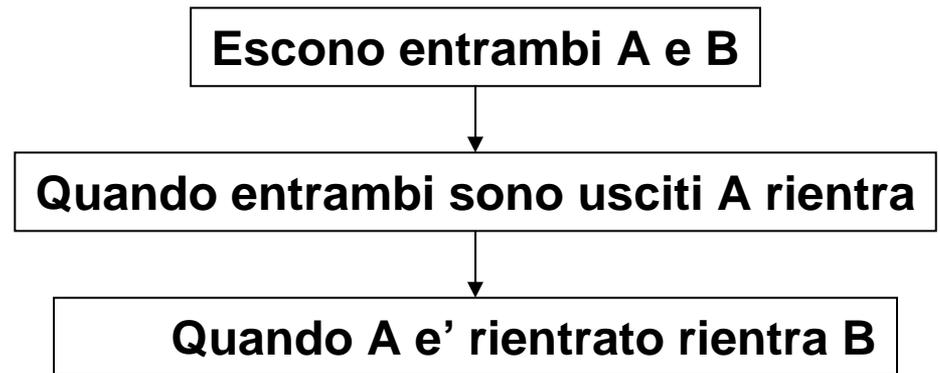
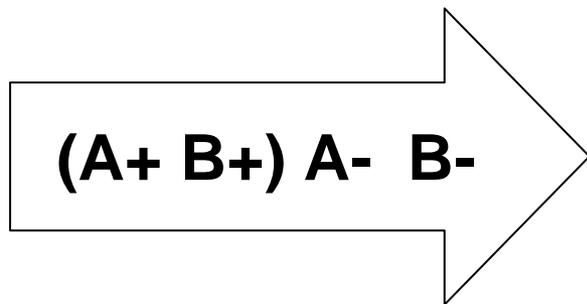
A- A+



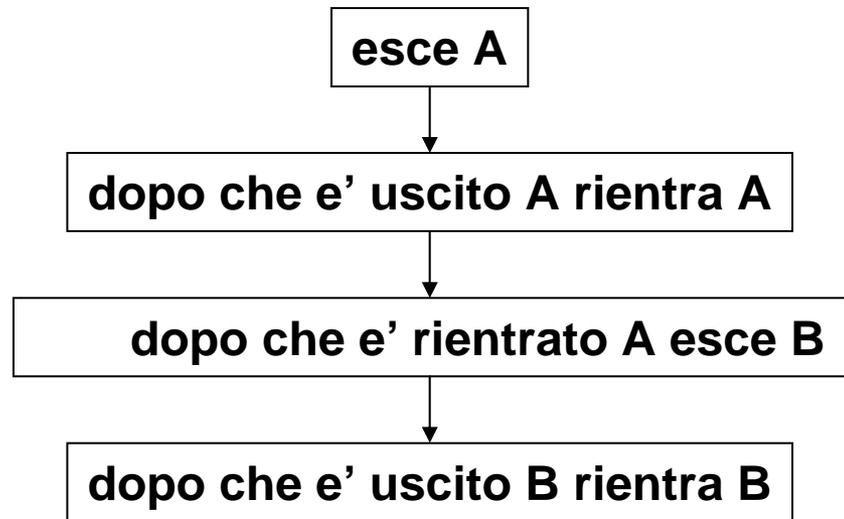
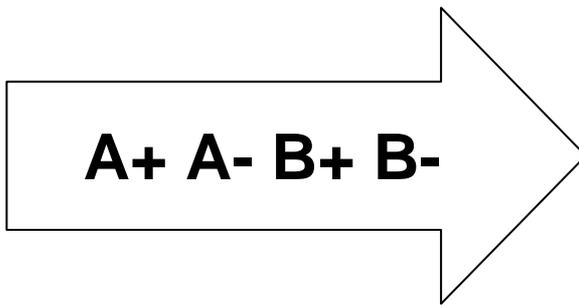
# Ciclo a due Cilindri: A+ B+ A- B-



# Ciclo a due Cilindri: (A+ B+) A- B-



# Ciclo a due Cilindri: A+ A- B+ B-



# Le fasi nel ciclo

Nel Ciclo precedente ci sono 4 fasi:

LA FASE E' LA PARTE DI LAVORO IN CUI AVVENGONO MOVIMENTI  
SIMULTANEI

Si possono avere tre tipi di CICLI:

a) CICLO MANUALE

Un ciclo e' MANUALE quando per realizzare ciascuna fase di lavoro necessita un comando manuale

b) CICLO SINGOLO (O SEMIAUTOMATICO)

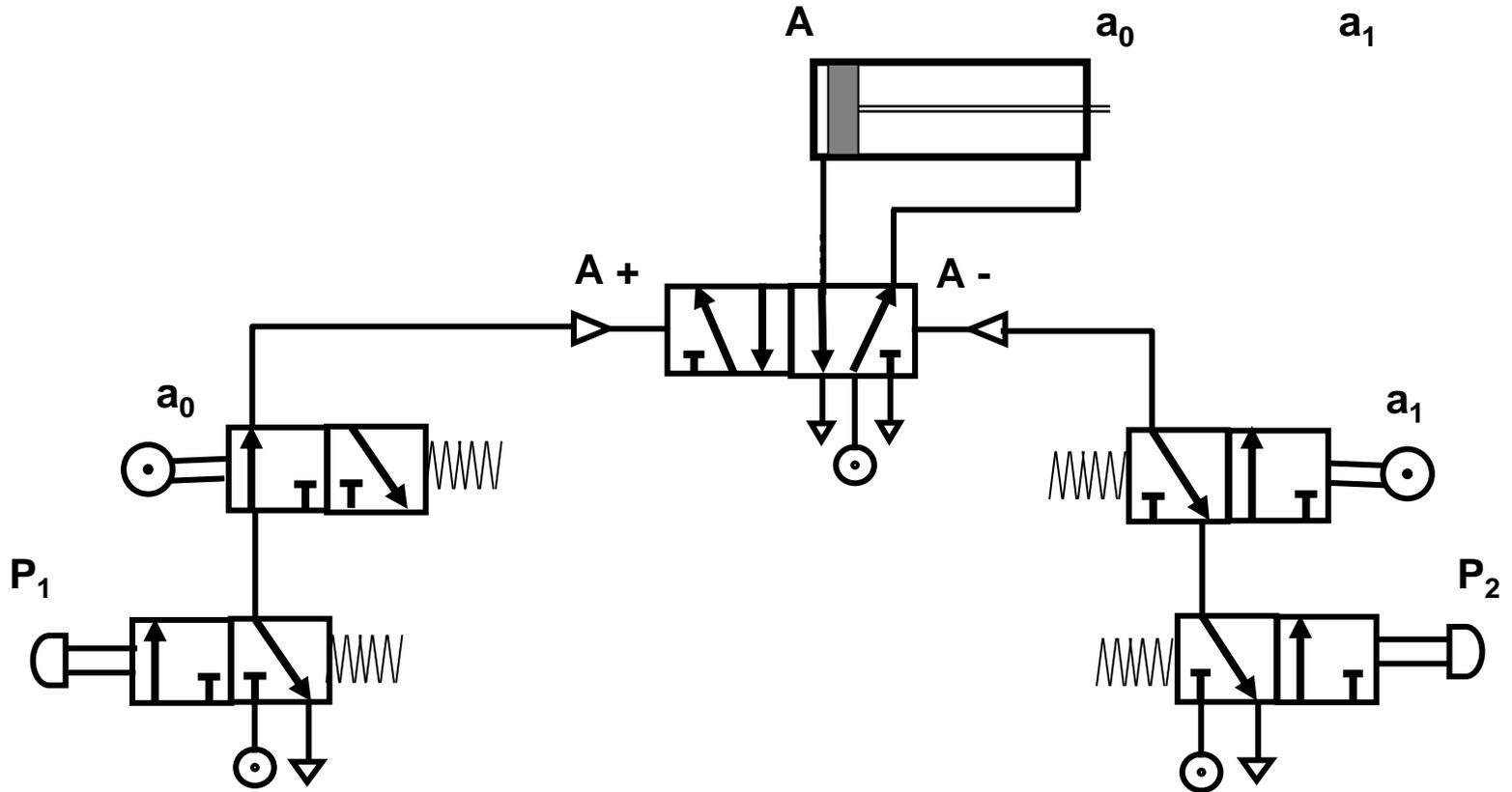
Un ciclo e' SINGOLO quando viene richiesto un solo comando per eseguire tutto il ciclo (Es.: la pressa)

c) CICLO CONTINUO (O AUTOMATICO)

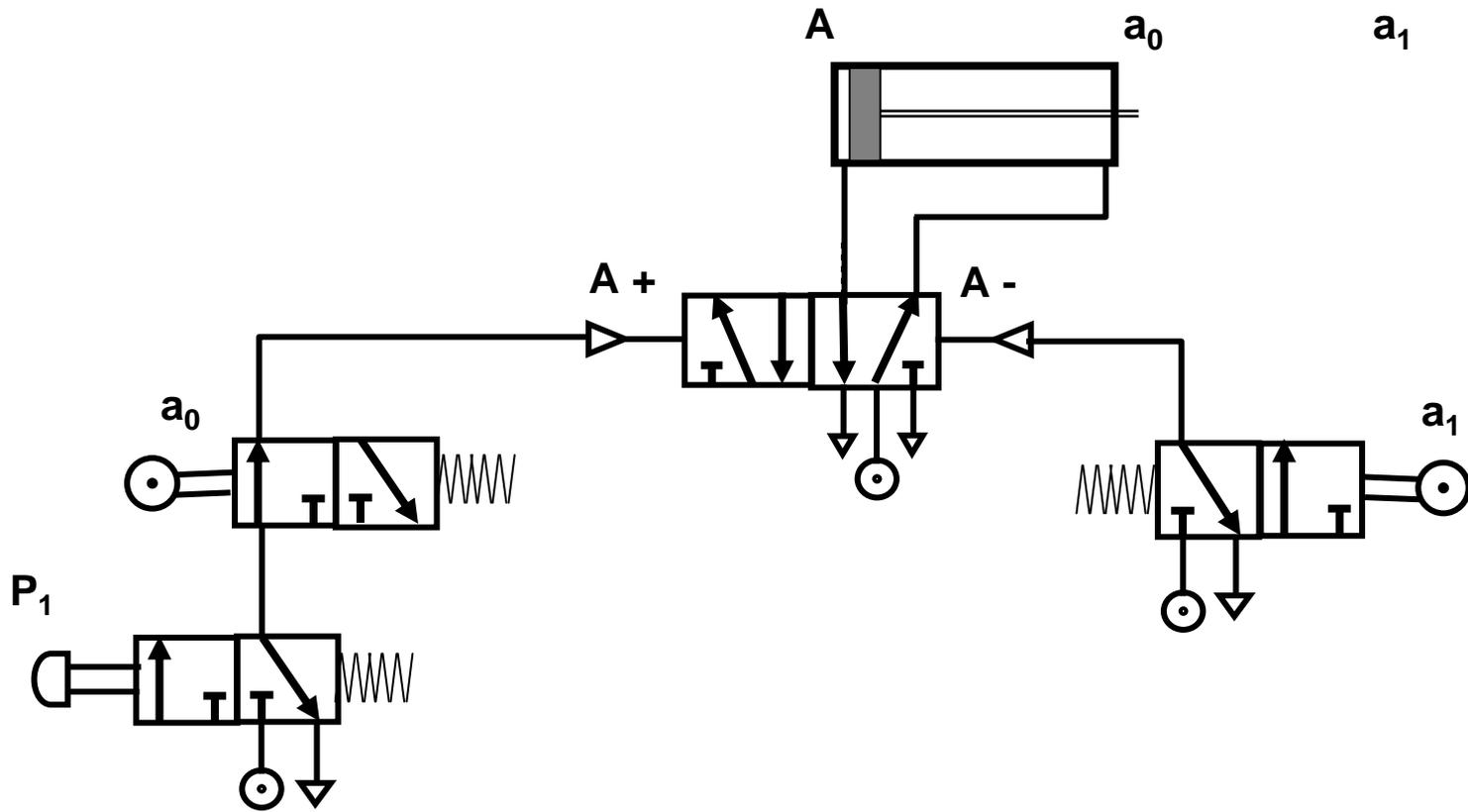
Un ciclo e' CONTINUO quando richiede un comando per avviare il primo ciclo e poi automaticamente va avanti per tanti altri cicli finché non avviene un altro comando che arresta la macchina (Es.: un contatore)

Può esserci un comando detto SELETTORE DI CICLO che stabilisce come la macchina deve lavorare

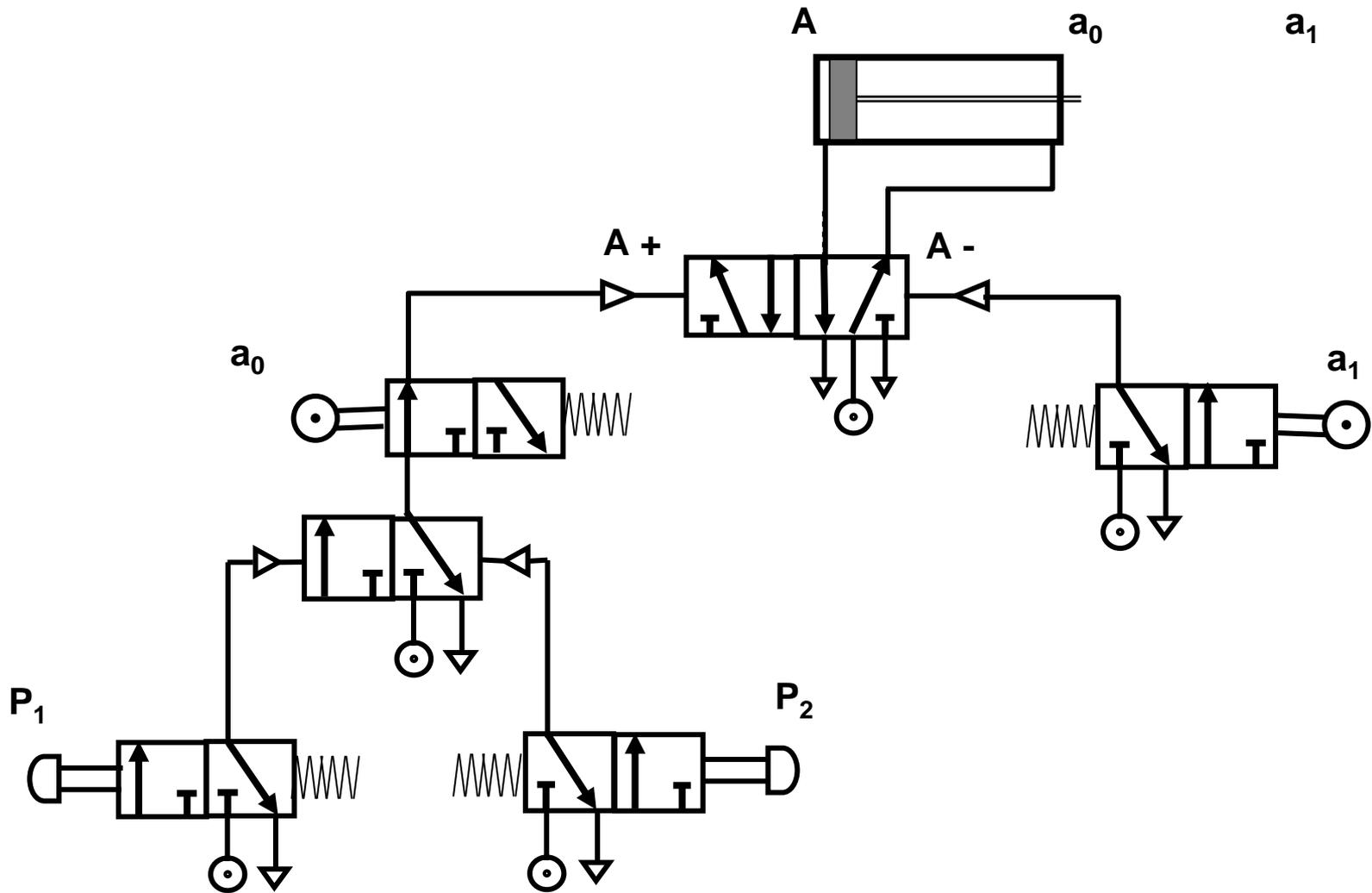
# Ciclo Manuale



# Ciclo Singolo



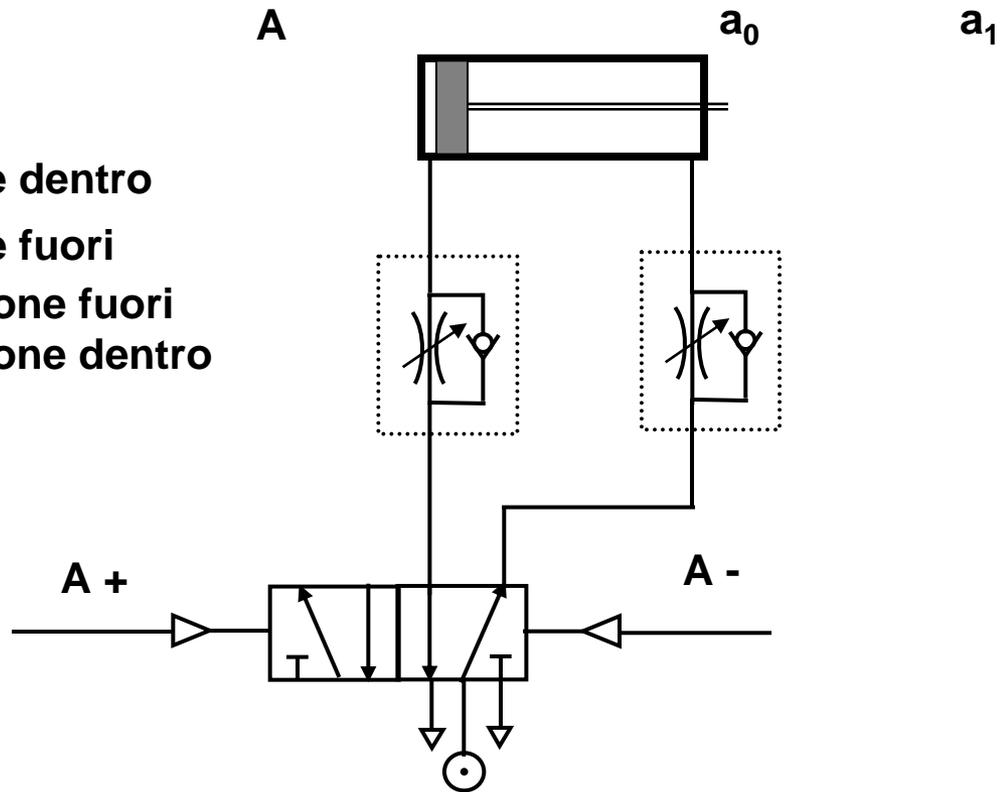
# Ciclo Continuo



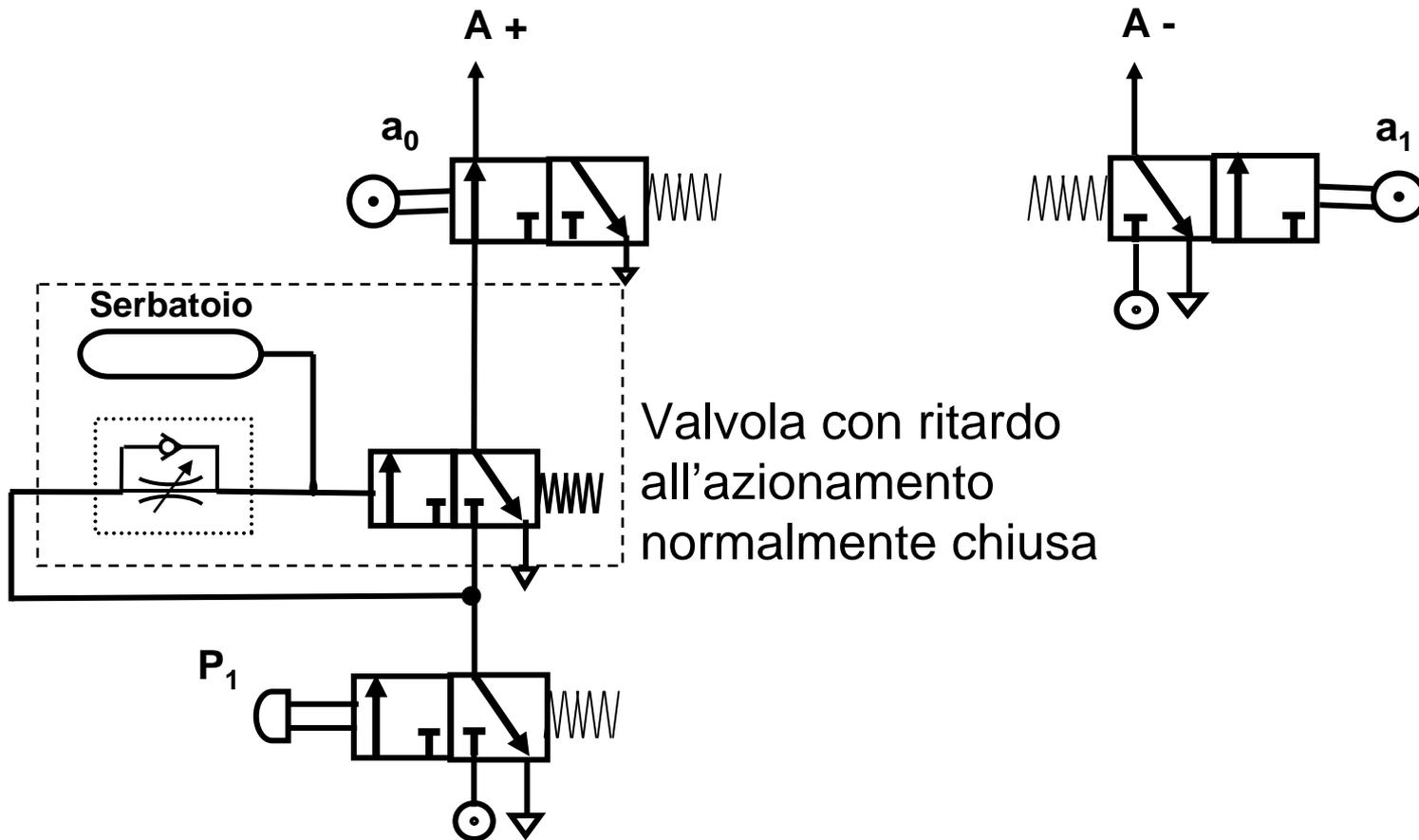
# Circuito di Potenza

NEL SEGUITO SI FARA' RIFERIMENTO A QUESTO CIRCUITO DI POTENZA

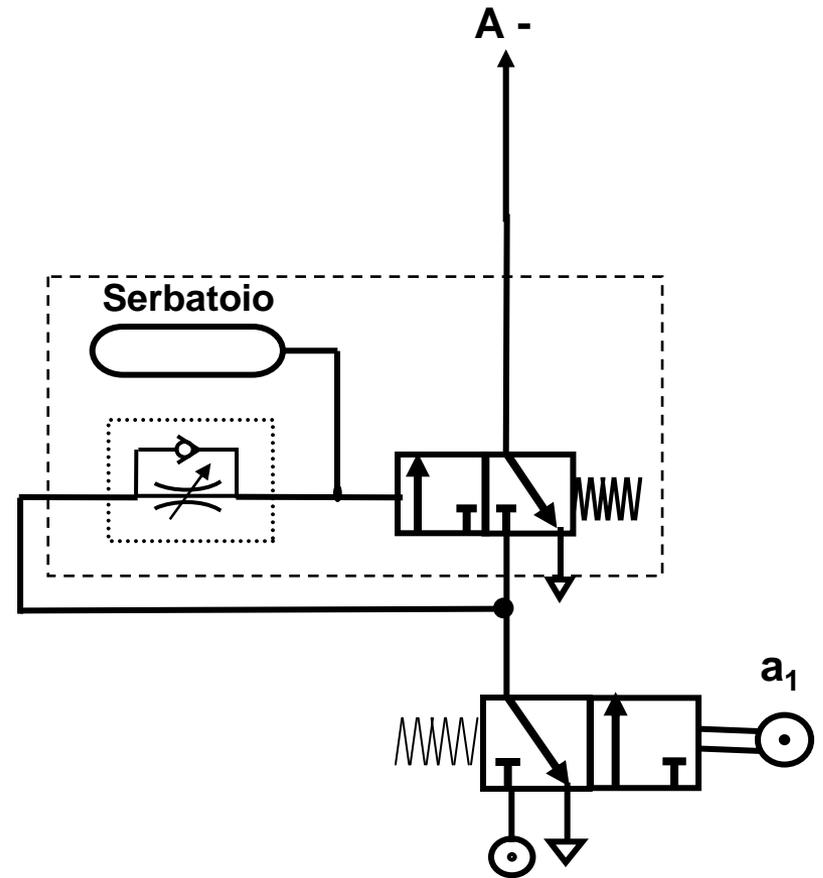
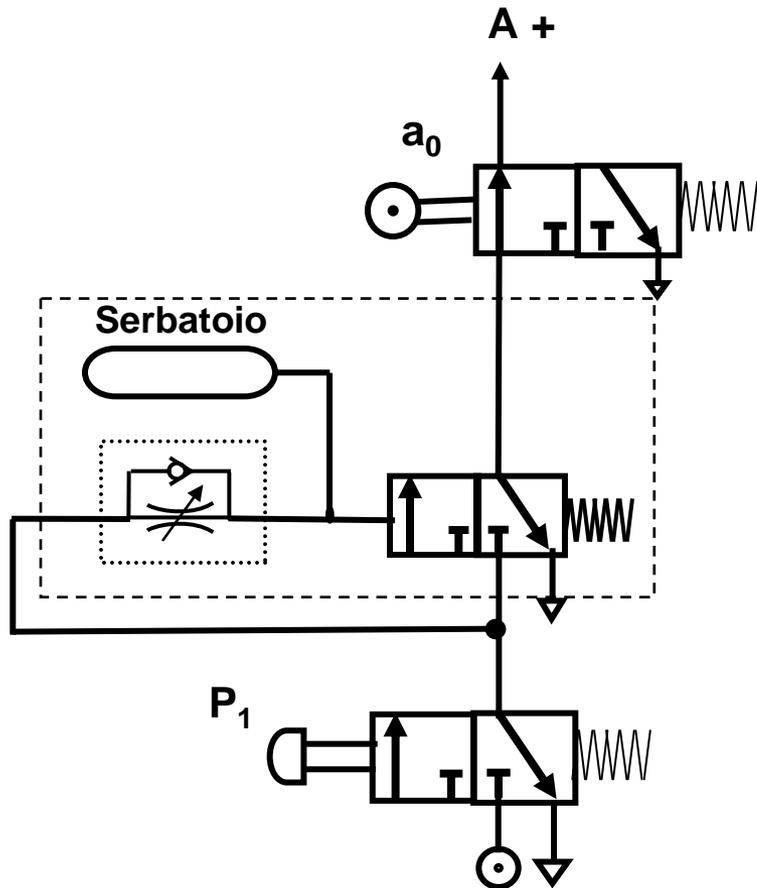
- A** = cilindro corrente
- a<sub>0</sub>** = fine corsa pistone dentro
- a<sub>1</sub>** = fine corsa pistone fuori
- A +** = azionamento pistone fuori
- A -** = azionamento pistone dentro



# Ciclo singolo con uscita temporizzata



# Ciclo singolo con uscita e rientro temporizzati



# Esercizio del flip-flop

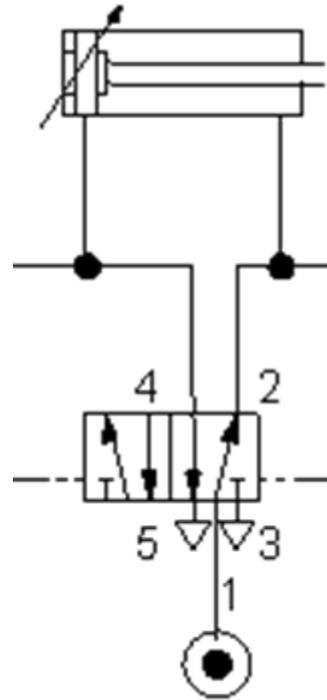
Realizzare il ciclo manuale A+ A- con un solo pulsante:

- Premo il pulsante → esce A
- Premo il pulsante → rientra A

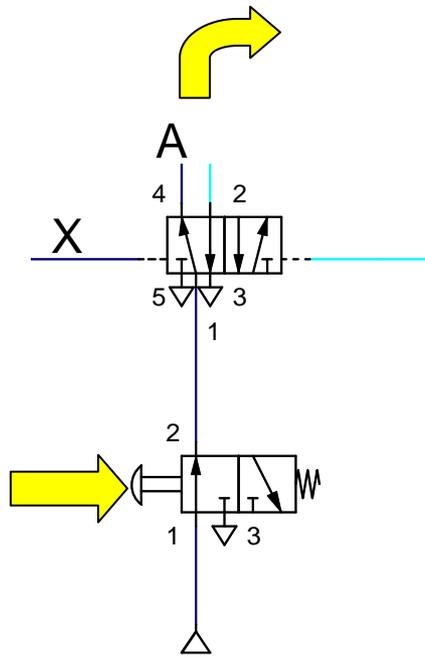
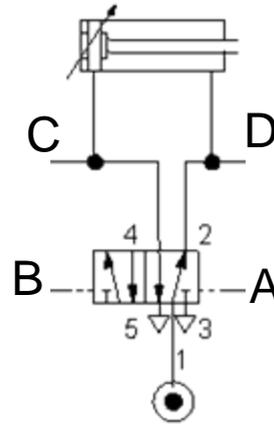
Componenti:

- 1 cilindro a D.E.
- 2 valvole 5/2
- 2 valvole OR
- 1 pulsante

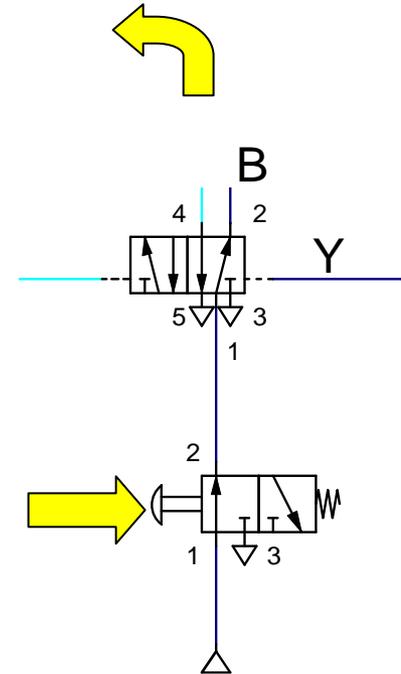
**Innanzitutto si deve alimentare il cilindro**



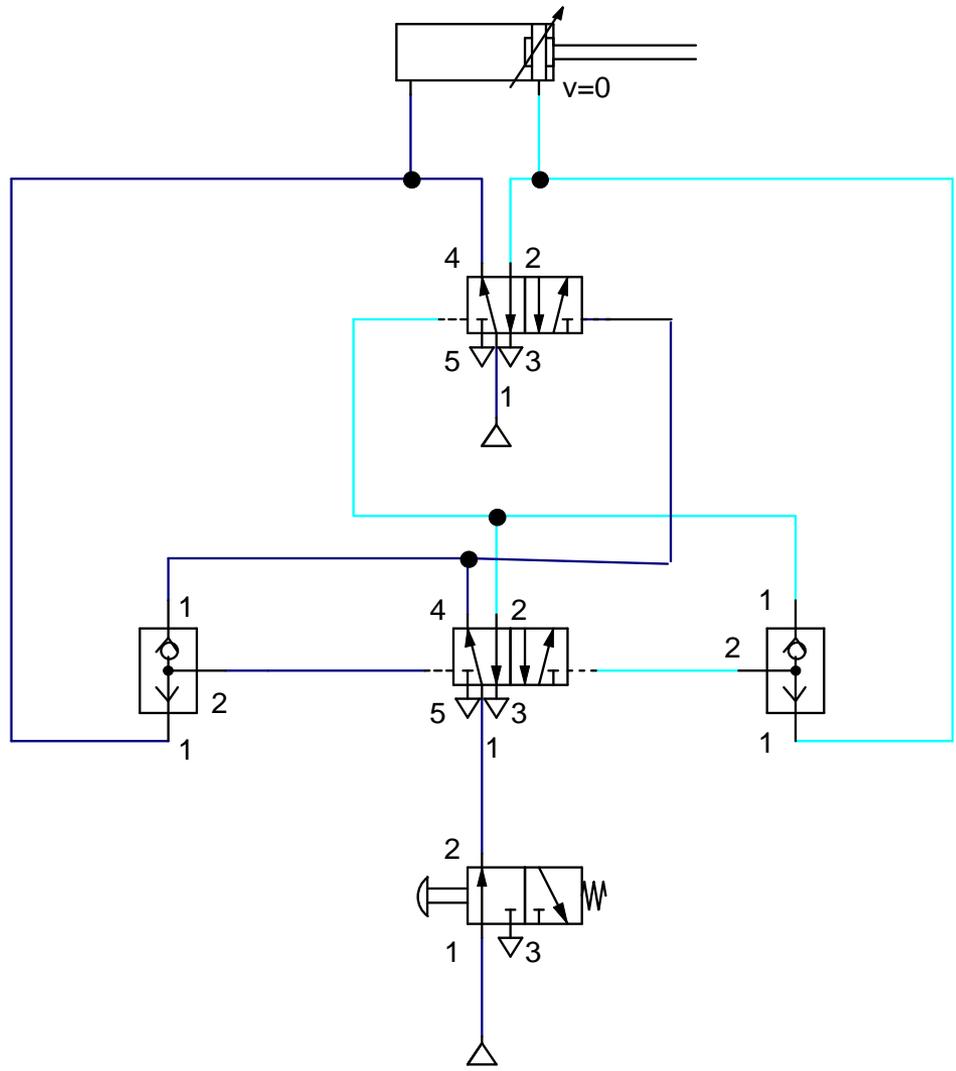
# Con l'altra bistabile si debbono distinguere i due consecutivi segnali del pulsante



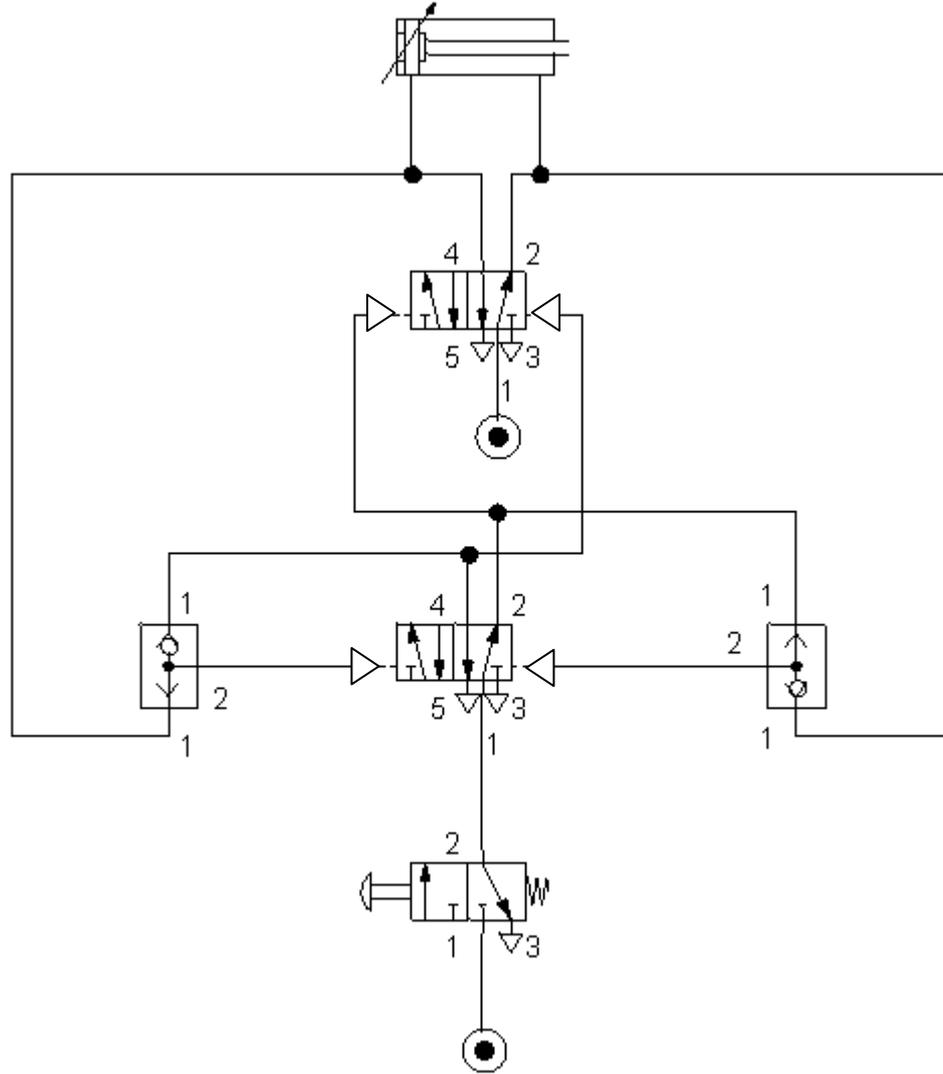
$$X = A + C$$



$$Y = B + D$$



# FLIP-FLOP



# Metodo grafico per la definizione dei cicli di lavoro

Per descrivere un ciclo di lavoro sono utilizzate alcune convenzioni abituali:

1. gli attuatori si indicano con le lettere maiuscole A, B, C, ....
2. il segno + fatto seguire alla lettera indica la corsa d'andata (fuoriuscita dello stelo); ad esempio A+ indica la corsa d'andata del cilindro A
3. il segno - fatto seguire alla lettera indica la corsa di ritorno (rientro dello stelo); ad esempio A- indica la corsa di ritorno del cilindro A
4. Per analogia con i segni, la posizione del cilindro con stelo rientrato si dice negativa, quella con stelo fuoriuscito si dice positiva
5. Considerando il distributore di potenza che comanda un attuatore si dice lato negativo quello relativo alla corsa di ritorno dello stelo, si dice lato positivo quello relativo alla corsa d'andata
6. il ciclo può essere descritto indicando consecutivamente i movimenti delle varie fasi; ad esempio:

**A+ B+ C+ A- B- C-**

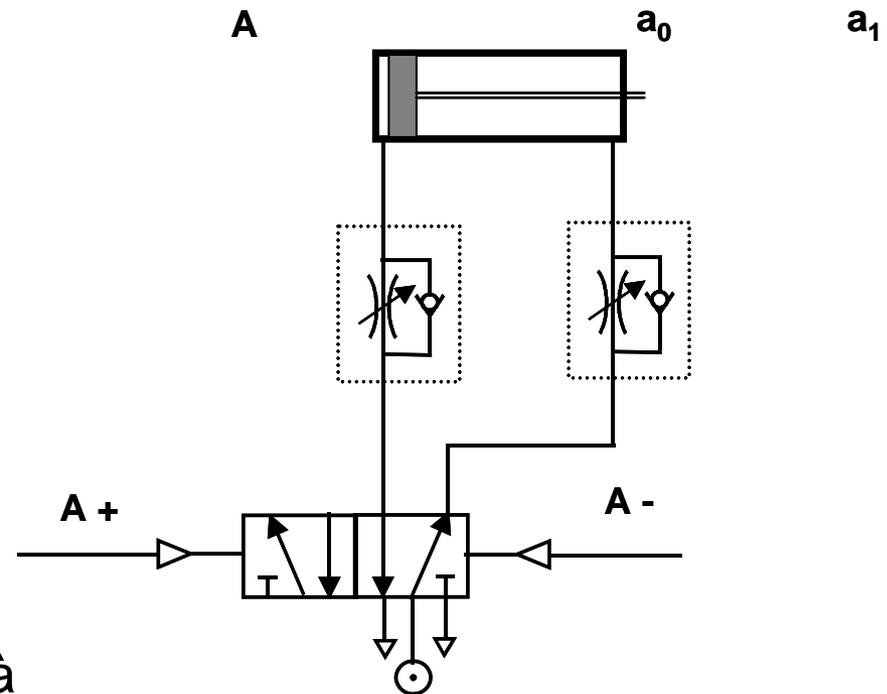
qualora in una fase ci sia il movimento contemporaneo di più attuatori, questo dovrà essere indicato ponendolo necessariamente entro parentesi, ad esempio

**A+ B+ C+ A- (B-C-)**

# Convenzione sui distributori di potenza

Si fa notare che ogni fase del ciclo può iniziare solo quando è terminata la fase precedente, per questo ad esempio la corsa d'andata del cilindro B nella seconda fase avviene dall'istante in cui A è arrivato a fine corsa

Quando si dice corsa contemporanea di due o più cilindri si deve intendere che partono tutti insieme, essendo azionati contemporaneamente a seguito dello stesso evento, ma non necessariamente che procedono insieme per tutta la corsa, le velocità e le corse possono anche essere diverse



# Definizione dei segnali di comando

La successione dei movimenti, ognuno dei quali legato ad un evento precedente, ci permette di definire i segnali di comando del ciclo e di passare ad una sua descrizione in forma tabellare.

- I finecorsa relativi ad ogni attuatore si indicano con le lettere minuscole  $a, b, c, \dots$ . Seguite dal pedice 0 o 1 a seconda che si tratti rispettivamente del finecorsa azionato dallo stelo in posizione negativa o di quello azionato dallo stelo in posizione positiva
- Lo start si indica con la lettera  $m$ .

Consideriamo il ciclo

$A+ B+ C+ A- B- C-$

E osserviamo che:

- Il moto  $B+$  può avvenire solo dopo che  $A$  ha ultimato la propria corsa di andata e quindi ha azionato il finecorsa  $a_1$ ; quindi  $a_1$  è il segnale di comando del movimento  $B+$ . Ciò si può indicare in una tabella, ponendo  $a_1$  nella colonna della seconda fase immediatamente sotto  $B+$
- Il moto  $C+$  non può avvenire finché  $B$  non ha azionato  $b_1$ , pertanto  $b_1$  è il segnale di comando del movimento  $C+$ ; la tabella diviene

# Ciclo A+ B+ C+ A- B- C-

Fase	1	2	3	4	5	6	7
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-	A+
Segnale	$c_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	$b_0$	$c_0$

dove si è sottolineato che l'ultimo movimento del ciclo, essendo questo ripetuto con continuità, deve precedere il primo movimento del ciclo successivo. La procedura descritta diventa immediata una volta che si sia scritta la prima riga della tabella (riga dei moti)

Allo scopo basta seguire il metodo illustrato dalla tabella che segue per il ciclo indicato:

# Ciclo A+ B+ C+ A- (B-C-)

A+ B+ C+ A- (B-C-)

Fase	1	2	3	4	5
Moto	A+	B+	C+	A-	B-C-
Segnale	$b_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$
	$c_0$				

Il fatto che  $b_0$  e  $c_0$  siano posti in colonna con A+ significa che la fase può avvenire solo quando  $b_0$  e  $c_0$  sono entrambi azionati, in altre parole quando il loro prodotto logico AND vale 1. Per completare i due esempi occorre inserire solo il segnale di start ovvero quello che dà il via al ciclo. Esso dovrà porsi in AND con i segnali di comando che consentono la prima fase.

# Cicli definitivi

**A+ B+ C+ A- B- C-**

Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-
Segnale	$c_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	$b_0$
	m					

**A+ B+ C+ A- (B-C-)**

Fase	1	2	3	4	5
Moto	A+	B+	C+	A-	B-C-
Segnale	$b_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$
	$c_0$				
	m				

# Lettura del ciclogramma

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

Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-
Segnale	$c_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	$b_0$
	m					

1.  $m$  e  $c_0$  comandano A+,
2.  $a_1$  comanda B+,
3.  $b_1$  comanda C+,
4.  $c_1$  comanda A-,
5.  $a_0$  comanda B-,
6.  $b_0$  comanda C-.

# Impostazione dello schema per la costruzione del diagramma delle fasi

Ciclo	A+ B+ C+ A- (B-C-)					
Fase	1	2	3	4	5	
Moto	A+	B+	C+	A-	B-C-	
Segnale	$b_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	
	$c_0$					
	m					
Attuatori	Diagramma delle fasi					Segnali attivi
+						$a_1$
A						
-						$a_0$
+						$b_1$
B						
-						$b_0$
+						$c_1$
C						
-						$c_0$

# Preparazione schema ciclo

## A+ B+ C+ A- B- C

Ciclo	A+ B+ C+ A- B- C-						
Fase	1	2	3	4	5	6	
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-	
Segnale	$c_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	$b_0$	
	m						
Attuatori	Diagramma delle fasi						Segnali attivi
+							$a_1$
A							$a_0$
-							$b_1$
+							$b_0$
B							$c_1$
-							$c_0$
+							
C							
-							

# Stesura del diagramma dei movimenti

- I movimenti del ciclo di lavoro si rappresentano su appositi diagrammi di moto con i quali è possibile sia seguire lo svolgimento delle fasi attraverso cui si sviluppa il ciclo stesso, che procedere all'analisi dei segnali di comando
- Tale rappresentazione grafica si basa sulla tabella del ciclo la cui stesura abbiamo analizzato precedentemente
- Essa si ottiene disegnando i movimenti degli steli dei vari attuatori secondo i criteri descritti nell'esempio seguente relativo al ciclo A+ B+ C+ A- (B-C-)
- Per prima cosa si imposta lo schema come illustrato sopra, quindi si passa a rappresentare le corse e le soste degli steli fase per fase
- Nella fase 1 avviene la corsa di andata del cilindro A mentre B e C restano fermi nella posizione negativa raggiunta dall'ultimo movimento ad essi relativo

# Rappresentazione della prima fase

Ciclo	A+ B+ C+ A- (B-C-)					
Fase	1	2	3	4	5	
Moto	A+	B+	C+	A-	B-C-	
Segnale	$b_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	
	$c_0$					
	m					
Attuatori	Diagramma delle fasi					Segnali attivi
+	A					$a_1$
-						$a_0$
+	B					$b_1$
-						$b_0$
+	C					$c_1$
-						$c_0$

- Il segmento obliquo marcato rappresenta il passaggio dello stelo di A dalla posizione negativa a quella positiva ovvero la sua corsa di andata
- I due segmenti marcati orizzontali rappresentano le soste degli steli dei cilindri B e C nelle loro posizioni negative

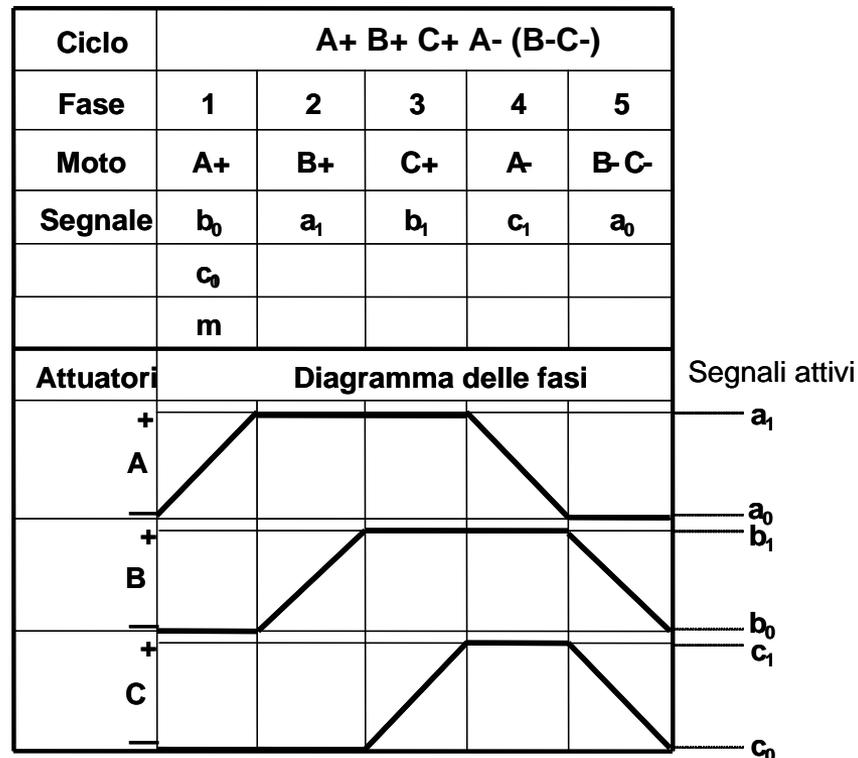
# Rappresentazione della seconda fase

- Nella fase 2 si ha la corsa di andata di B e la sosta di A e di C rispettivamente nella posizione positiva e negativa

Ciclo	A+ B+ C+ A- (B-C-)					
Fase	1	2	3	4	5	
Moto	A+	B+	C+	A-	B-C-	
Segnale	$b_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	
	$c_0$					
	m					
Attuatori	Diagramma delle fasi					Segnali attivi
+						$a_1$
A						
-						$a_0$
+						$b_1$
B						
-						$b_0$
+						$c_1$
C						
-						$c_0$

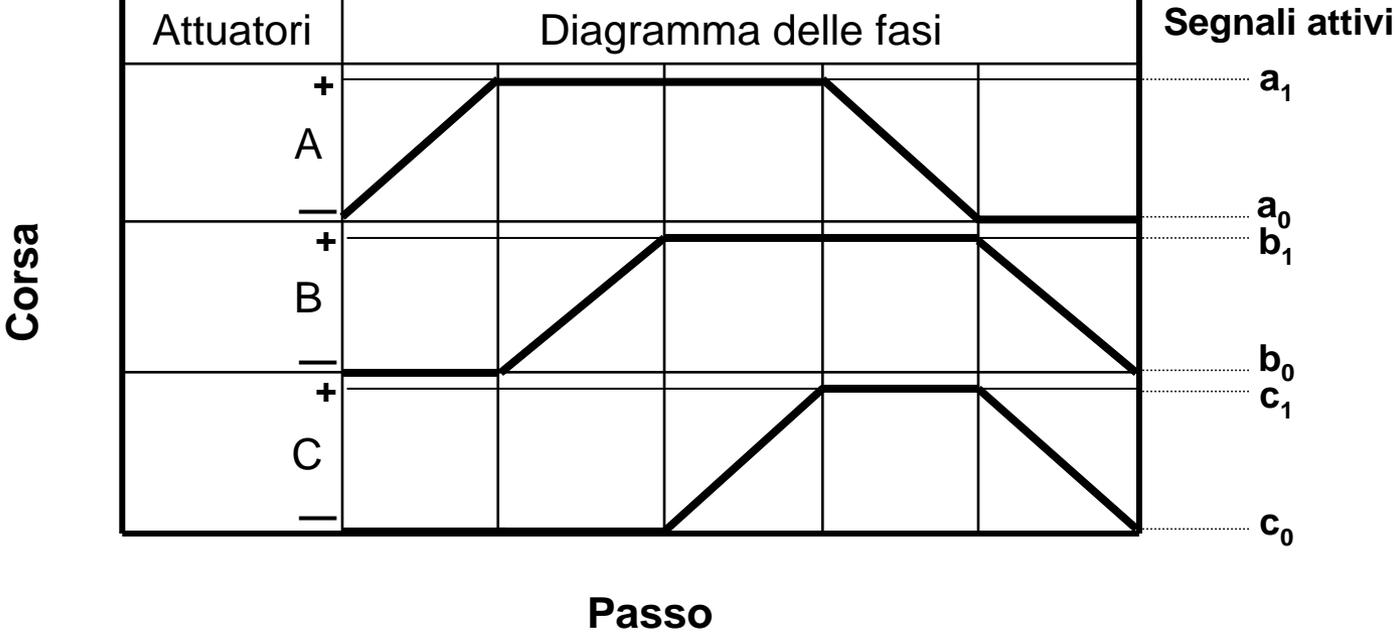
# Le altre fasi

- Nella terza fase si ha la corsa di andata di C e la sosta di A e di B nella loro posizione positiva
- Nella fase quarta si ha la corsa di ritorno di A mentre B e C sono nella loro posizione positiva
- Nell'ultima fase si hanno contemporaneamente le corse di ritorno di B e di C mentre A è fermo nella sua posizione negativa



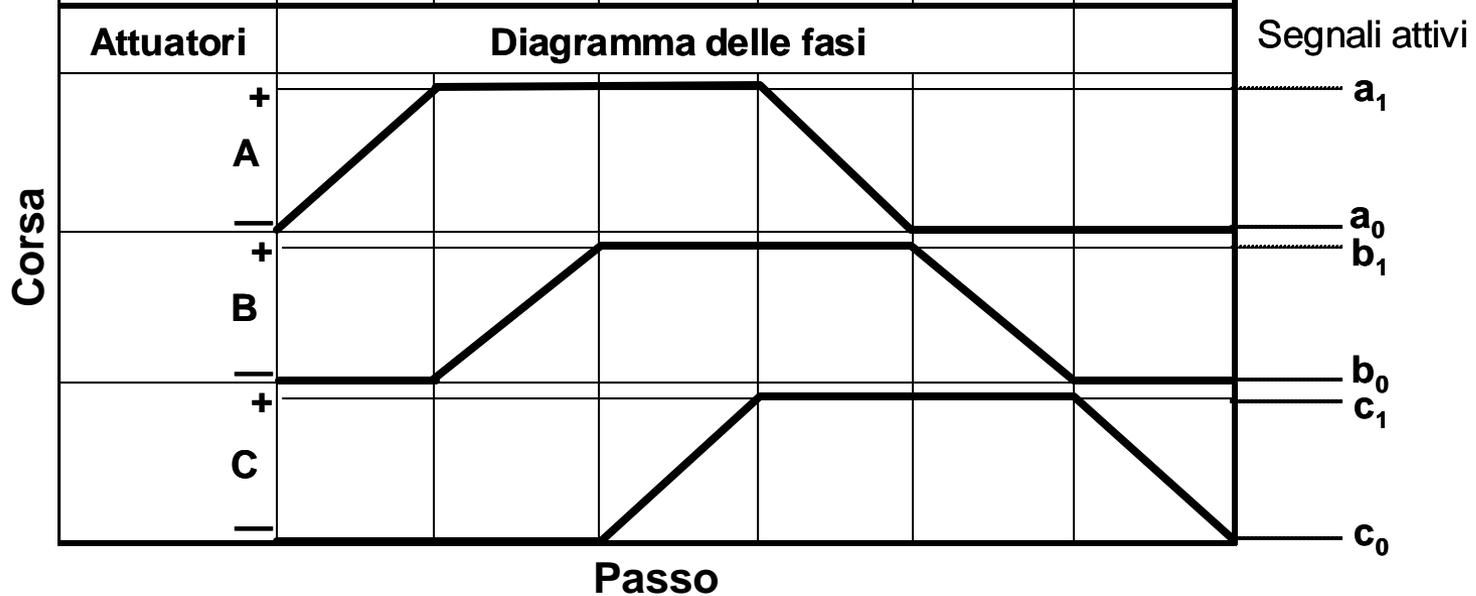
# Diagramma A+ B+ C+ A- (B-C-)

Ciclo	A+ B+ C+ A- (B-C-)				
Fase	1	2	3	4	5
Moto	A+	B+	C+	A-	B- C-
Segnale	b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
	c <sub>0</sub>				
	m				



# Diagramma A+ B+ C+ A- B- C-

Ciclo	A+ B+ C+ A- B- C-					
Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-
Segnale	$c_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_0$	$b_0$
	m					



# Studio dei segnali di comando

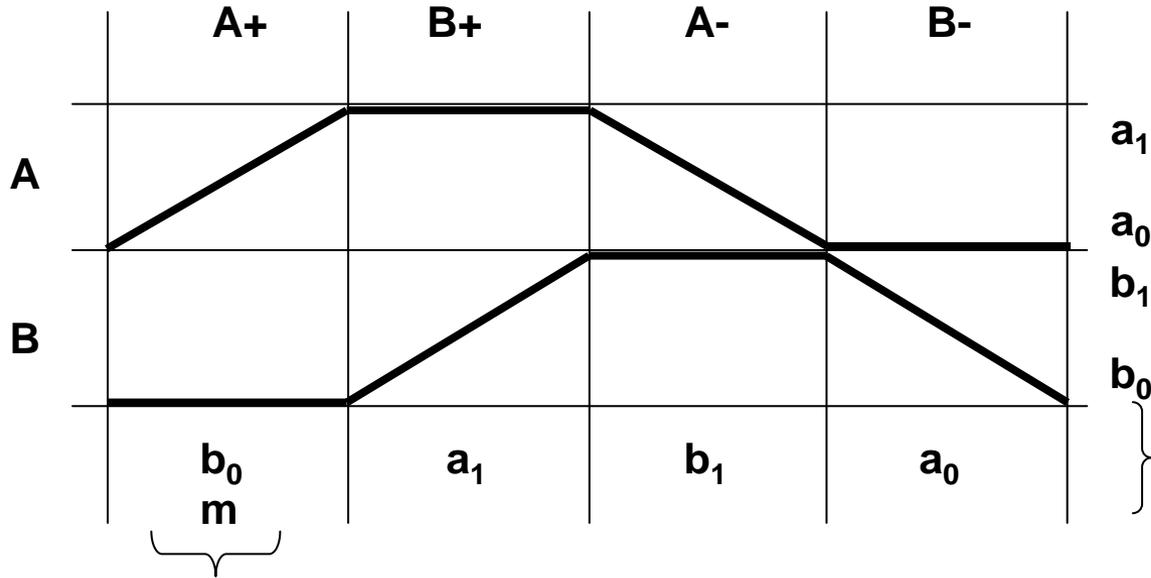
- Un segnale si dice **CONTINUO** quando resta attivo nella fase successiva a quella che lo ha generato
- Un segnale si dice **ISTANTANEO** quando si disattiva nella fase immediatamente successiva a quella che lo ha generato
- Un segnale continuo si dice **BLOCCANTE** quando il suo stato attivo non consente la prosecuzione del ciclo, impedendo la commutazione del distributore di potenza del cilindro da esso comandato:

Ciclo	-A+ B+ C+ A - (B-C-)					
Fase	1	2	3	4	5	
Moto	A+	B+	C+	A-	B- C-	
Segnale	b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	
	c <sub>0</sub>					
	m					
Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	A-	B-	C-
Segnale	c <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>
	m					

un segnale continuo può essere bloccante se e solo se rimane attivo per almeno due fasi

I segnali sono tutti continui, ma non ci sono segnali bloccanti

# Diagramma A+ B+ A- B-



Anche in questo caso i segnali sono tutti continui, ma non ci sono segnali bloccanti

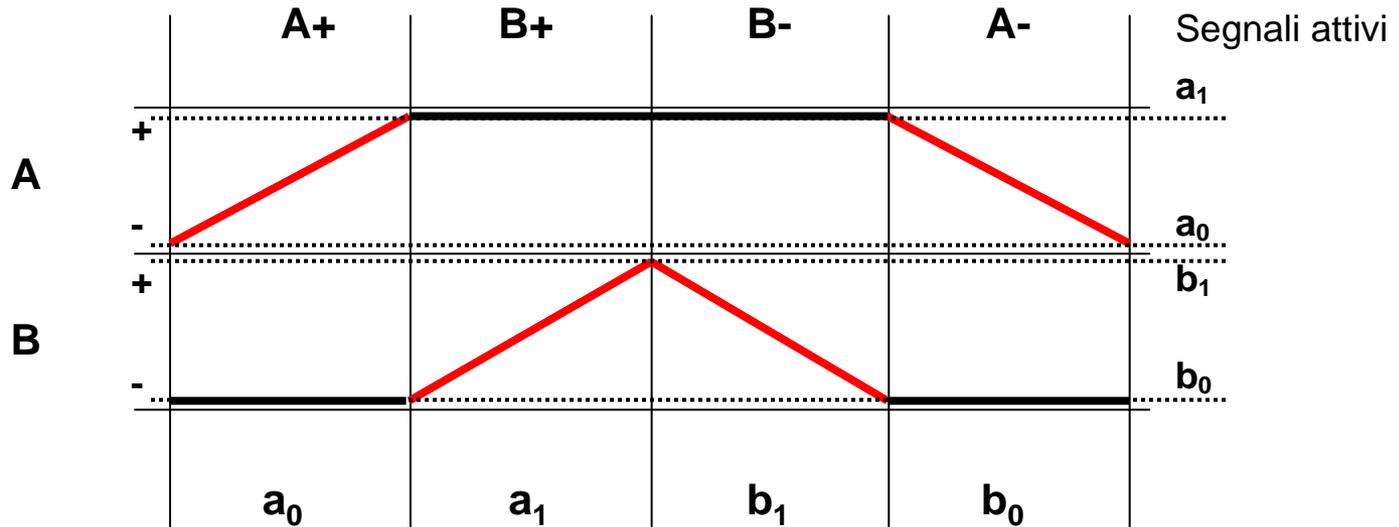
Segnali di comando della fase

L'inizio del ciclo avviene se entrambi  $a_0$  e  $b_0$  sono attivi

L'inizio della fase B+ avviene se  $a_1$  è attivo ... e così via

- Se un segnale rimane attivo per una o più fasi si dice continuo
- Un segnale si dice istantaneo quando si disattiva nella fase successiva a quella che lo ha generato
- Un segnale si dice bloccante se non permette di evolvere il ciclo; Un segnale continuo può essere bloccante

# A+ B+ B- A-



$a_1$  = segnale continuo

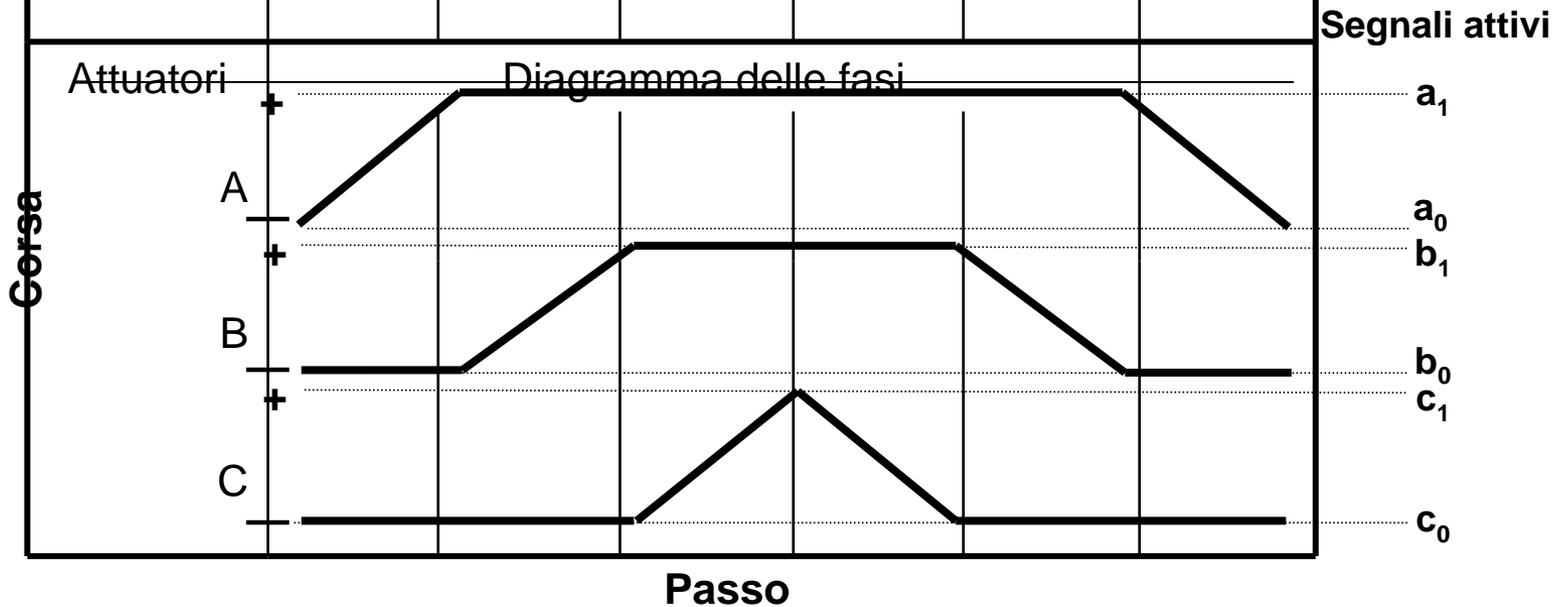
$b_0$  = segnale continuo

$b_1$  = segnale impulsivo, istantaneo

$a_0$  = segnale impulsivo, “

# Ciclo A+ B+ C+ C- B- A-

Ciclo	A+ B+ C+ C- B- A-					
Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	C-	B-	A-
Segnale	$a_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$c_0$	$b_0$
	m					



# Analisi dei segnali del ciclo

**A+ B+ C+ C- B- A-**

$a_1, b_1, b_0, c_0$  sono segnali continui

$a_0$  e  $c_0$  sono segnali istantanei

Inoltre se si esamina  $a_1$  si vede che dopo avere provocato l'uscita di B+ esso rimane attivo anche quando nella fase 5 il segnale  $c_0$  deve fare rientrare B-: è chiaro che allora  $a_1$  è un segnale bloccante. Lo stesso vale per  $b_1, c_0$  e  $b_0$ .

Fase	1	2	3	4	5	6
Moto	A+	B+	C+	C-	B-	A-
Segnale	$a_0$	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$c_0$	$b_0$
	m					

# Esercizi

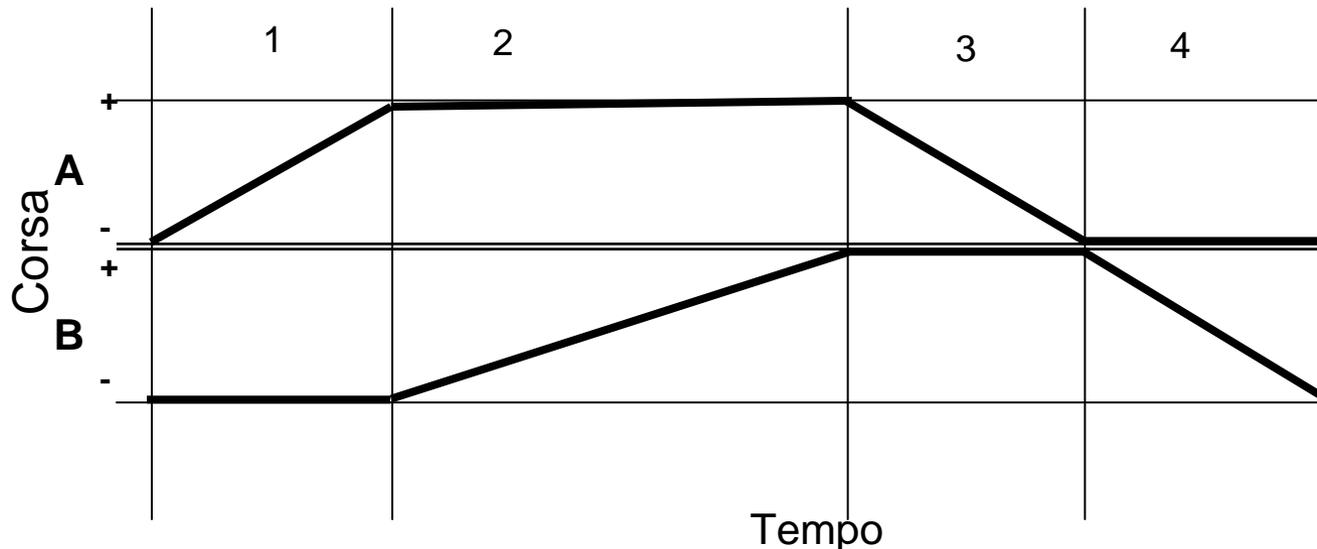
Disegnare il diagramma delle fasi e studiare i segnali dei seguenti cicli:

- 1) A+ B+ C+ B- (A-C-)
- 2) A+ A- B+ C+ B- C-
- 3) A- B+ C- A+ B- C+

# Diagramma Corsa - Tempo

Il diagramma delle fasi, detto anche diagramma Corsa – Passo, fornisce tutte le informazioni essenziali per individuare e comandare i movimenti, ma non indica nulla sul tempo, che rappresenta comunque un dato essenziale per la corretta esecuzione dei cicli automatici. Per risolvere questo problema vengono utilizzati i diagrammi Corsa – Tempo, dove sull’asse orizzontale invece del “passo” viene riportato il tempo.

Riprendendo ad esempio il diagramma del pick and place, dove il moto B+ di traslazione dura più a lungo del moto A+ di chiusura della pinza.



# **TECNICA DI COMANDO PNEUMATICO**

- **Realizzazione comandi a logica cablata**
- **Con memoria e Temporizzazione**
- **Con segnali simultanei, ripetuti e bloccanti**
- **Metodo Diretto**
- **Metodo dei collegamenti**
- **Metodo della Cascata**

# **Comandi a logica cablata e comandi programmabili**

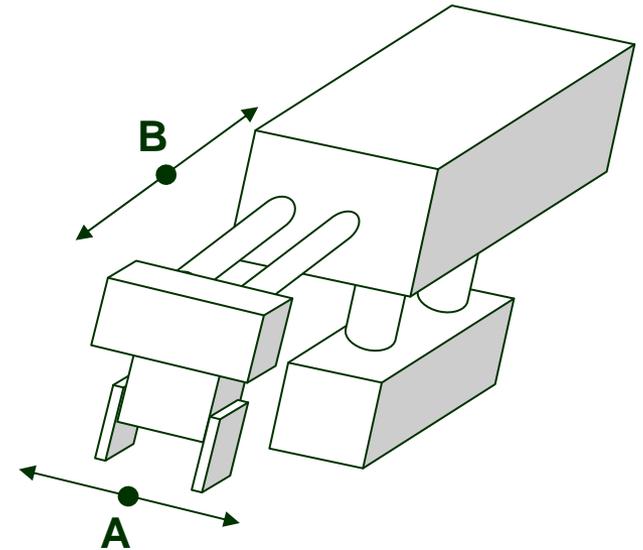
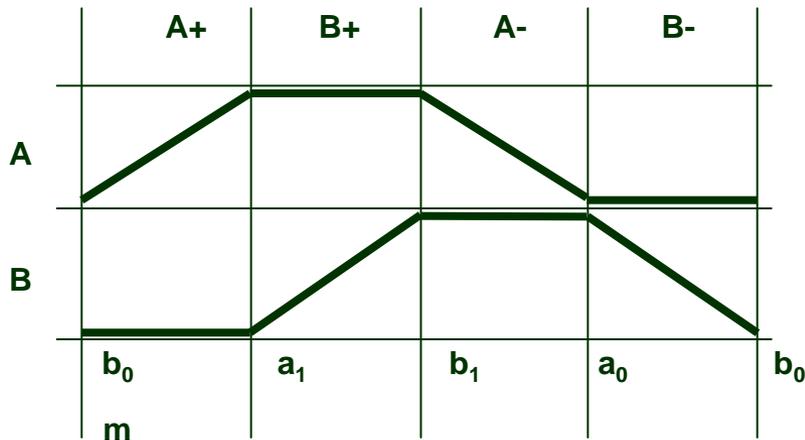
- **Le apparecchiature che eseguono cicli automatici si suddividono in due gruppi:**
  - **Sistemi a logica cablata**
  - **Sistemi programmabili**
- **Le unità di governo a logica cablata sono realizzate da elementi logici collegati da tubi o cavi elettrici al fine di consentire la rigida esecuzione di un certo ciclo di lavoro per cambiare il quale occorre modificare il circuito e le connessioni.**
- **Nei sistemi programmabili invece i cicli di lavoro possono essere cambiati agendo solo su apposite memorie programmabili.**

# Realizzazione comandi a logica cablata

- **Un circuito può essere realizzato con diversi metodi secondo il tipo di segnali presenti nel ciclo e la complessità del sistema da realizzare:**
  - **Metodo diretto se non ci sono segnali bloccanti**
  - **Metodo dei collegamenti per garantire maggiore sicurezza e per annullare i segnali bloccanti**
  - **Metodo della cascata quando con i collegamenti non è possibile annullare tutti i segnali bloccanti**

# Metodo diretto

Realizzare il circuito del manipolatore analizzando il suo diagramma delle fasi:



Non ci sono segnali bloccanti, condizione indispensabile per applicare il metodo diretto. Questo metodo consiste nel disegnare gli elementi costituenti il comando seguendo la tabella in modo naturale.

All'incrocio della prima colonna e della prima riga si incontra A e quindi si disegna l'attuatore A con il suo distributore di potenza; all'incrocio della prima colonna e della seconda riga si trova B e quindi si disegna l'attuatore B e il suo distributore di potenza; e così si procede disegnando tutti gli attuatori presenti con il loro distributore di potenza.

**Si ricorda che tutti i componenti dovrebbero essere disegnati nella loro posizione di riferimento, cioè quella di inizio ciclo.**

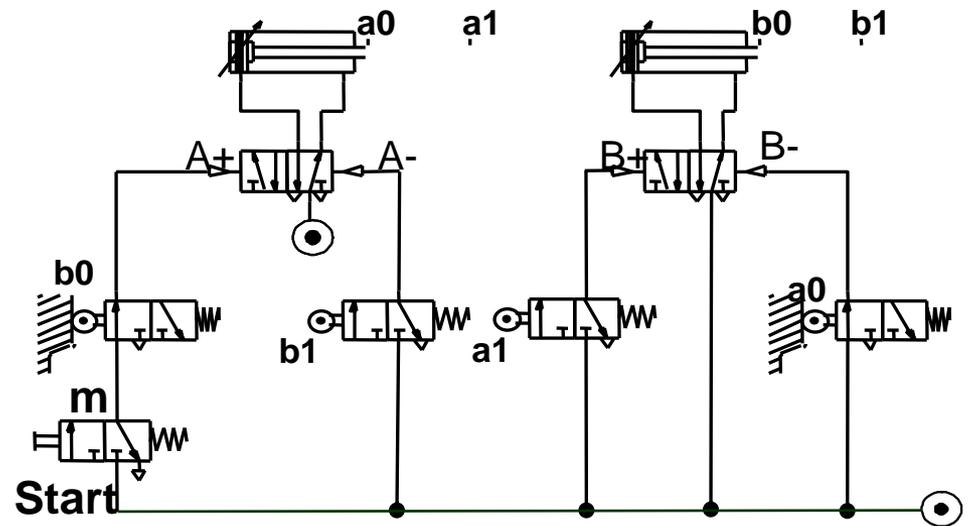
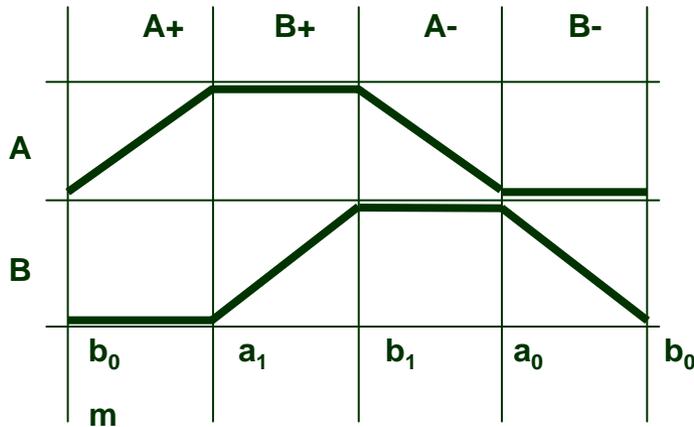
# Metodo diretto

Si passa quindi alla riga dove sono indicati i finecorsa che comandano i movimenti.

Nel nostro caso il primo è  $b_0$  che comanda la corsa di andata del cilindro A e quindi va disegnato nella sua posizione di riferimento cioè azionato in modo da provocare la corsa A+.

Al secondo incrocio si incontra  $a_1$ , non azionato, che dovrebbe provocare l'uscita di B.

Al terzo incrocio si trova  $b_1$ , non azionato, che dovrebbe provocare il rientro di A. Infine si incontra  $a_0$ , azionato, che deve comandare il rientro di B.

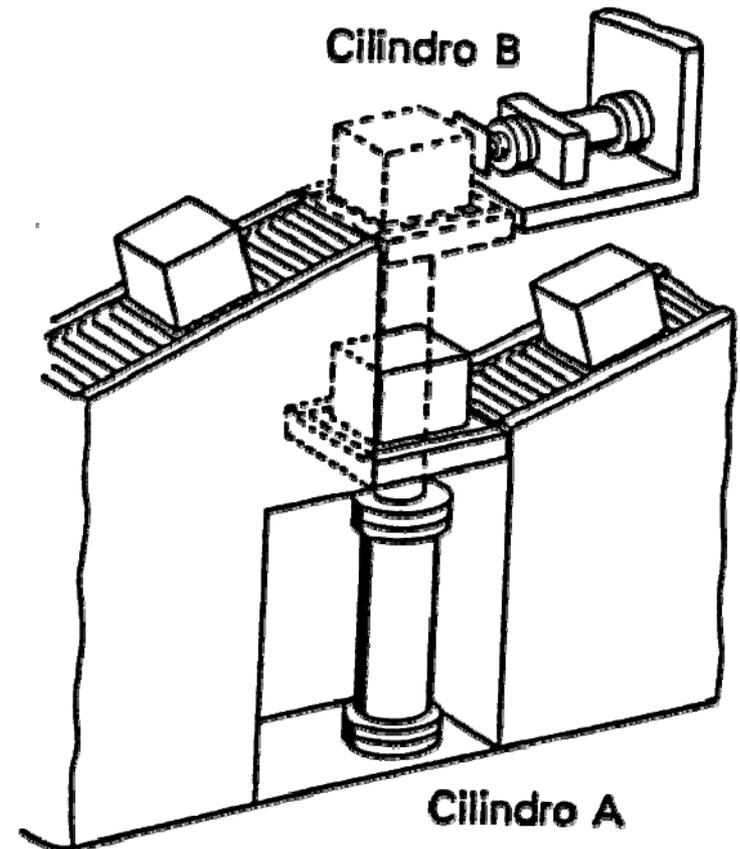


# Apparecchiatura di sollevamento

I contenitori in arrivo dal nastro trasportatore inferiore sono sollevati dal cilindro A. Successivamente l'uscita del cilindro B li spinge sul nastro superiore. Il cilindro B non deve tornare nella posizione iniziale finché non è rientrato il cilindro A.

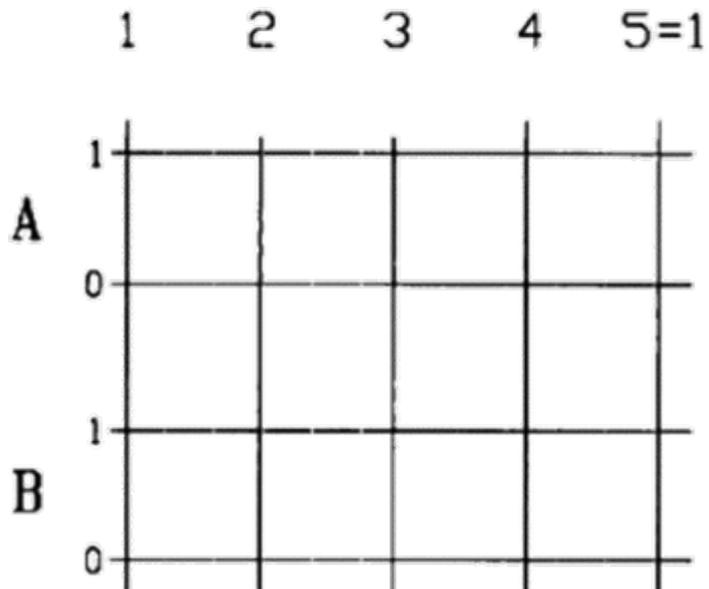
Nella risoluzione seguire la seguente procedura:

- 1) Tracciare il diagramma corsa-passo
- 2) Elencare su tale diagramma le posizioni dei finecorsa
- 3) Disegnare lo schema pneumatico
- 4) Denominare gli elementi dello schema
- 5) Realizzare il circuito



# Diagramma Corsa-Passo

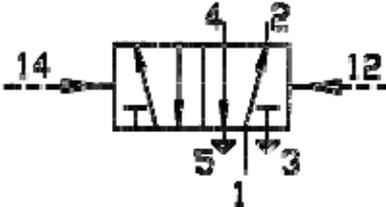
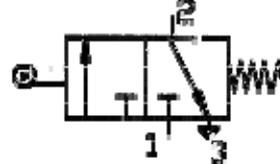
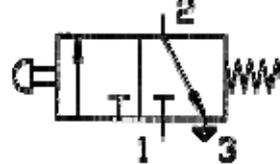
Diagramma Corsa-Passo



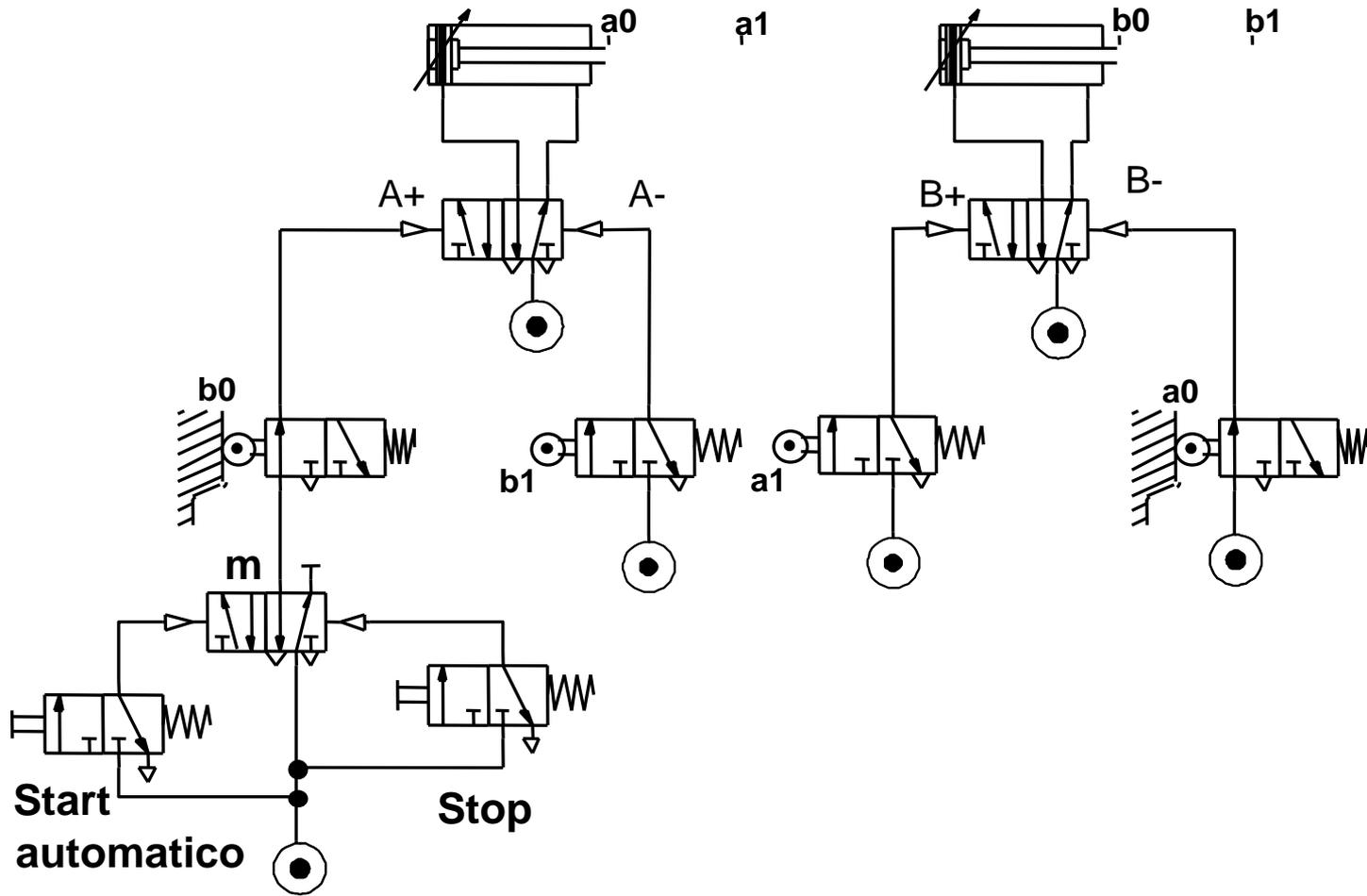
Comandi

Start & b0 = A+  
a1 = B+  
b1 = A-  
a0 = B-

# Elenco Componenti

Q.tà	DESCRIZIONE	SIMBOLO
2	Cilindro a doppio effetto	
2	Valvola 5/2 bistabile	
4	Finecorsa 3/2 n.c.	
1	Pulsante 3/2 n.c.	

# A+ B+ A- B- (manipolatore)



# Esercizi metodo diretto

1. Disegnare il circuito che realizza il ciclo semiautomatico (ciclo singolo)

**A- B+ A+ B-**

Sapendo che A è un cilindro a doppio effetto e B è un cilindro a semplice effetto

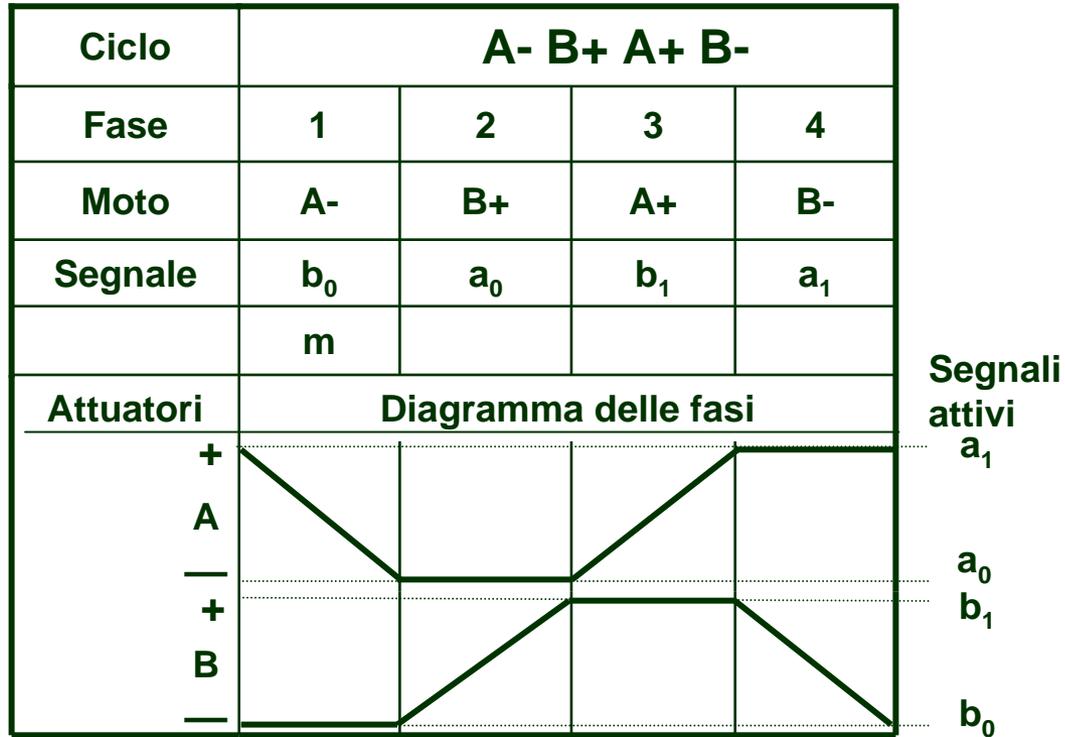
2. Disegnare il circuito che realizza il ciclo automatico

**A+(A-B+)B-**

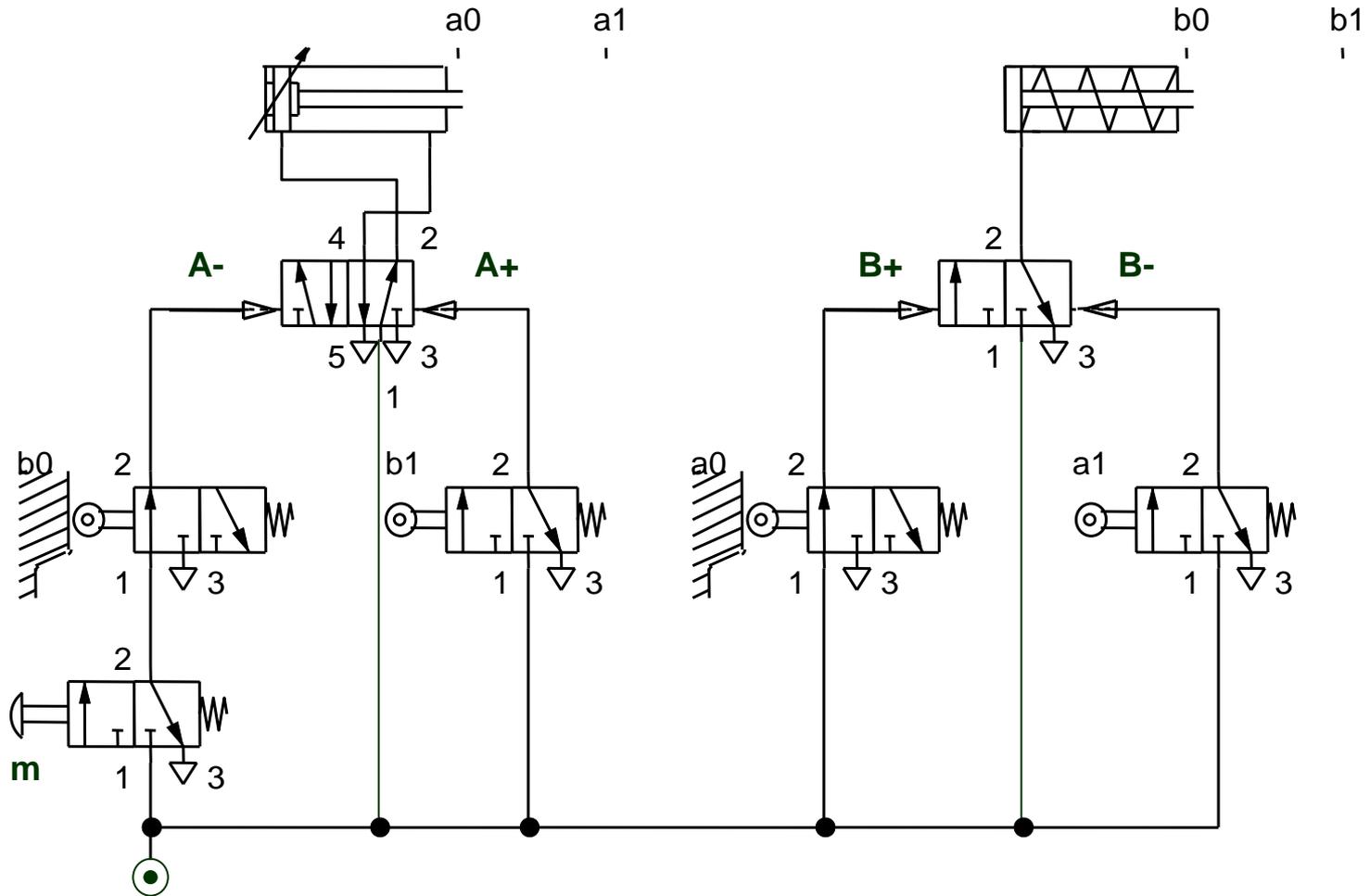
sapendo che A e B sono cilindri a doppio effetto

# A- B+ A+ B-

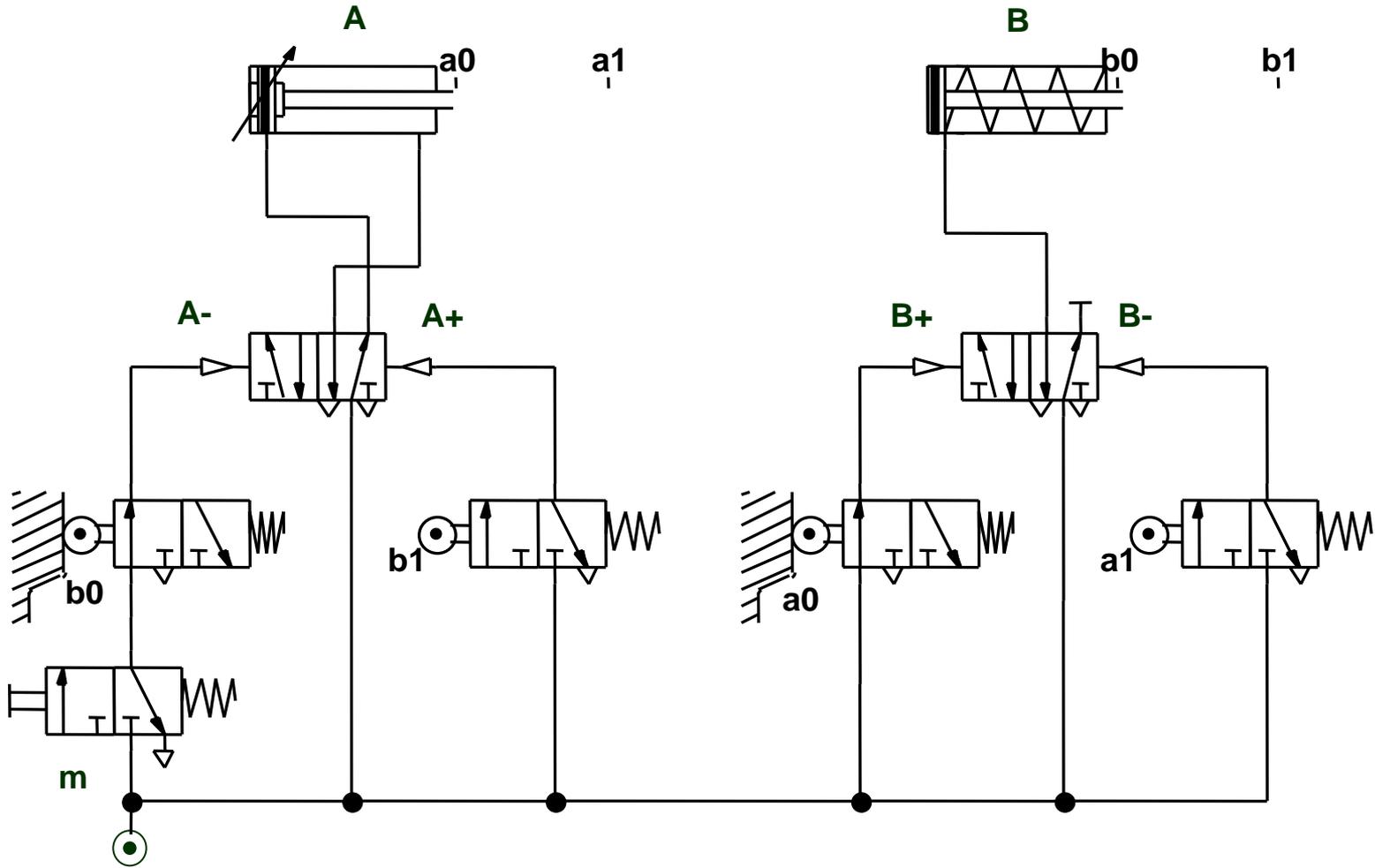
Diagramma delle fasi



# A- B+ A+ B-



# A- B+ A+ B-

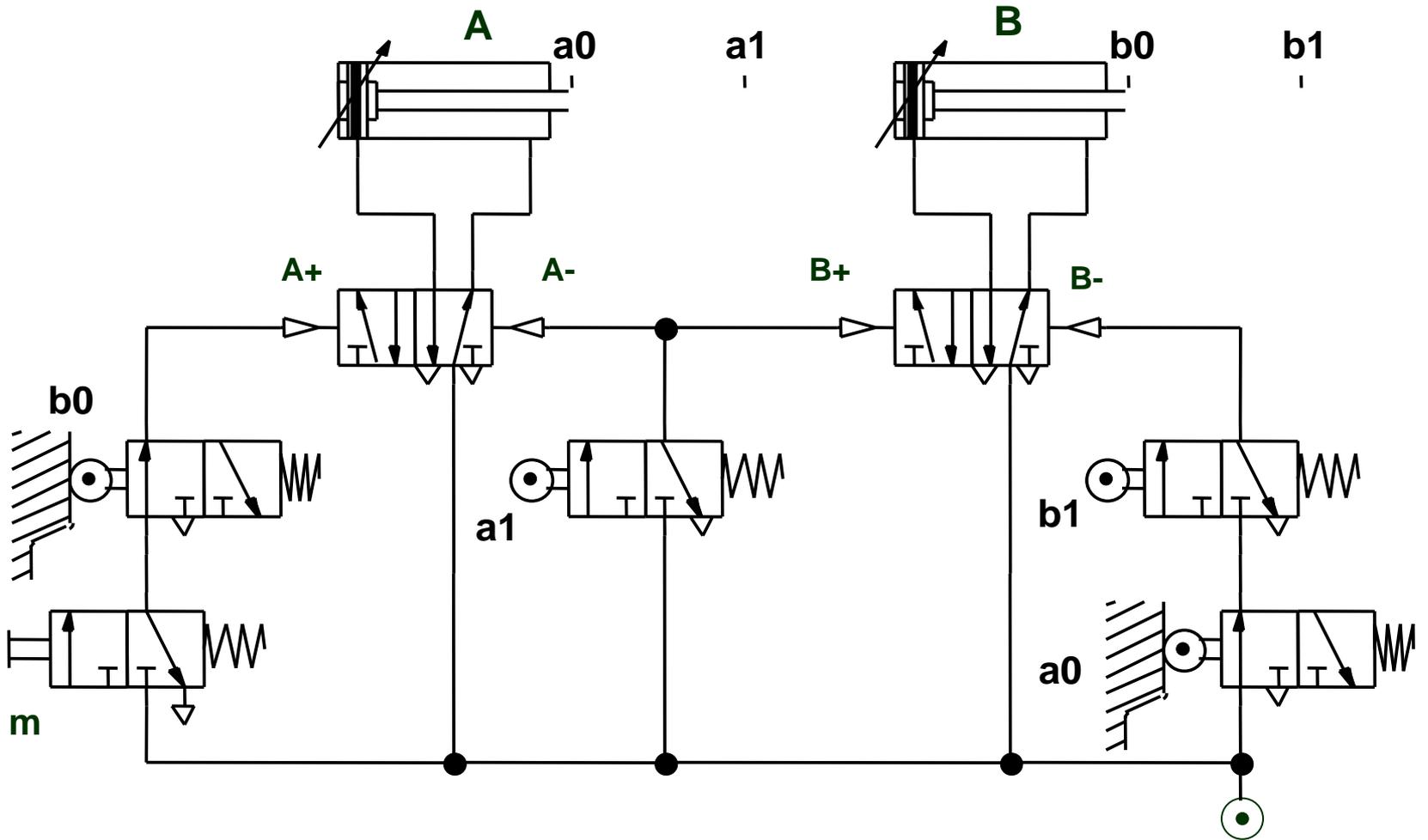


# A+ (A-B+) B-

Diagramma delle fasi

Ciclo	A+ (A- B+) B-		
Fase	1	2	3
Moto	A+	A- B+	B-
Segnale	b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>
	m		
Attuatori	Diagramma delle fasi		
+			
A			
-			
B			
+	a <sub>1</sub>		
-	a <sub>0</sub>		
+	b <sub>1</sub>		
-	b <sub>0</sub>		

# A + (A-B+)B-



# Metodo dei collegamenti

**Garantisce maggiore sicurezza alimentando i fine corsa solo quando serve e consente di annullare i segnali bloccanti. Ci sono 3 modalità d'intervento:**

- 1. Circuiti senza movimenti contemporanei e senza segnali bloccanti**
- 2. Circuiti con movimenti contemporanei e senza segnali bloccanti**
- 3. Circuiti con segnali bloccanti**

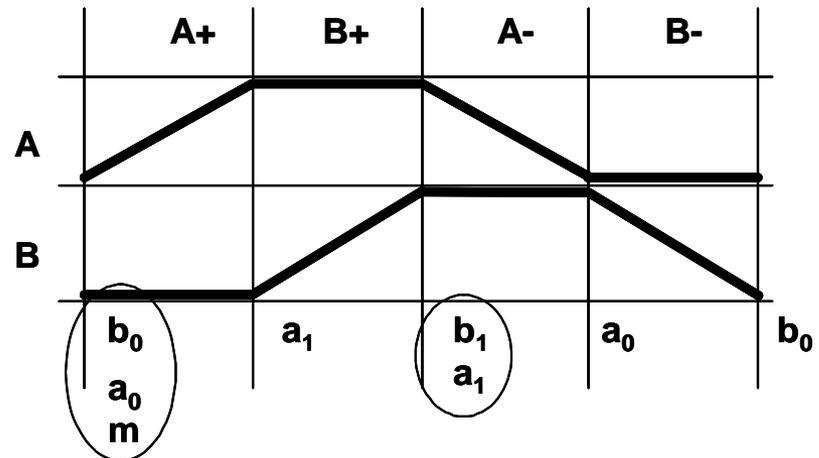
# Metodo dei collegamenti: senza movimenti contemporanei e senza segnali bloccanti

Lo scopo è quello di evitare inconvenienti dovuti all'azionamento involontario di qualche finecorsa. **Si ottiene alimentando quel finecorsa che viene azionato all'inizio di una certa fase con un altro finecorsa il cui segnale sia presente alla fine della fase precedente a quella di attivazione del primo.**

Se si esamina il manipolatore (pick and place) si vede che quando  $b_0$  deve comandare l'uscita di A è attivo  $a_0$  e quando  $b_1$  deve comandare il rientro di A è attivo  $a_1$ . Pertanto  $b_0$  dovrà essere alimentato da  $a_0$  e  $b_1$  sarà alimentato da  $a_1$ . In questo modo il moto A- viene provocato solo se la funzione AND tra  $a_1$  e  $b_1$  è pari ad 1 e il moto A+ si ottiene solo se la funzione AND tra  $a_0$ , m e  $b_0$  è uguale ad 1.

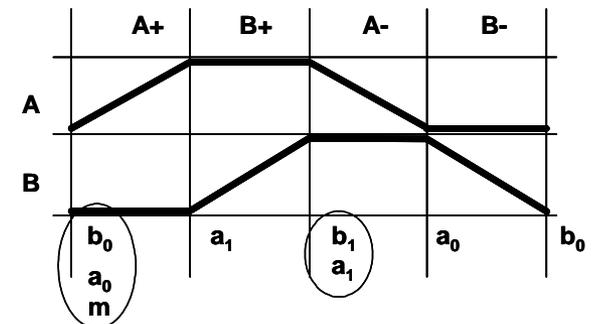
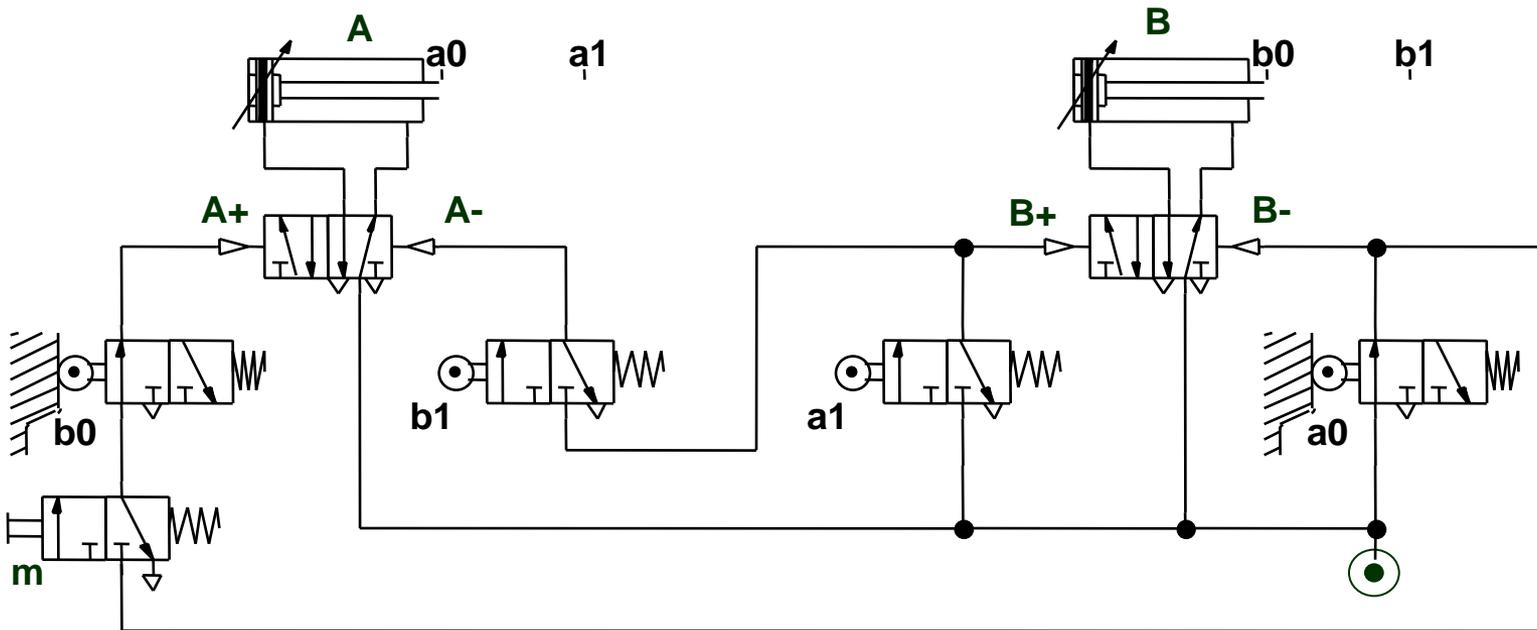
Quindi quando  $a_1$  non è azionato  $b_1$  non è alimentato e quando  $a_0$  non è azionato  $b_0$  non è alimentato. Qualora  $b_1$  e  $b_0$  venissero accidentalmente attivati non provocherebbero alcun inconveniente.

**Si noti che i segnali  $b_0$  e  $b_1$  da continui diventano istantanei.**



# Manipolatore (Pick & Place) con i collegamenti

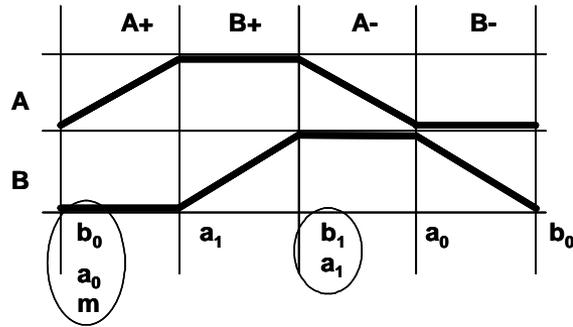
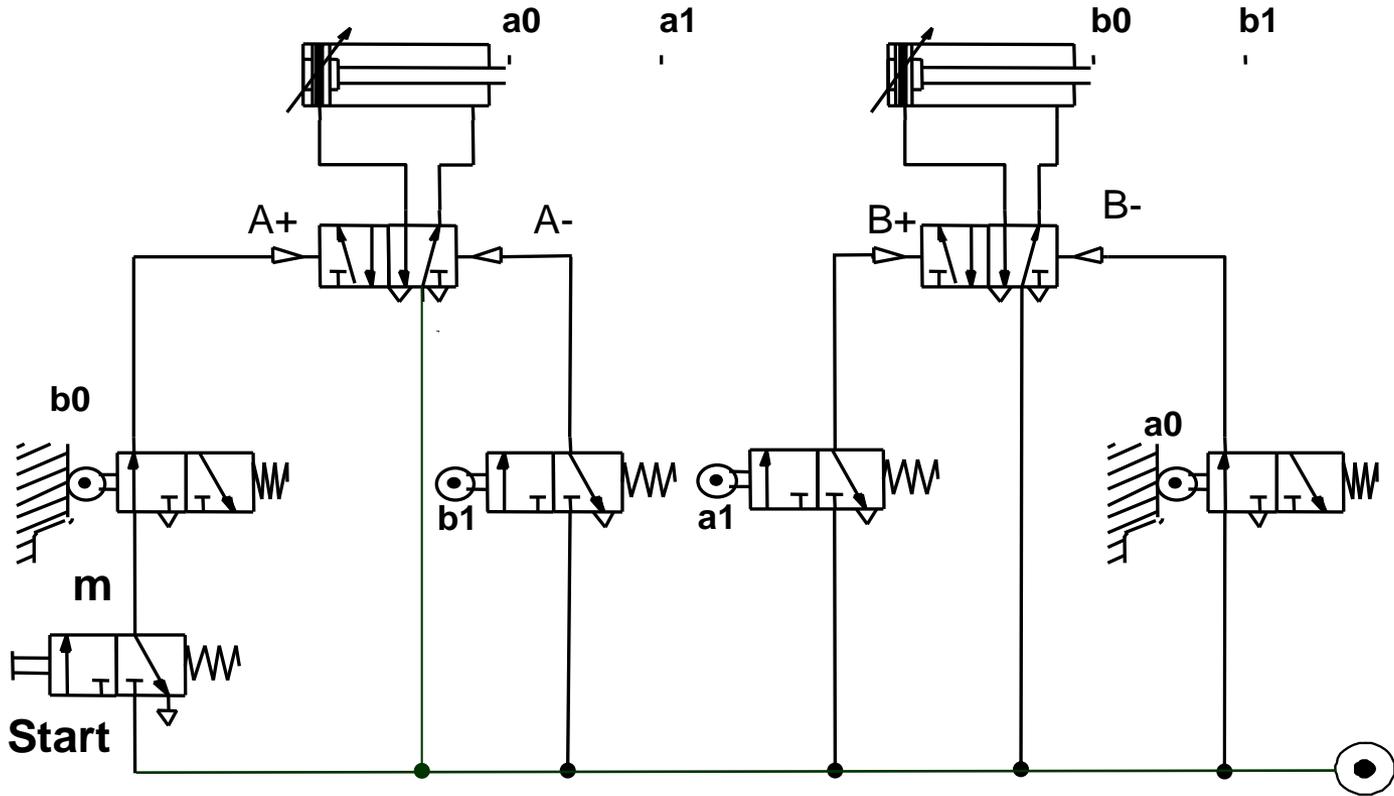
Dall'analisi dei segnali si vede che il finecorsa  $a_0$  è attivo quando si deve commutare  $b_0$  e quando si deve commutare  $b_1$  è attivo  $a_1$ .



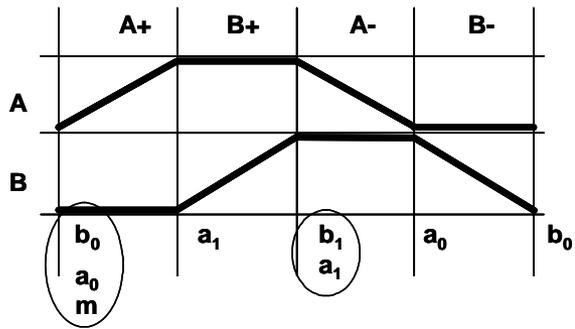
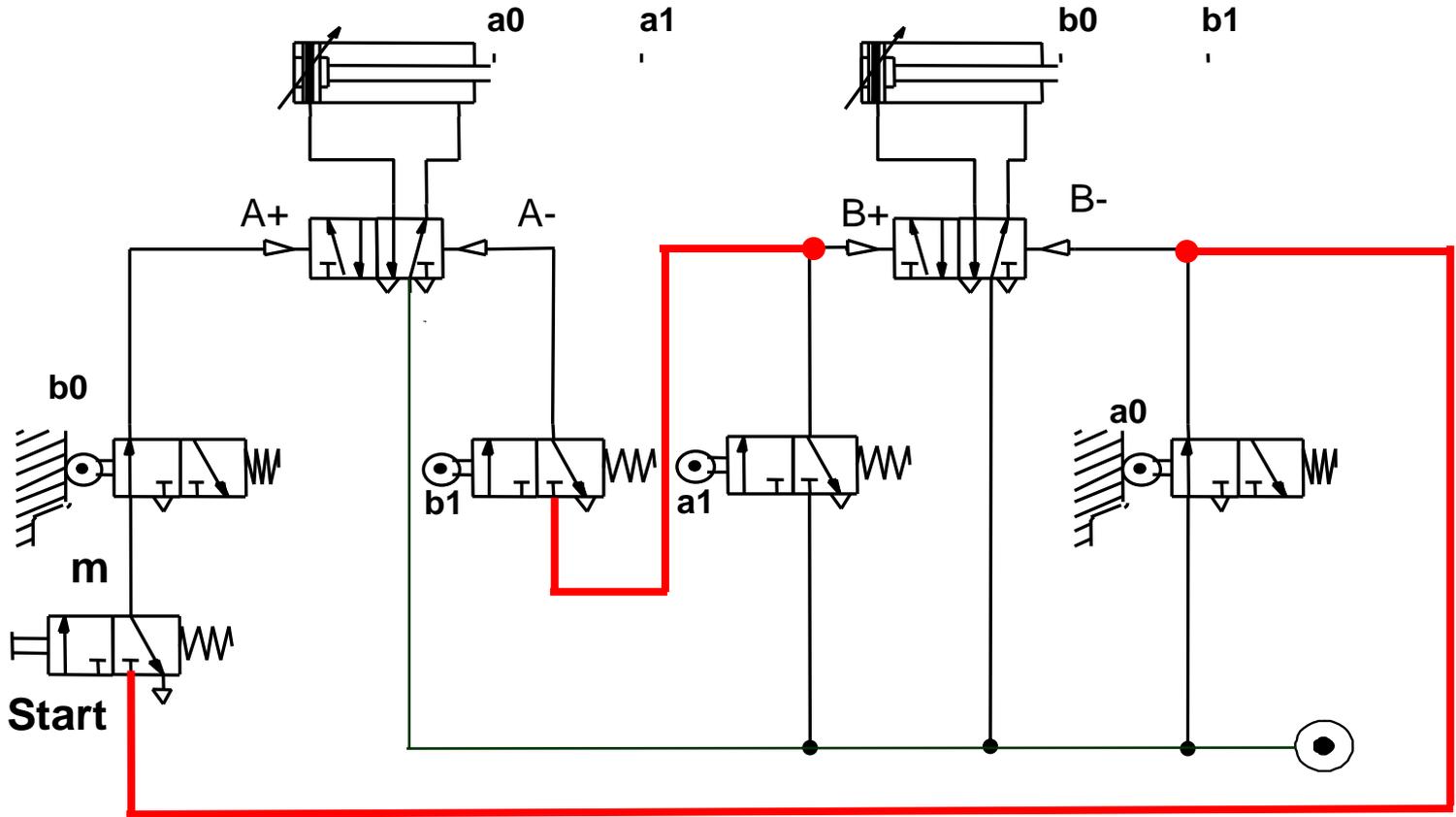
Per passare dal cablaggio di un circuito all'altro è solo sufficiente effettuare i cambiamenti indicati nel seguito:



# Metodo diretto



# Con i collegamenti



# Ciclo A+ B+ C+ (A- B- C-)

Ciclo	A+ B+ C+ (A- B- C-)				
Fase	1	2	3	4	
Moto	A+	B+	C+	A-B-C-	
Segnale	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	
	b <sub>0</sub>				
	c <sub>0</sub>				
	m				
Attuatori	Diagramma delle fasi				
A	+	+			a <sub>1</sub>
A	-	-			a <sub>0</sub>
B	+		+		b <sub>1</sub>
B	-		-		b <sub>0</sub>
C	+			+	c <sub>1</sub>
C	-			-	c <sub>0</sub>

Movimenti contemporanei,  
senza segnali bloccanti

Segnali attivi

a<sub>1</sub>

a<sub>0</sub>

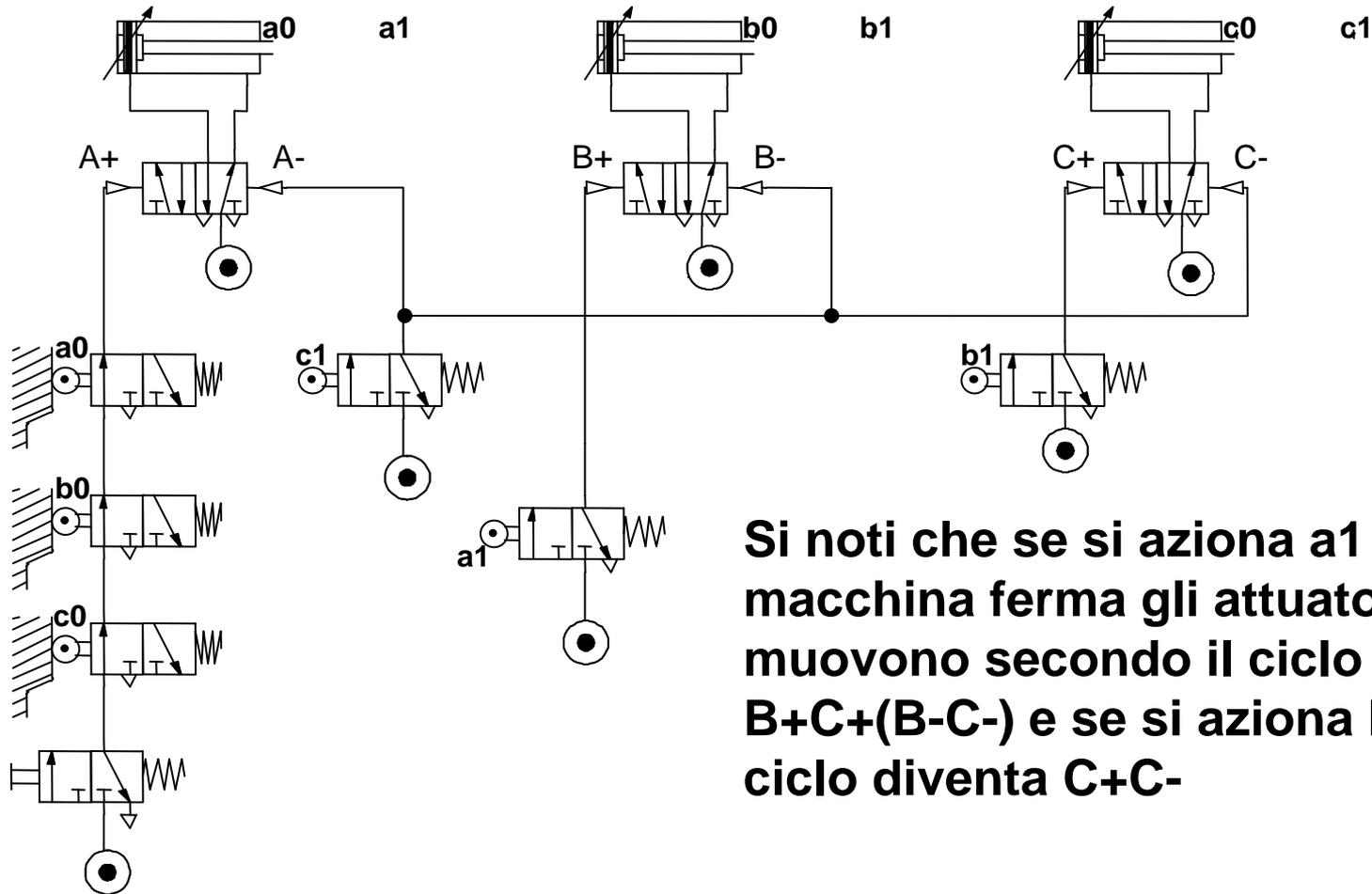
b<sub>1</sub>

b<sub>0</sub>

c<sub>1</sub>

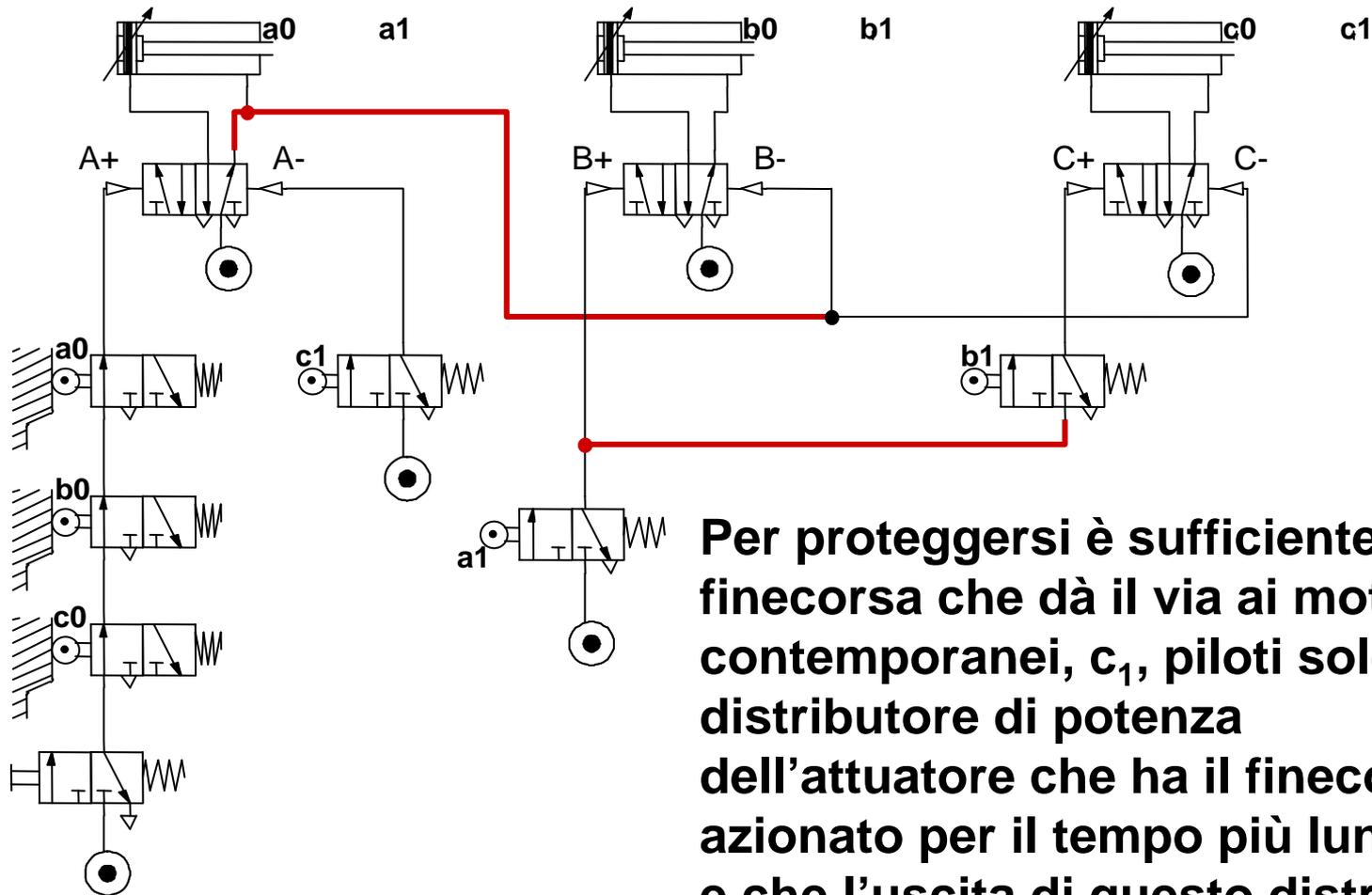
c<sub>0</sub>

# Ciclo A+ B+ C+ (A- B- C-) metodo diretto



**Si noti che se si aziona a1 a macchina ferma gli attuatori si muovono secondo il ciclo B+C+(B-C-) e se si aziona b<sub>1</sub> il ciclo diventa C+C-**

# Ciclo A+ B+ C+ (A- B- C-) metodo dei collegamenti

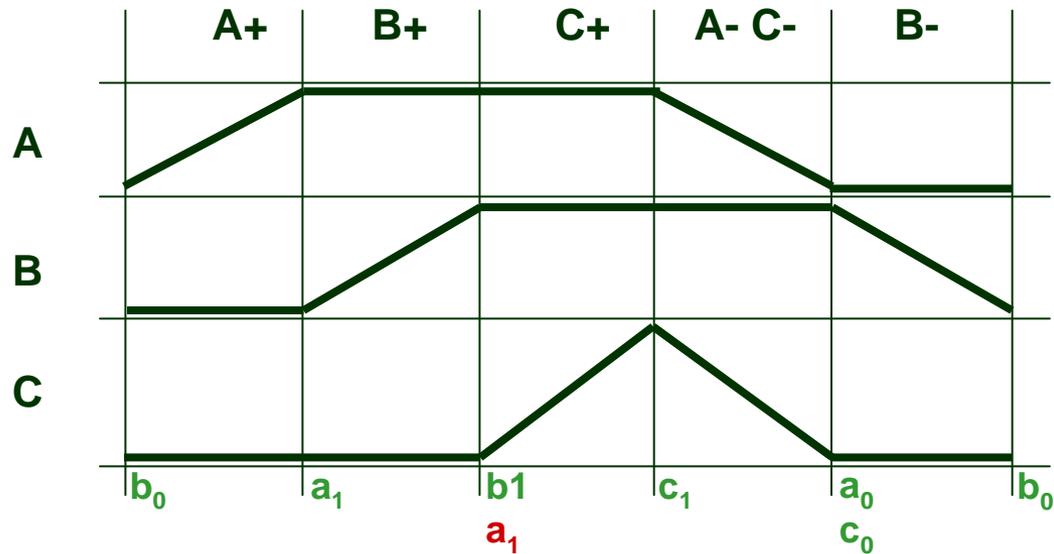


**Per proteggersi è sufficiente che il finecorsa che dà il via ai moti contemporanei,  $c_1$ , piloti solo il distributore di potenza dell'attuatore che ha il finecorsa azionato per il tempo più lungo: A, e che l'uscita di questo distributore piloti gli altri due distributori**

# Metodo dei collegamenti con segnali bloccanti

- **Per eliminare i segnali bloccanti si può:**
  - Renderli istantanei
  - Diminuirne la durata in modo che siano assenti quando arrivano i segnali opposti
- **Bisogna cercare un segnale “sbloccante” con le proprietà seguenti:**
  - Non deve essere a sua volta bloccante
  - Deve essere attivo quando inizia il segnale bloccante
  - Deve essere inattivo quando inizia la successiva corsa dello stelo del cilindro comandato dal segnale bloccante
  - Non si deve riattivare finché è attivo il segnale bloccante

# Ciclo A+ B+ C+ (A- C-) B- con segnali simultanei e bloccanti

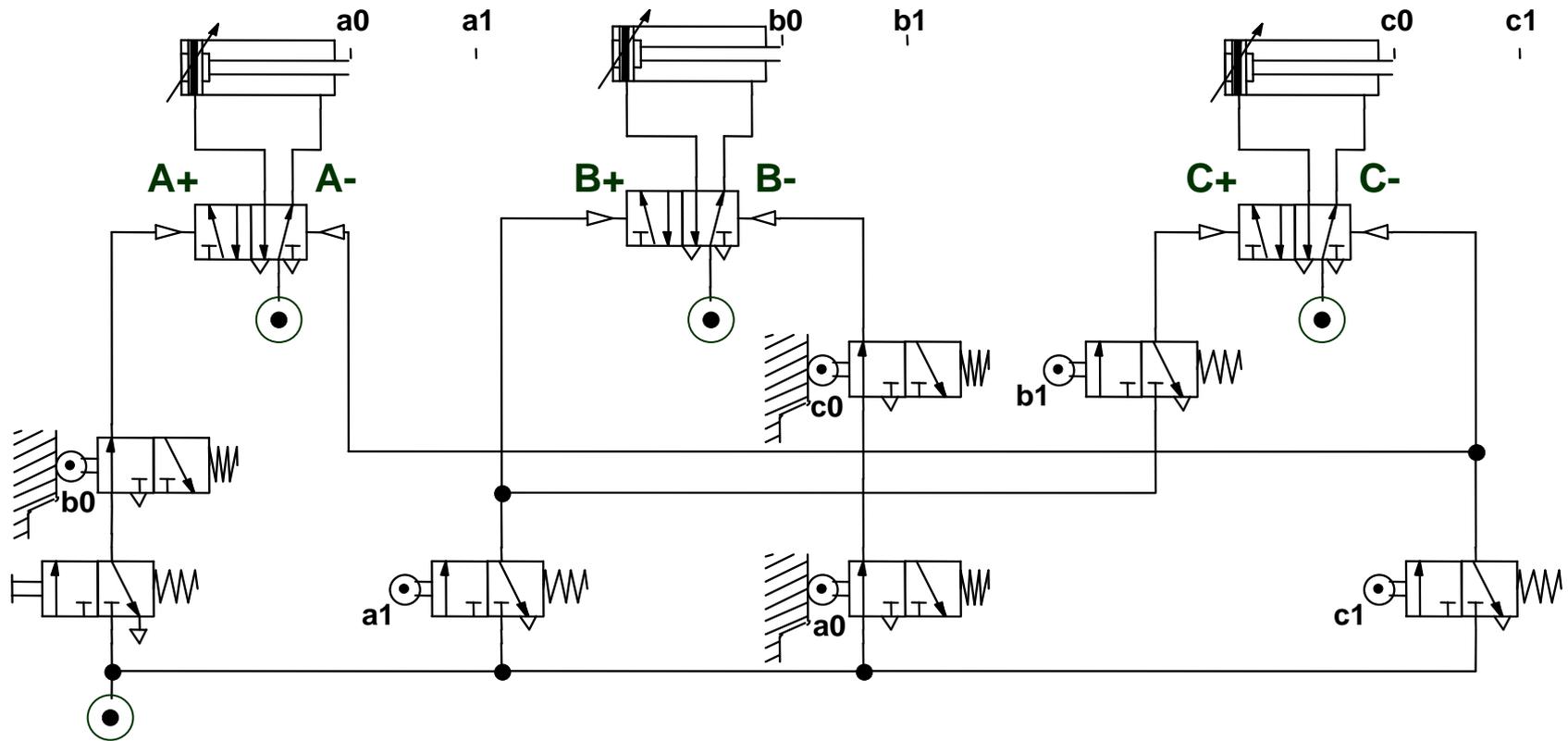


a<sub>0</sub>, c<sub>0</sub> simultanei  
b<sub>1</sub>, c<sub>0</sub> = bloccanti

# Metodo dei Collegamenti

- **$b_1$  e  $c_0$  sono bloccanti**
- **Il segnale che sblocca  $b_1$  è  $a_1$  perché:**
  - Non è bloccante
  - È presente quando viene attivato  $b_1$
  - È inattivo quando inizia la corsa C-
  - Non si riattiva finché è presente  $b_1$
- **Il segnale che sblocca  $c_0$  è  $a_0$ , infatti:**
  - Non è bloccante
  - È presente quando viene attivato  $a_0$
  - È inattivo quando inizia la corsa B+
  - Non si riattiva finché è presente  $a_0$
- **sufficiente collegare in AND  $b_1$  con  $a_1$  e  $c_0$  con  $a_0$**

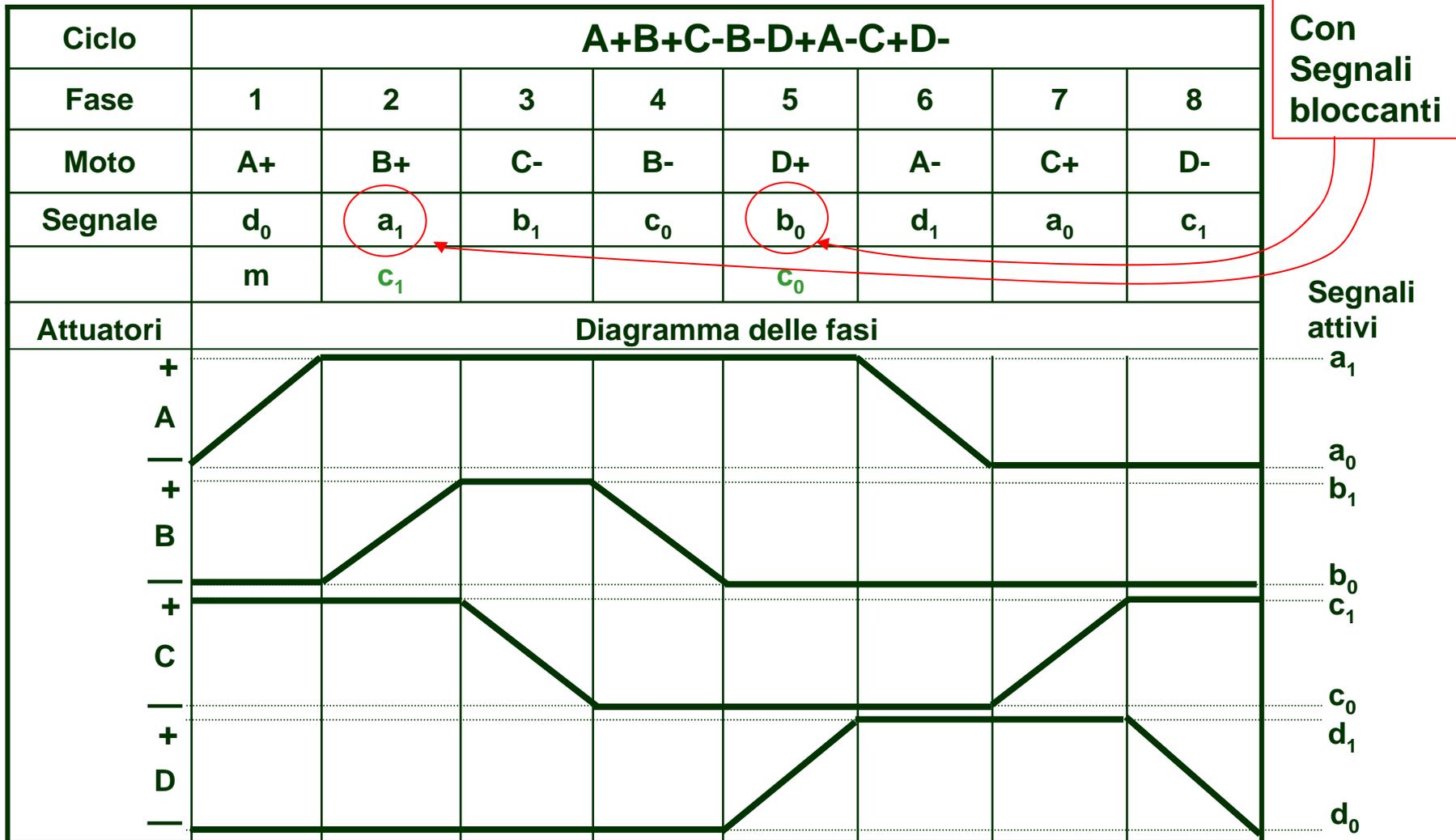
# A+ B+ C+ (A- C-) B- con i collegamenti in pneumatica



SEGNALI BLOCCANTI: b1 c0

AND b1 con a1 e c0 con a0

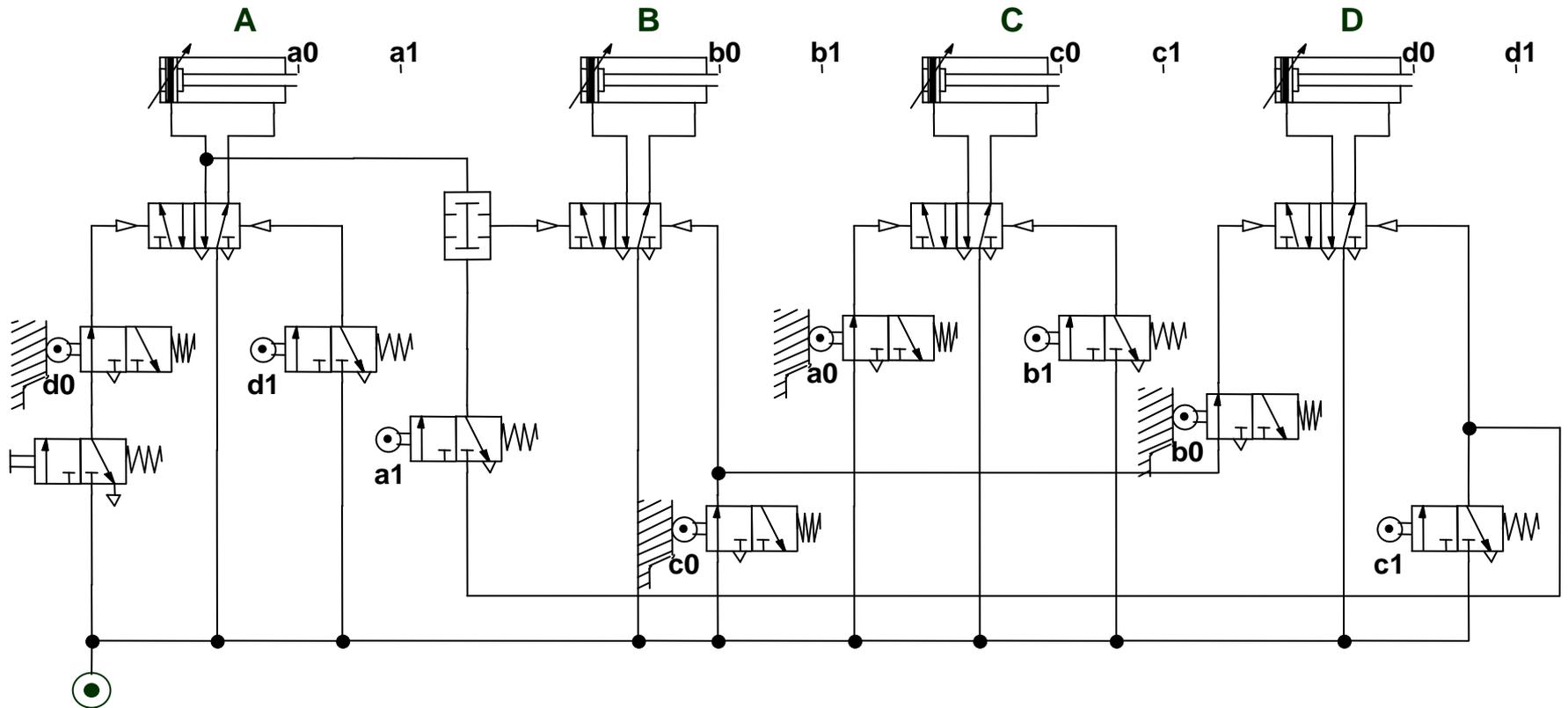
# Ciclo A+B+C-B-D+A-C+D-



# Metodo dei collegamenti con segnali bloccanti

- **a1 e b0 sono bloccanti**
- **Il segnale che sblocca a1 è c1 perché:**
  - Non è bloccante
  - È presente quando viene attivato a1
  - È inattivo quando inizia la corsa B-
  - Non si riattiva finché è presente a1
- **Si noti che d0 non è sbloccante per a1 poiché non ha il terzo requisito**
- **Il segnale che sblocca b0 è c0, infatti:**
  - Non è bloccante
  - È presente quando viene attivato b0
  - È inattivo quando inizia la corsa D-
  - Non si riattiva finché è presente b0
- **sufficiente collegare in AND c1 con a1 e c0 con b0**

# Ciclo A+B+C-B-D+A-C+D-



<b>A+</b>	<b>B+</b>	<b>C-</b>	<b>B-</b>	<b>D+</b>	<b>A-</b>	<b>C+</b>	<b>D-</b>
d <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	c <sub>1</sub>
m	c <sub>1</sub>			c <sub>0</sub>			

# Esercizi

1. Disegnare il circuito che realizza il ciclo semiautomatico:

**A- B- A+ B+**

con due cilindri a semplice effetto e facendo in modo che  $b_1$  rimanga senza alimentazione nella fase 1

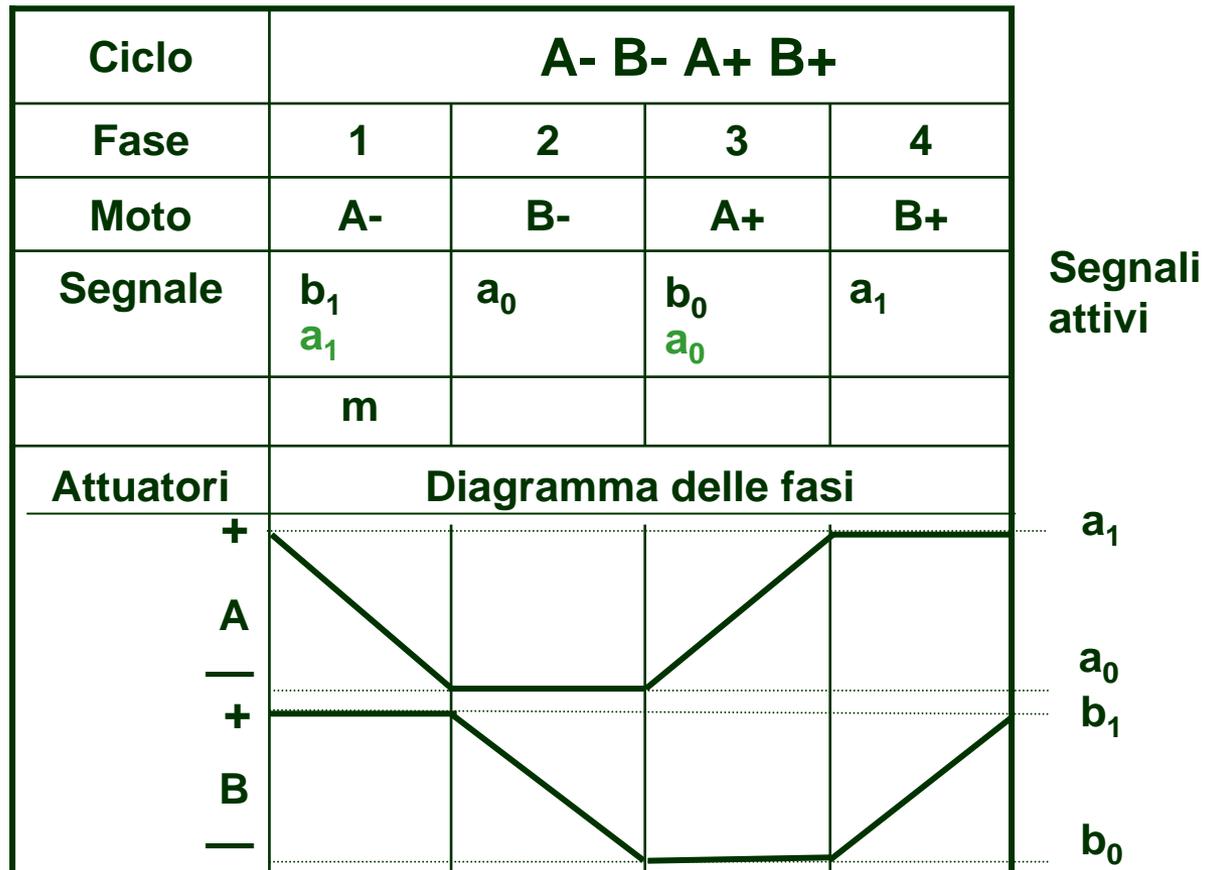
2. Disegnare il circuito che realizza il ciclo semiautomatico:

**A+ B+ (A- C+) B- C-**

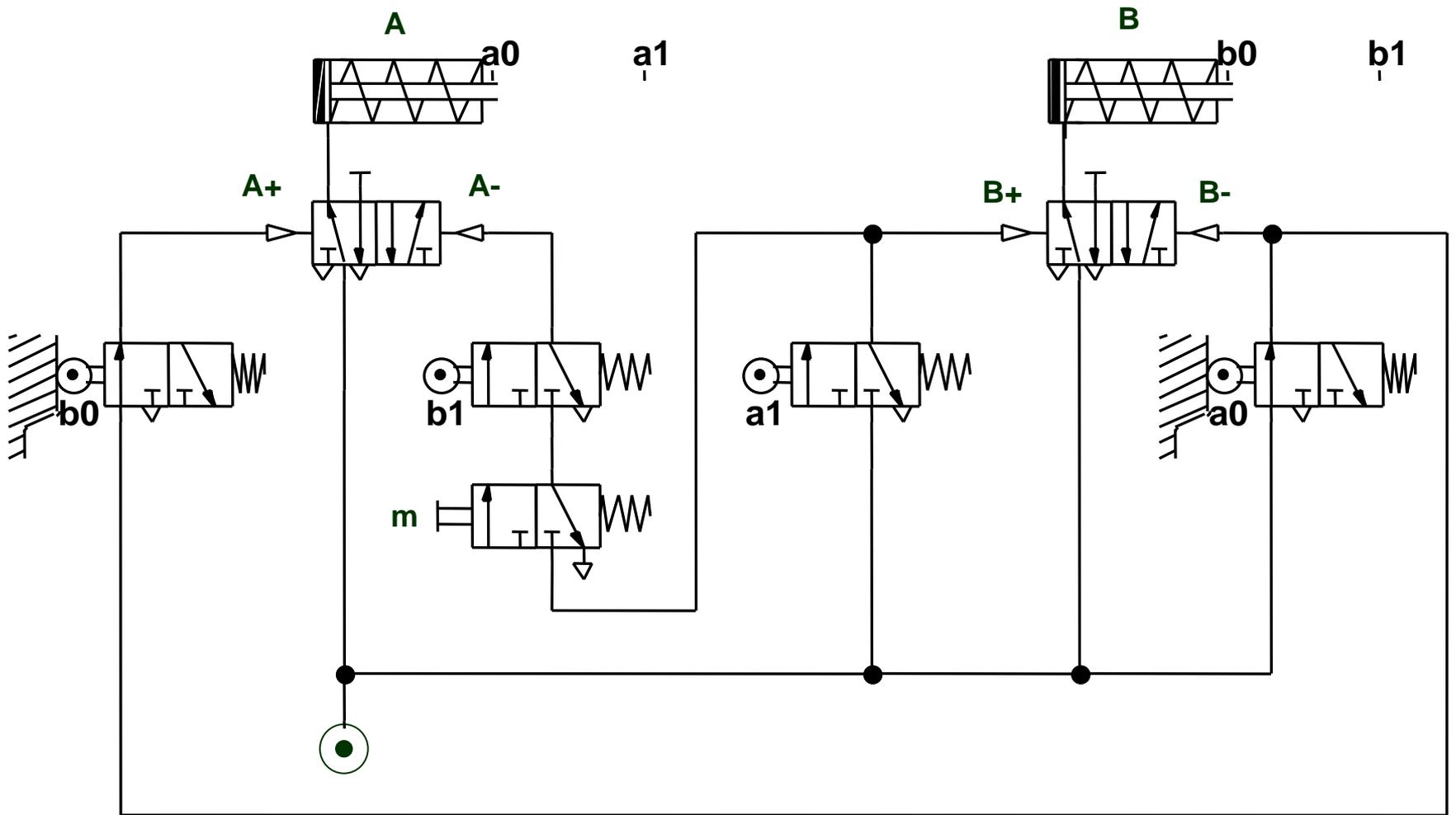
con 3 cilindri a doppio effetto e facendo in modo che, a macchina ferma, l'azionamento involontario del fine corsa  $a_1$  non provochi nessun moto

# Ciclo semiautomatico A- B- A+ B+

Circuito che realizza il ciclo semiautomatico, A- B- A+ B+, con due cilindri a semplice effetto e con b1 che rimane senza alimentazione nella fase 1

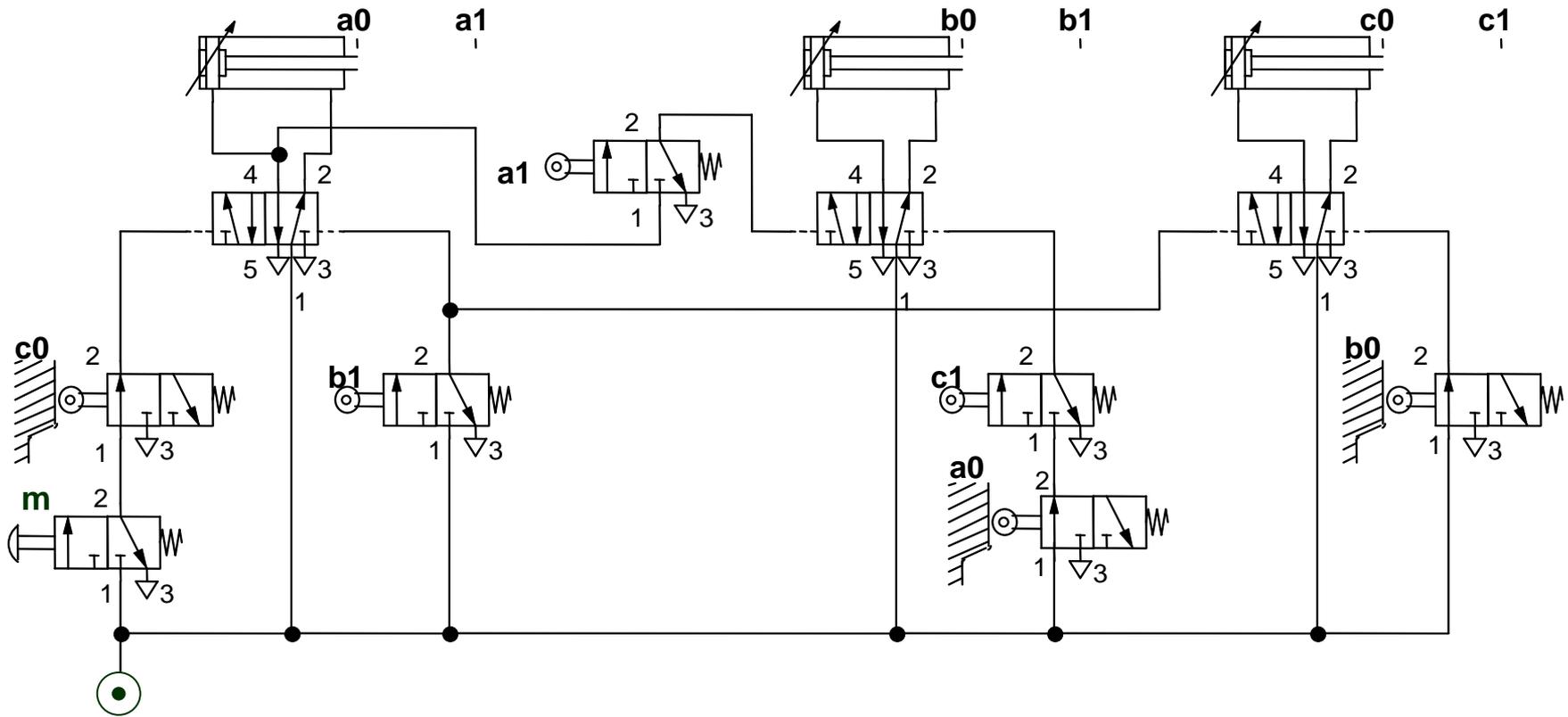


# A- B- A+ B+





# A+ B+ (A- C+) B- C-



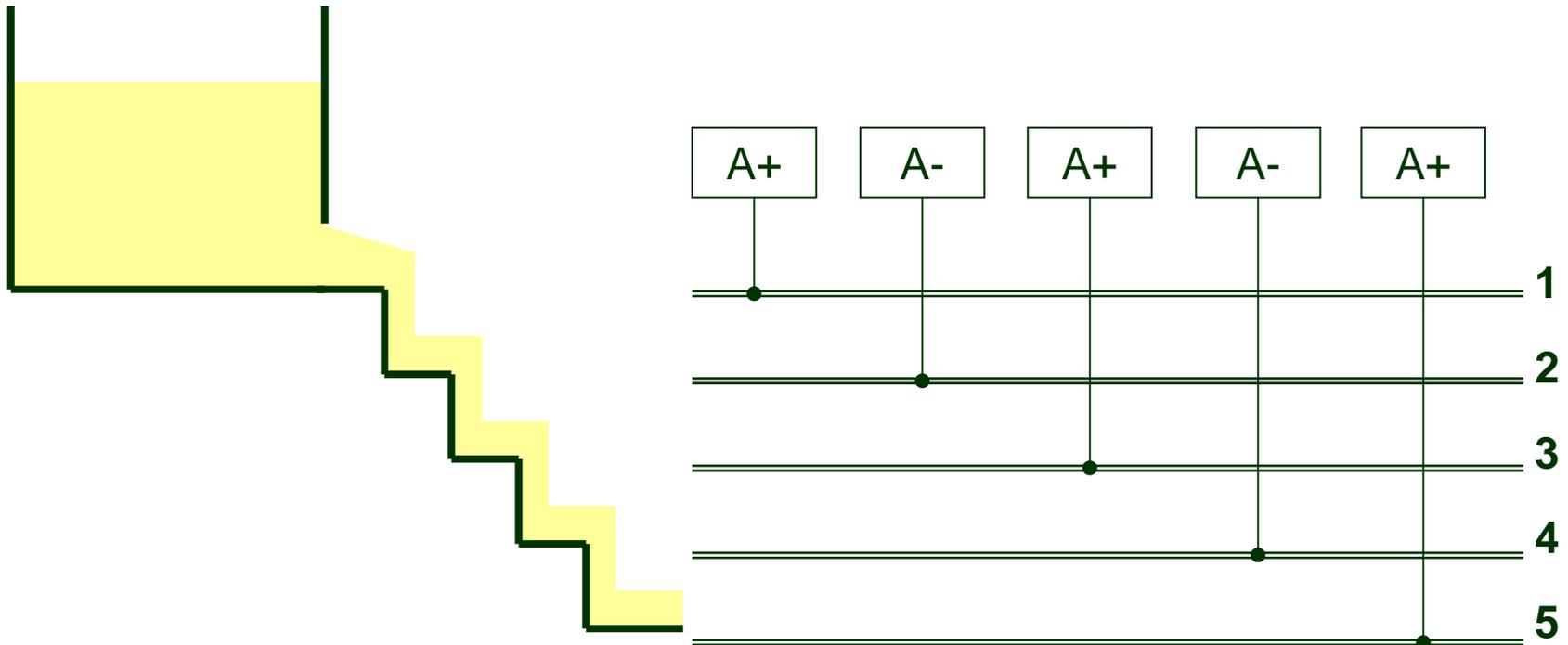
# **Metodo della cascata**

# Metodo della Cascata

- **Si ricorre a questo metodo quando nel ciclo sono presenti segnali bloccanti che non possono essere sbloccati con il metodo dei collegamenti.**
- **Esso consiste nell'inserire nel circuito di comando alcuni distributori ausiliari opportunamente collegati al circuito di potenza.**
- **Tali distributori costituiscono la cosiddetta "cascata" per il loro particolare cablaggio**
- **Per applicare correttamente il metodo si deve procedere attraverso le seguenti fasi:**
  - **stabilire il numero di distributori ausiliari della cascata**
  - **collegarli in cascata**
  - **pilotarli opportunamente**

# Metodo della cascata

- Il termine cascata prende origine dal significato della cascata d'acqua che può bagnare diversi livelli senza mai tornare indietro: in modo analogo la cascata pneumatica fornirà aria a diverse linee senza mai tornare indietro



# Premessa

- **Analizzare la sequenza del ciclo che si deve realizzare**
- **Raggruppare i movimenti della sequenza da sinistra a destra in modo che in ciascun gruppo non ci sia più di un movimento per lo stesso attuatore**
- **A ciascun gruppo di movimenti l'aria viene fornita da una linea distinta che è numerata da sinistra a destra come nella scala della cascata, dall'alto verso il basso; la linea più in alto nell'esempio precedente è la linea 1 e da essa parte l'alimentazione della cascata, mentre la linea più in basso è l'ultima, dove cioè l'acqua arriva alla fine della cascata e dove il ciclo termina e si ferma**
- **L'ultima linea è pertanto la linea in condizioni di riposo o meglio quella che rispecchia le condizioni iniziali**

# I commutatori della cascata

- Il passaggio da una linea alla successiva avviene mediante un commutatore cioè una valvola o un deviatore in grado di commutare l'alimentazione da una linea all'altra
- Pertanto due linee richiedono una valvola, tre linee due valvole e così via, n linee richiedono n-1 valvole
- La valvola che in condizioni di riposo deve alimentare la linea più in basso è la valvola principale che chiameremo "MADRE" di tutta la catena di commutazione
- Le valvole (o deviatori nel caso elettrico) che, prendendo poi aria (o corrente) dalla madre, debbono portare l'aria o la corrente verso la linea più in alto, saranno le valvole secondarie, che chiameremo "FIGLIE", e seguono la numerazione delle linee a cui debbono portare l'aria o la corrente, nella sequenza dei gruppi di movimento individuati

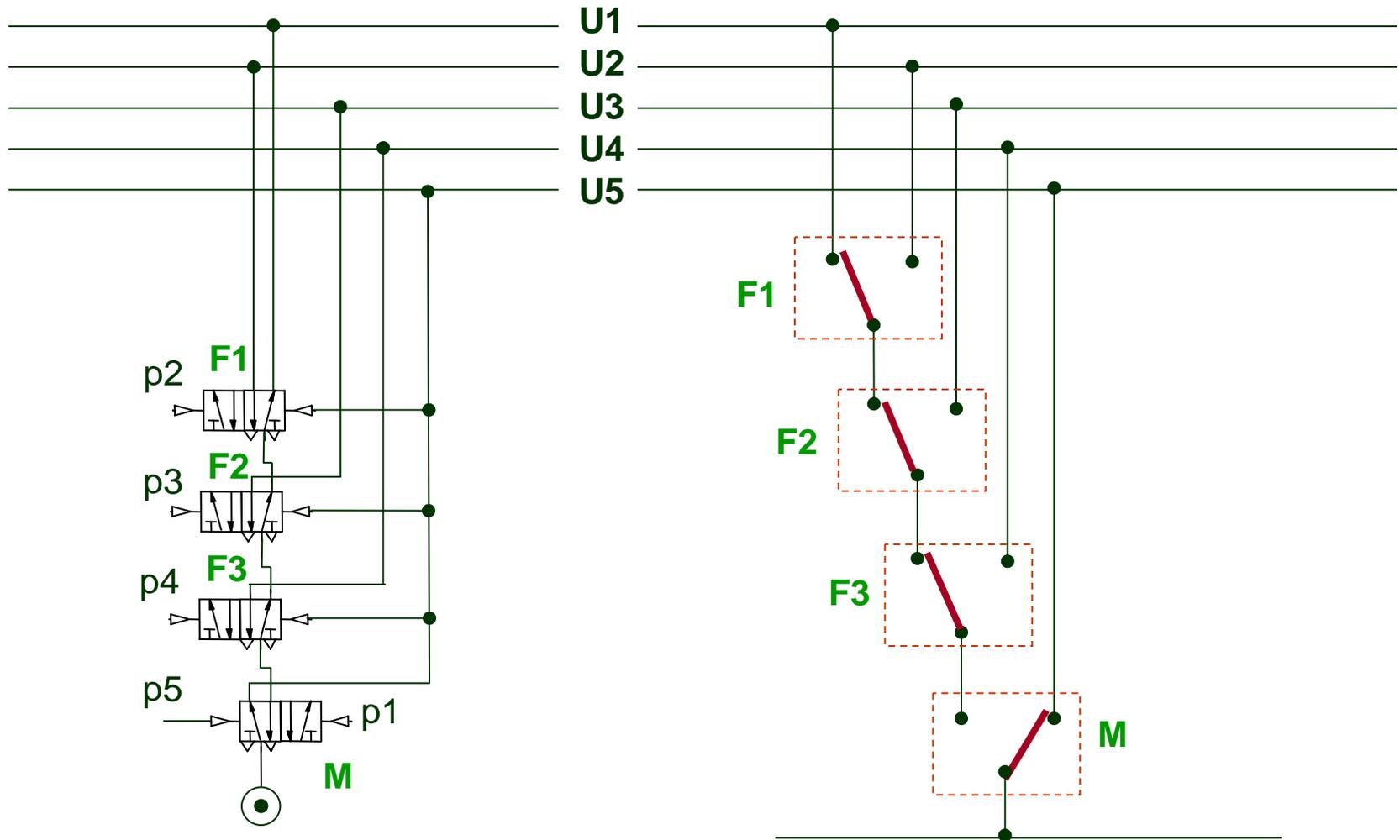
# I comandi della sequenza

- **La madre è comandata dall'ultimo finecorsa della sequenza, in serie al pulsante di marcia, entrambi alimentati direttamente dalla linea più alta o dalla rete**
- **Comandando la madre si va ad alimentare la linea più in alto che effettua immediatamente il primo movimento della sequenza**
- **Dalla stessa linea parte l'aria per i successivi movimenti dello stesso gruppo collegato alla prima linea, che, essendo relativi ad attuatori diversi, sono condizionati solo dal segnale di consenso della sequenza, cioè il finecorsa del movimento precedente**
- **Passando al gruppo successivo si dovrà innanzitutto commutare l'aria alla linea successiva, e perciò si dovrà comandare la prima figlia (se ce n'è almeno una, altrimenti si dovrà resettare la madre) mediante l'alimentazione della prima linea**

# **Il reset della sequenza**

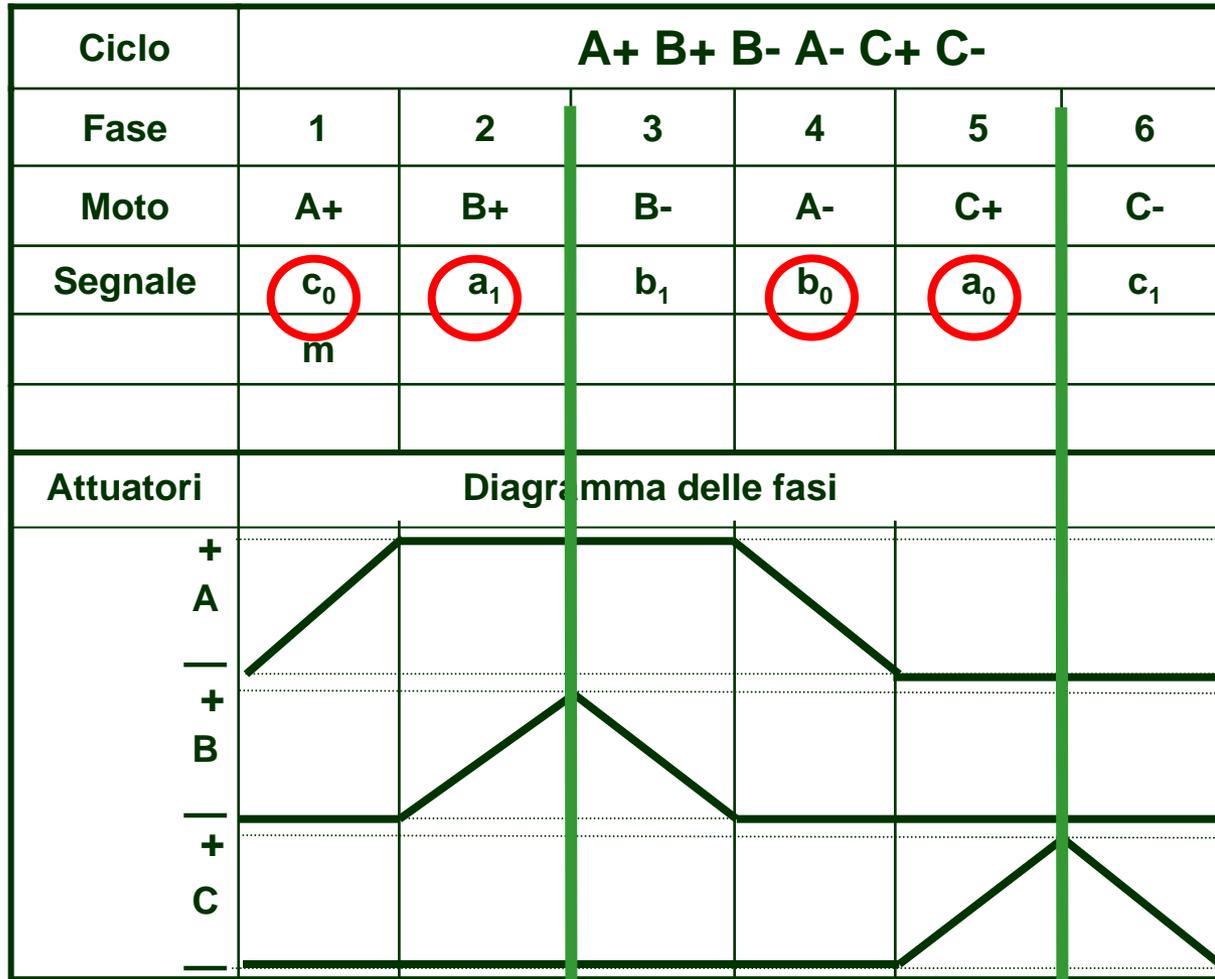
- **Dalla seconda linea si passerà ad effettuare direttamente il primo movimento del secondo gruppo**
- **Da tale movimento verrà generato il segnale di consenso per il successivo movimento dello stesso gruppo e così via fino all'ultimo movimento del secondo gruppo**
- **A tal punto se ci sono altre figlie si dovrà commutare la figlia successiva mediante il finecorsa prodotto dall'ultimo movimento e con l'alimentazione dalla linea corrente**
- **Si procederà nello stesso modo per tutte le eventuali figlie che ci saranno e quando non ci saranno più figlie allora si effettuerà il reset della madre, utilizzando sempre l'alimentazione della linea in cui ci si trova e il segnale prodotto dall'ultimo movimento e al tempo stesso dovranno essere resettate anche tutte le figlie**

# Esempio collegamenti dei commutatori



# A+ B + B- A- C+ C-

Diagramma delle fasi



Segnali bloccanti =  
 $a_1$   $b_0$   $a_0$   $c_0$

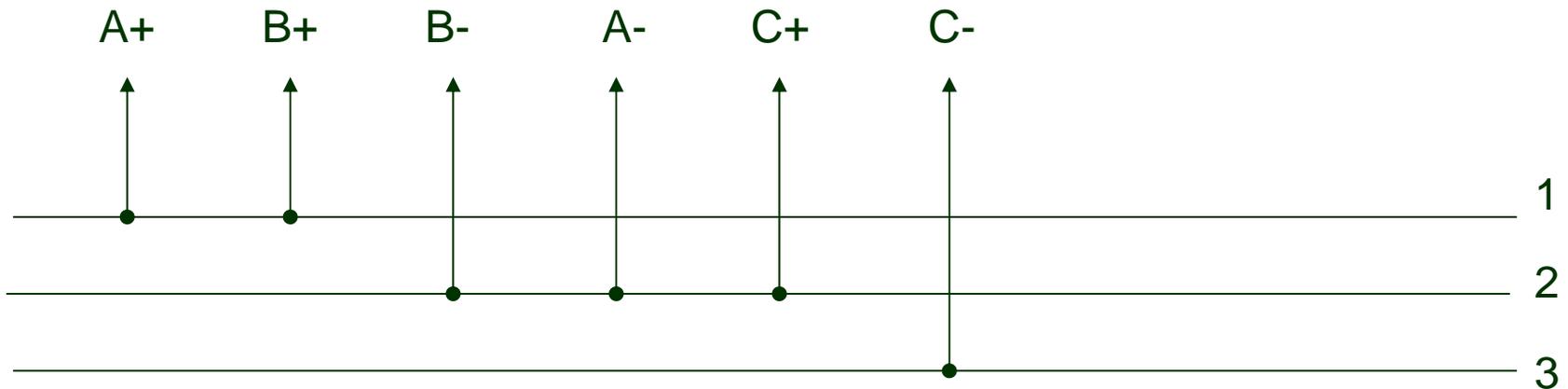
Segnali attivi

$a_1$   
 $a_0$   
 $b_1$   
 $b_0$   
 $c_1$   
 $c_0$

# Esempio di cascata pneumatica

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

Sapendo che per evitare blocchi dobbiamo utilizzare linee di alimentazione diverse per movimenti opposti dello stesso attuatore e che una linea può essere utilizzata una sola volta per ogni ciclo, vediamo che in questo esempio sono necessarie 3 linee:



# Preparazione della sequenza

A questo punto ricordando che la Madre, appena verrà comandata, dovrà alimentare la prima linea più in alto, così come le eventuali figlie debbono lasciare aperto il canale dell'alimentazione verso la linea più in alto, e che deve essere comandata dal pulsante di start e dall'ultimo finecorsa della sequenza, la prima commutazione è comandata da:

## **Start & $c_0$ = Set Madre**

E a questo punto viene alimentata la prima linea più in alto, la linea 1 dell'esempio, la quale comanda direttamente il primo movimento A+ e solo dopo che questo moto è completato viene azionato il finecorsa  $a_1$  che condiziona il movimento B+.

A questo punto bisogna passare alla linea immediatamente più bassa che nel nostro caso è la 2 e perciò la figlia deve commutare comandata dall'ultimo finecorsa  $b_1$ :

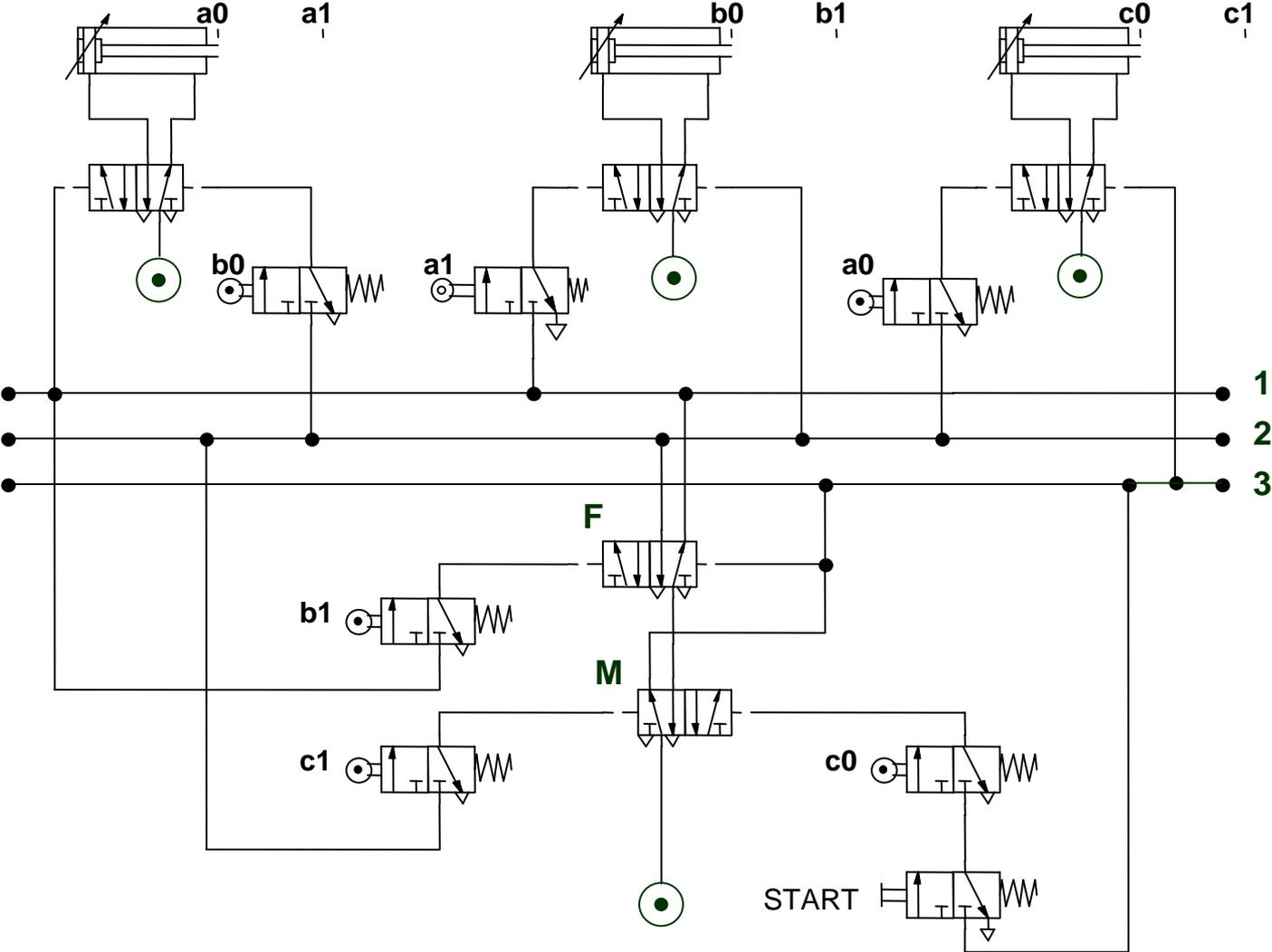
## **$b_1$ = Set Figlia**

Il primo moto comandato direttamente dalla linea due è B- e appena viene azionato il finecorsa  $b_0$  il successivo movimento condizionato appunto da  $b_0$  è A- e, ancora, appena viene azionato  $a_0$  esce C+ sotto condizione di  $a_0$ .

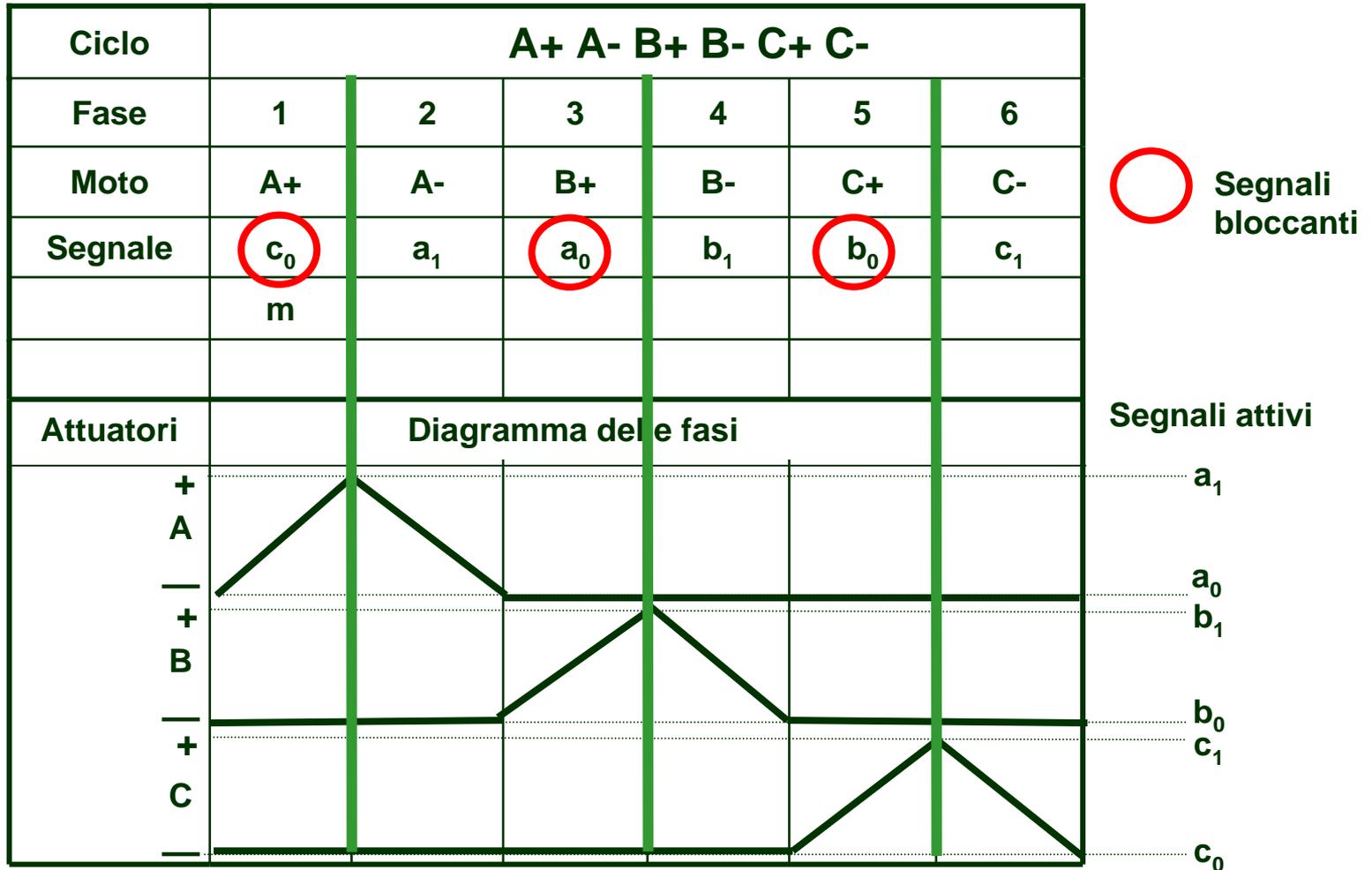
Infine l'uscita di C aziona il finecorsa  $c_1$  che deve comandare il reset della Madre e della figlia, alimentando la linea più bassa che fa rientrare C direttamente.

## **$c_1$ = Reset Madre e Figlia**

# A+ B+ B- A- C+ C-

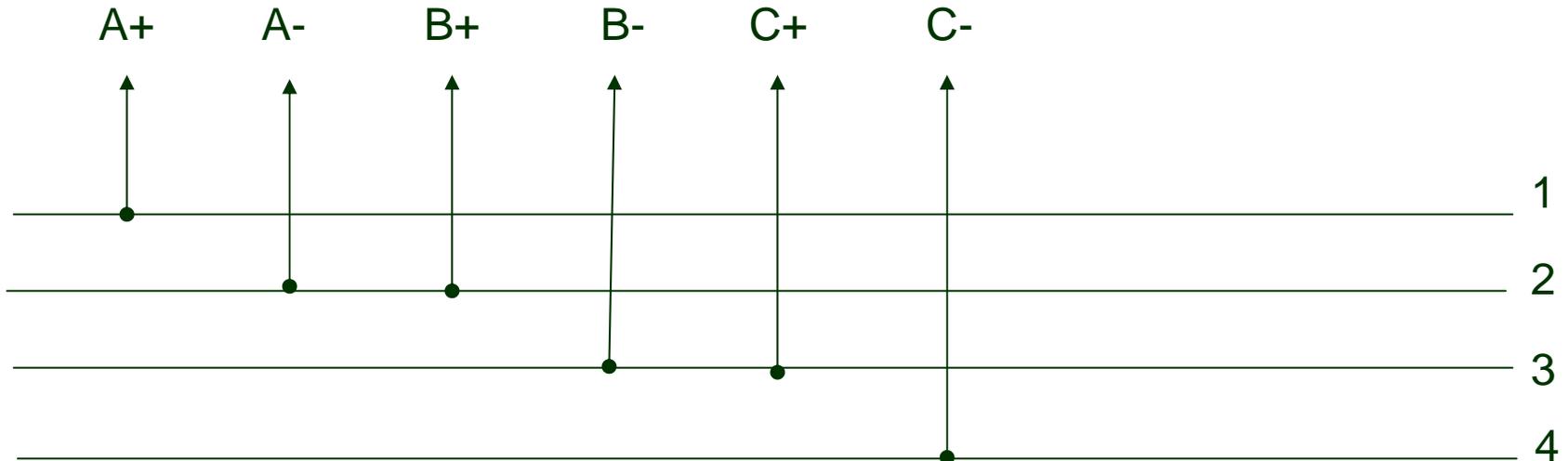


# A+ A- B+ B- C+ C-



# Quante linee occorrono?

Per evitare blocchi dobbiamo utilizzare linee di alimentazione diverse per movimenti opposti dello stesso attuatore; una linea può essere utilizzata una sola volta per ogni ciclo: in questo esempio sono necessarie 4 linee:



**Start & c0 = Set Madre**

**a1 = Set Figlia F1**

**b1 = Set Figlia F2**

**c1 = Reset Madre e Figlia**

# Preparazione della sequenza

A questo punto ricordando che la Madre, appena verrà comandata, dovrà alimentare la prima linea più in alto, così come le eventuali figlie debbono lasciare aperto il canale dell'alimentazione verso la linea più in alto, e che deve essere comandata dal pulsante di start e dall'ultimo finecorsa della sequenza, la prima commutazione è comandata da:

## **Start & $c_0$ = Set Madre**

E a questo punto viene alimentata la prima linea più in alto, la linea 1 dell'esempio, la quale comanda direttamente il primo movimento A+ e solo dopo che questo moto è completato viene azionato il finecorsa  $a_1$  e a questo punto bisogna passare alla linea 2 immediatamente più bassa e perciò la prima figlia deve commutare comandata dall'ultimo finecorsa  $a_1$ :

## **$a_1$ = Set Figlia F1**

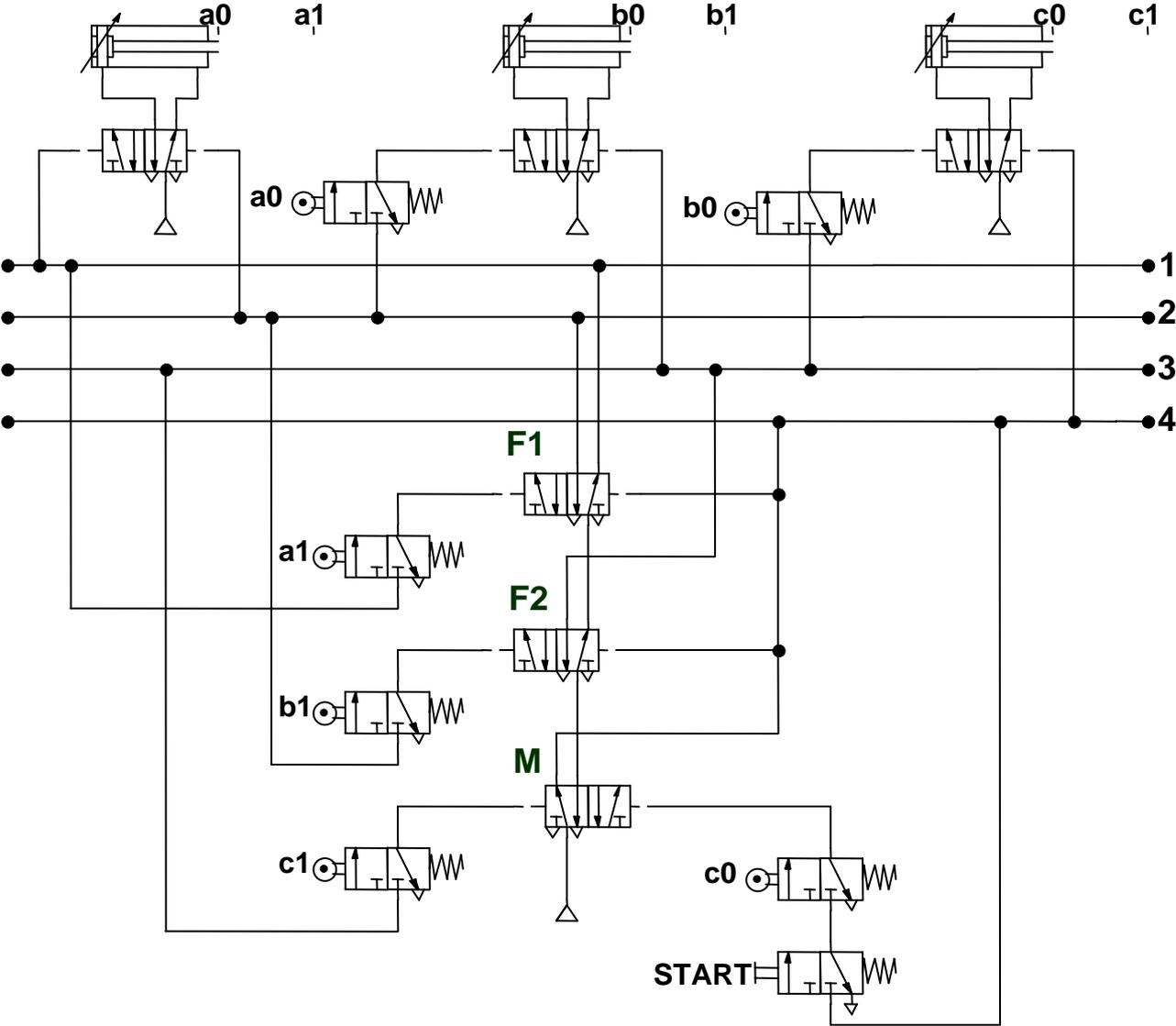
Il primo moto comandato direttamente dalla linea due è A- e appena viene azionato il finecorsa  $a_0$  il successivo movimento condizionato appunto da  $a_0$  è B+ e appena questo moto è completato viene azionato il finecorsa  $b_1$ , ma per il successivo moto della sequenza bisogna passare alla linea più bassa che è la 3. Perciò bisogna commutare la figlia successiva con l'ultimo finecorsa  $b_1$ :

## **$b_1$ = Set Figlia F2**

Il primo moto della linea 3 è B- che provoca l'azionamento di  $b_1$ , che condiziona il successivo moto di C+ dopo il quale viene azionato  $c_1$  e si passa quindi all'ultima linea per il completamento della sequenza. Pertanto l'uscita di C aziona il finecorsa  $c_1$  che deve comandare il reset della Madre e delle figlie, alimentando la linea più bassa che fa rientrare C direttamente.

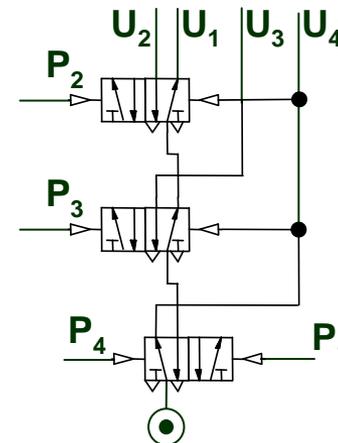
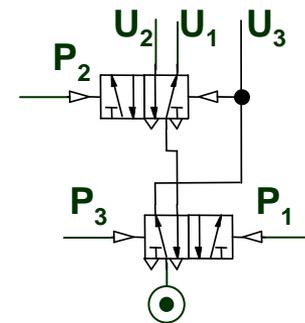
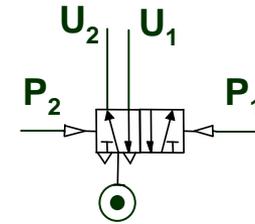
## **$c_1$ = Reset Madre e Figlia**

# A+ A- B+ B- C+ C-



# Metodo della cascata

- Inserire nel circuito dei distributori ausiliari opportunamente collegati al circuito di potenza in modo da costituire la “cascata”
- La cascata può essere costituita da uno o più distributori: con 1 distributore si hanno 2 uscite, con 2 distributori si hanno 3 uscite, con  $n-1$  distributori si hanno  $n$  uscite



# Regola della cascata

Rappresentare il ciclo con il diagramma delle fasi e riportare i segnali di comando in corrispondenza a ciascuna fase.

Per stabilire il numero dei distributori si suddivide il ciclo in più parti da sinistra a destra, facendo in modo che in ciascuna sezione ci sia una sola corsa per pistone.

Se  $n$  è il numero delle parti, il numero delle uscite sarà uguale a  $n$  e il numero dei distributori sarà uguale a  $n-1$ .

Collegamenti di alimentazione:

- 1° finecorsa della Parte 1<sup>a</sup> (\*) pilota P1 ed è alimentato da  $U_n$
- 1° finecorsa della Parte 2<sup>a</sup> (\*) pilota P2 ed è alimentato da  $U_1$
- 1° finecorsa della Parte 3<sup>a</sup> (\*) pilota P3 ed è alimentato da  $U_2$
- .....
- 1° finecorsa della Parte nesima (\*) pilota  $P_n$  ed è alimentato da  $U_{n-1}$

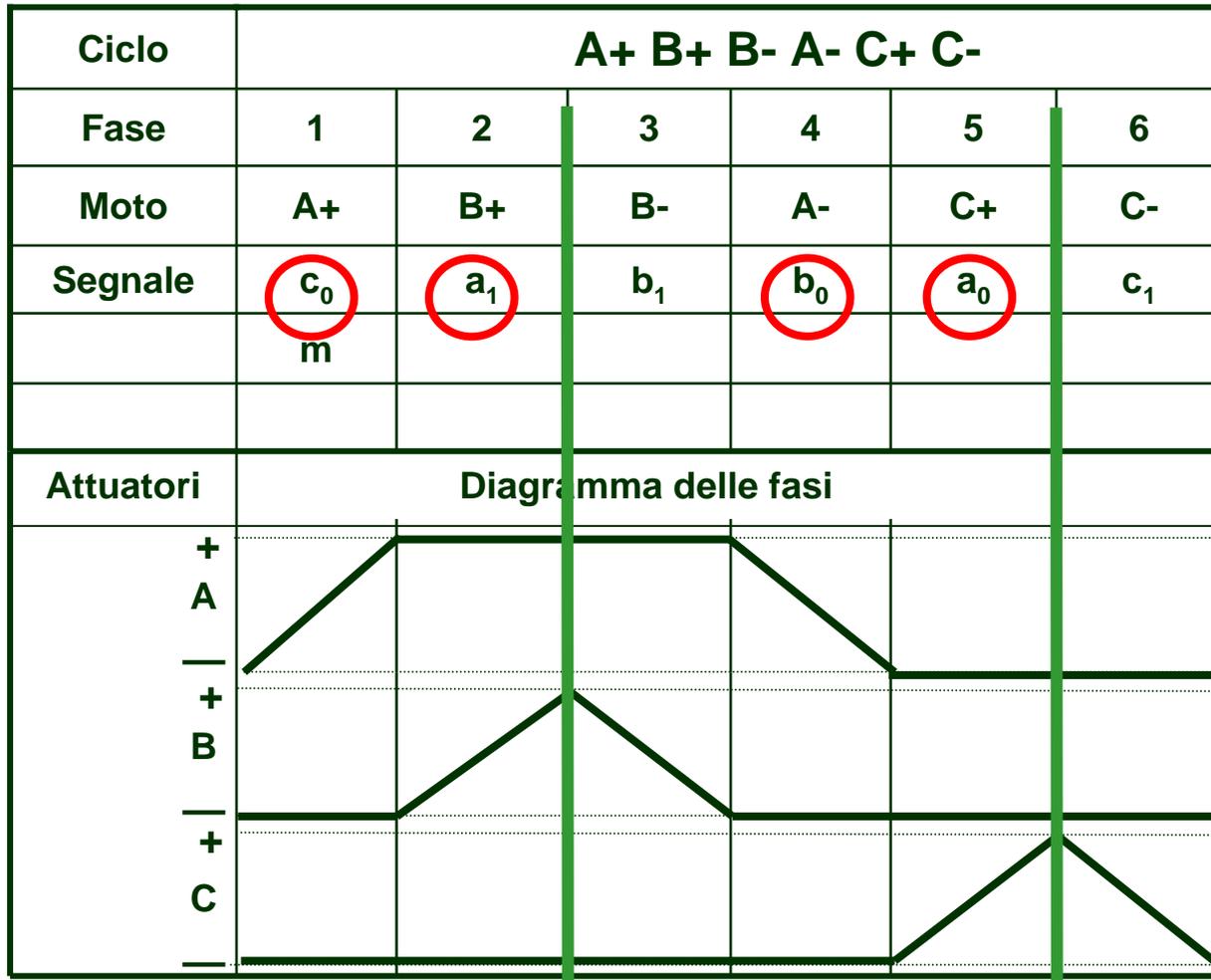
Collegamenti di comando di comando della cascata:

- $U_1$  pilota primo movimento parte 1<sup>a</sup>
- $U_2$  pilota primo movimento parte 2<sup>a</sup>
- $U_3$  pilota primo movimento parte 3<sup>a</sup>
- .....
- $U_n$  pilota primo movimento parte nesima

Gli altri finecorsa pilotano i movimenti rimanenti in base al diagramma delle fasi e saranno alimentati dall'uscita della parte a cui appartengono.

(\*) attivato dall'ultimo movimento della parte precedente

# Ciclo A+ B+ B- A- C+ C-



Segnali bloccanti =  
 $a_1$   $b_0$   $a_0$   $c_0$

Segnali attivi

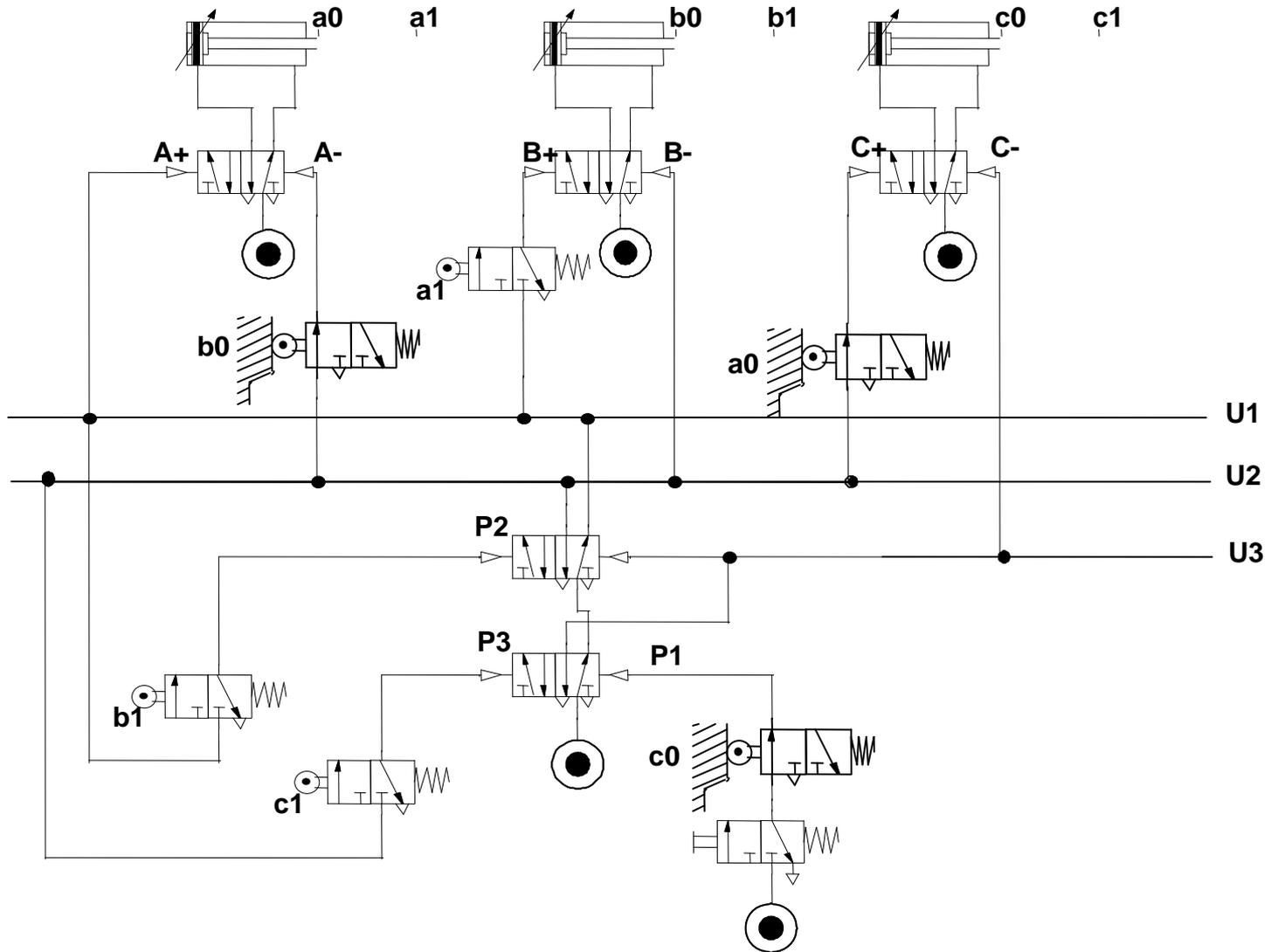
$a_1$   
 $a_0$   
 $b_1$   
 $b_0$   
 $c_1$   
 $c_0$

# Collegamenti

Nel nostro caso ci sono 3 parti:

Parte	Moto	Finecorsa	Pilota		Uscita	che alimenta	
			alimentato dal	1° finecorsa di parte		primo moto di parte	gli altri finecorsa
I	A+ B+	$c_0, a_1$	P1	$c_0$	U1	A+	$a_1$
II	B- A- C+	$b_1, b_0, a_0$	P2	$b_1$	U2	B-	$b_0, a_0$
III	C-	$c_1$	P3	$c_1$	U3	C-	

# Circuito A+ B+ B- A- C+ C-

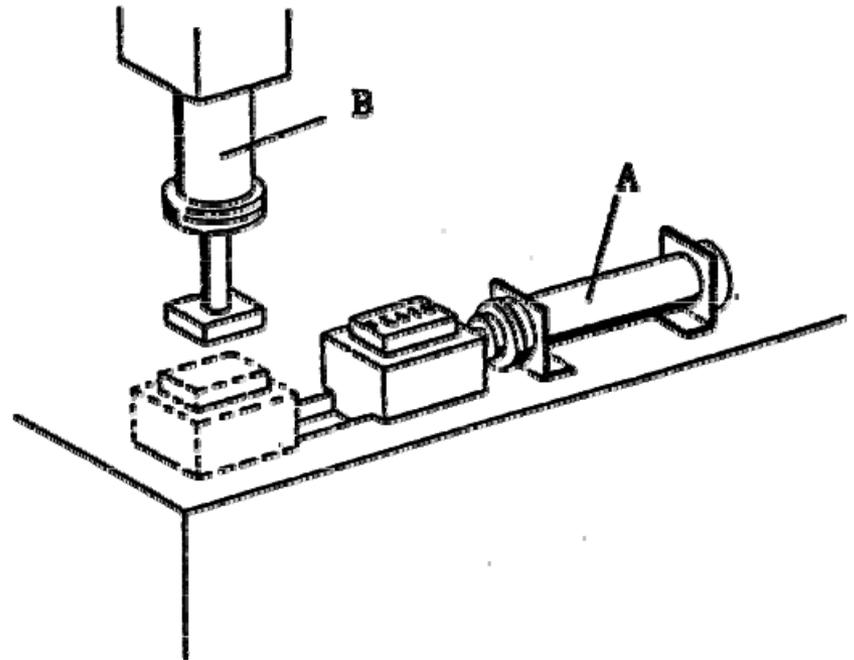


# Dispositivo di marcatura

Si utilizza una pressa per stampare il logo aziendale su pezzi in lavorazione.  
L'operazione di carico del pezzo sul supporto avviene manualmente.  
Il cilindro A spinge il pezzo sotto il punzone che viene azionato dall'uscita del cilindro B. Dopo la marcatura il cilindro B ritorna in posizione di riposo. Solo a questo punto il cilindro A può tornare nella posizione iniziale.

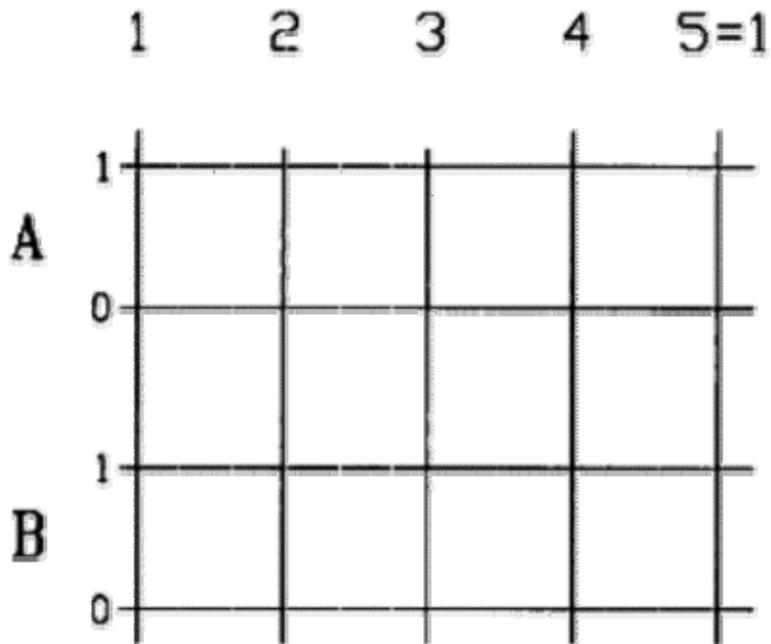
Nella risoluzione seguire la seguente procedura:

- 1) Elencare sul diagramma corsa-passo le posizioni dei finecorsa
- 2) Tracciare il diagramma delle funzioni
- 2) Disegnare lo schema circuitale denominando gli elementi
- 4) Realizzare il circuito



# Diagramma Corsa-passo

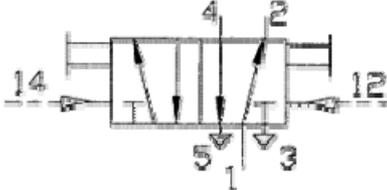
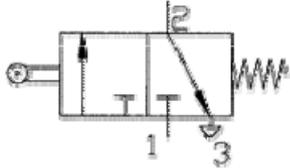
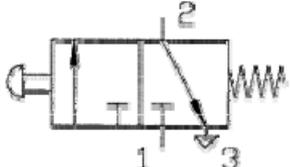
Diagramma Corsa-Passo



Comandi

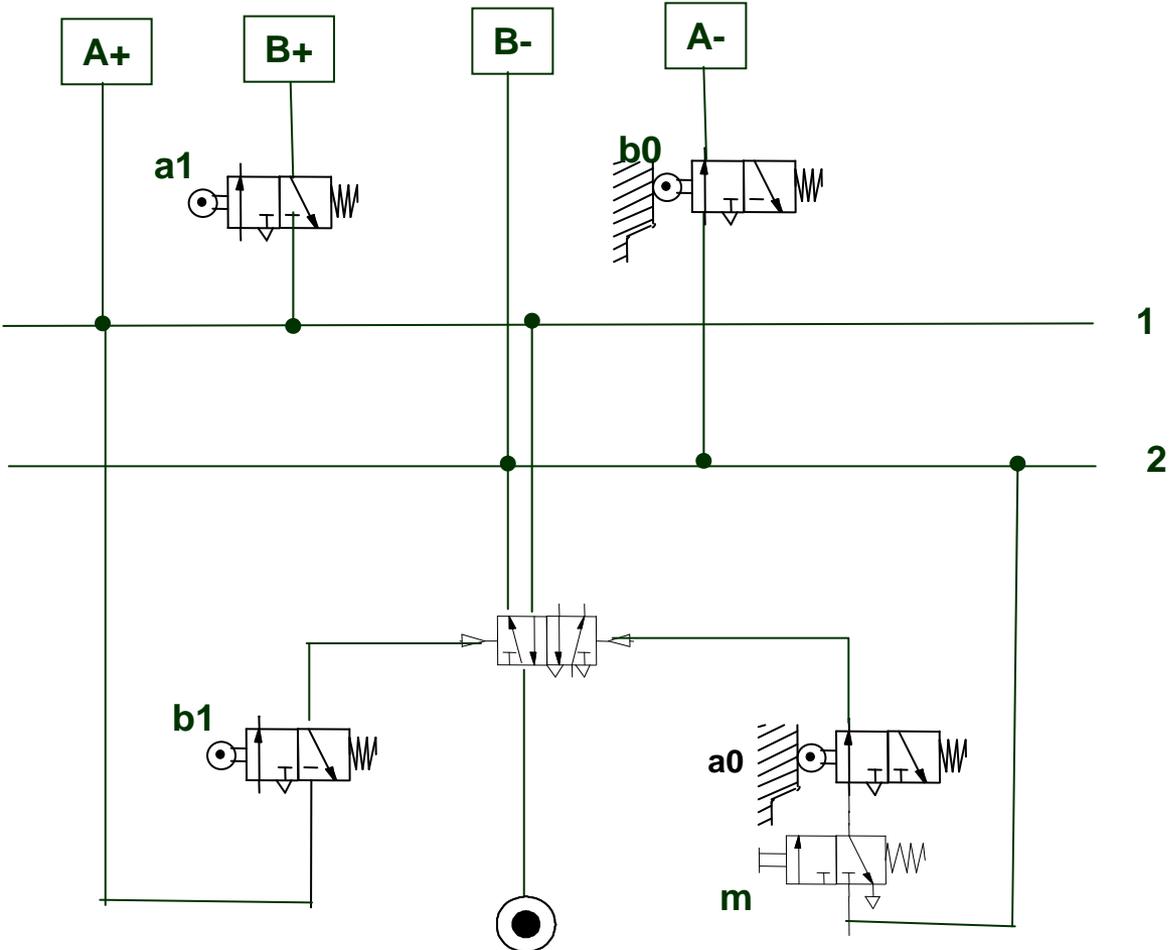
Start & a0 = A+  
a1 = B+  
b1 = B-  
b0 = A-

## 2 - Elenco Componenti

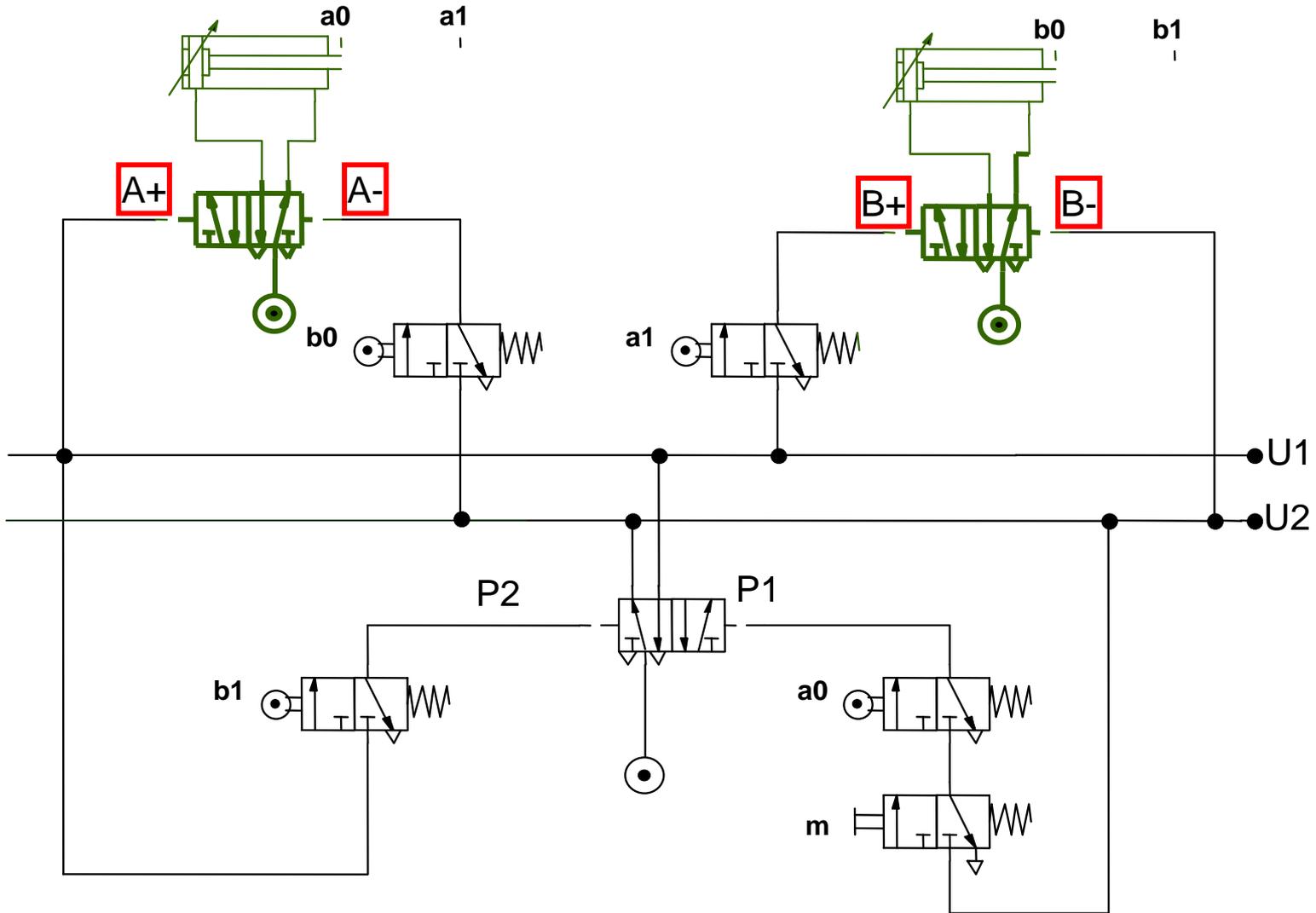
Q.tà	DESCRIZIONE	SIMBOLO
2	Cilindro a doppio effetto	
3	Valvola 5/2 bistabile	
4	Finecorsa 3/2 n.c.	
1	Pulsante 3/2 n.c.	



# A+ B+ B- A-

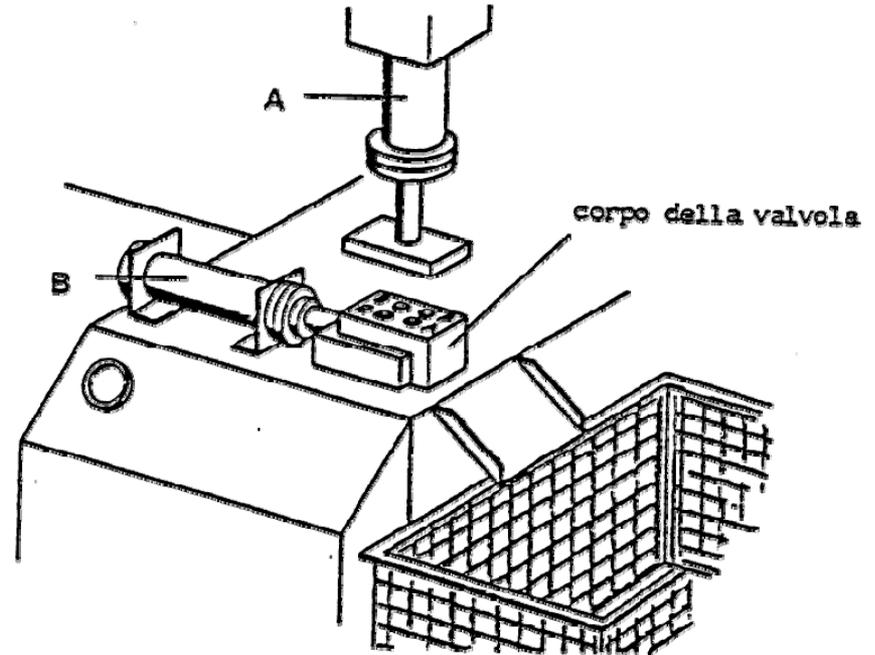


# A+B+B-A-



# Dispositivo di stampaggio

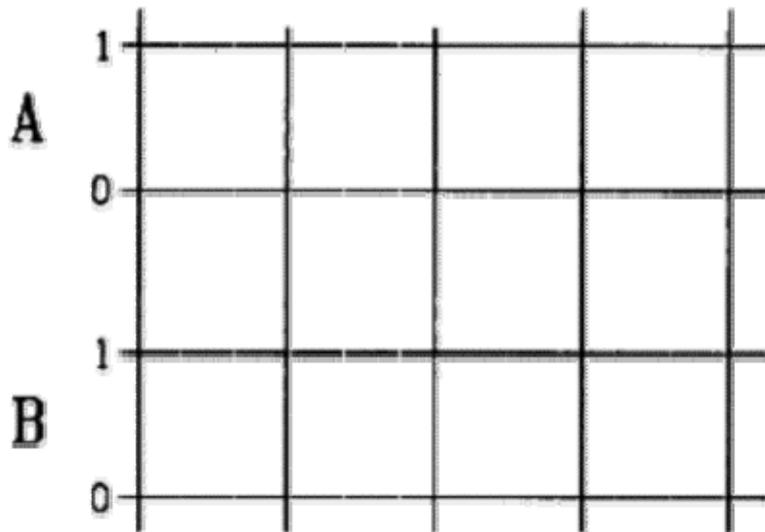
Devono essere stampigliate delle lettere su corpi valvola. I pezzi, collocati manualmente su un supporto, vengono marchiati dal cilindro A azionato da un pulsante. Dopo la stampigliatura, il cilindro torna immediatamente in posizione iniziale ed il B può spingere i corpi valvola lavorati in un raccogliitore. Terminata la fase di avanzamento, il cilindro B torna nella posizione iniziale e può ripartire il ciclo.



# Diagramma Corsa-passo

Diagramma Corsa-Passo

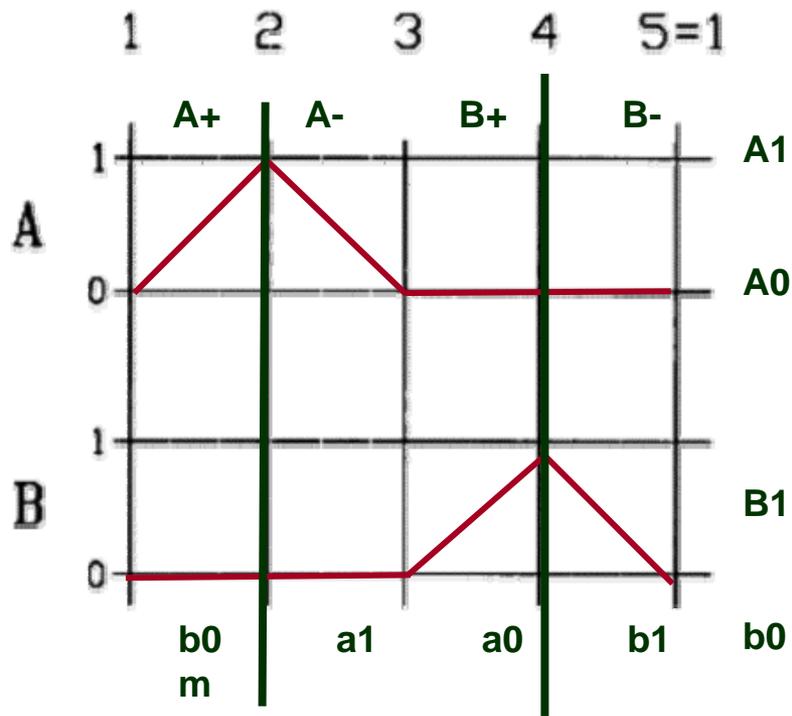
1      2      3      4      5=1



Comandi

Start & b0 = A+  
a1 = A-  
a0 = B+  
b1 = B-

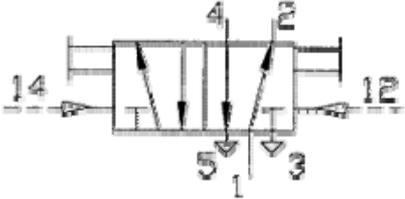
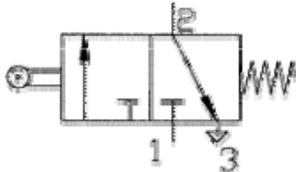
## Diagramma Corsa-Passo



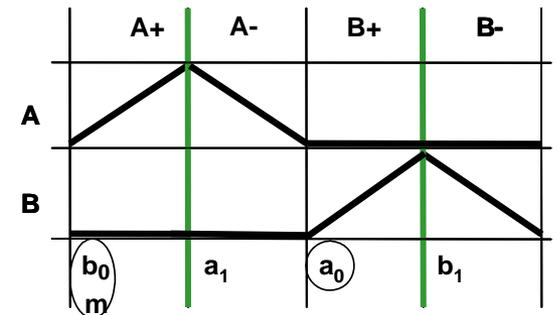
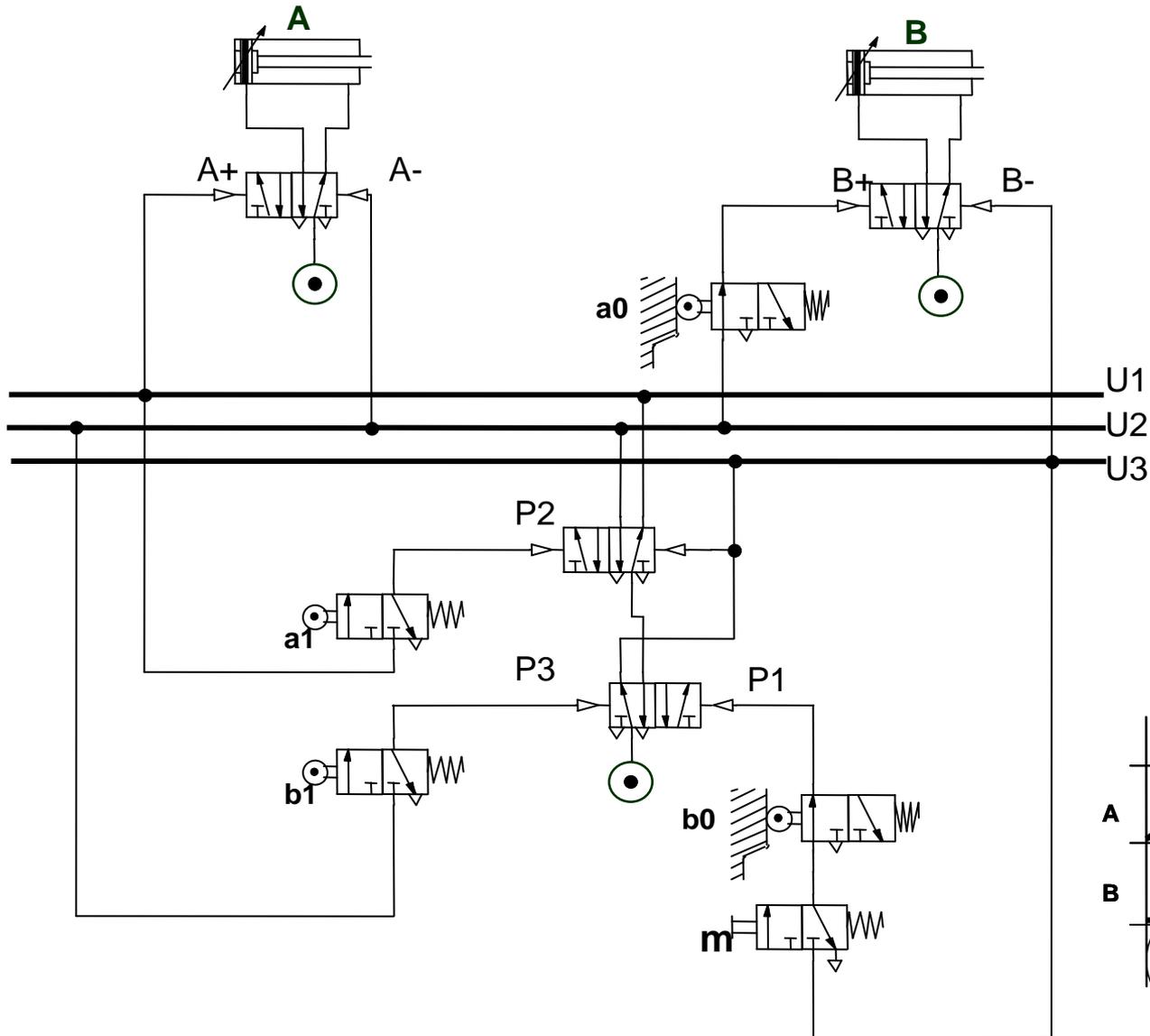
## Comandi

Start & b0 = A+  
 a1 = A-  
 a0 = B+  
 b1 = B-

# Elenco Componenti

Q.tà	DESCRIZIONE	SIMBOLO
2	Cilindro a doppio effetto	
4	Valvola 5/2 bistabile	
4	Finecorsa 3/2 n.c.	
1	Pulsante 3/2 n.c.	

# soluzione: A+A-B+B-



# Esercizi

1. Disegnare lo schema che realizza il ciclo semiautomatico con tre cilindri a doppio effetto:

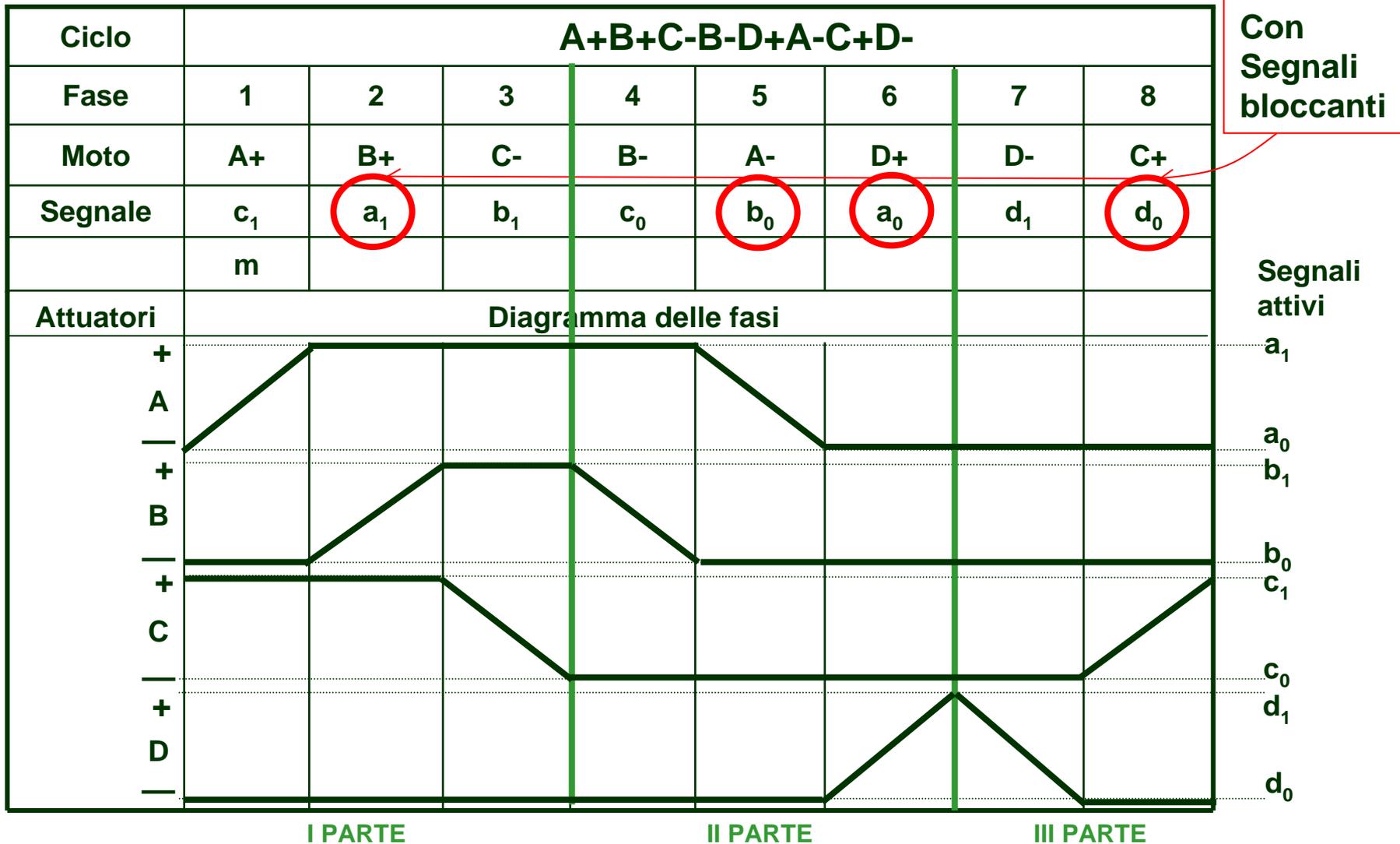
**A+ B+ B- C+ C- A-**

2. Disegnare lo schema che realizza il ciclo semiautomatico con 4 cilindri a doppio effetto:

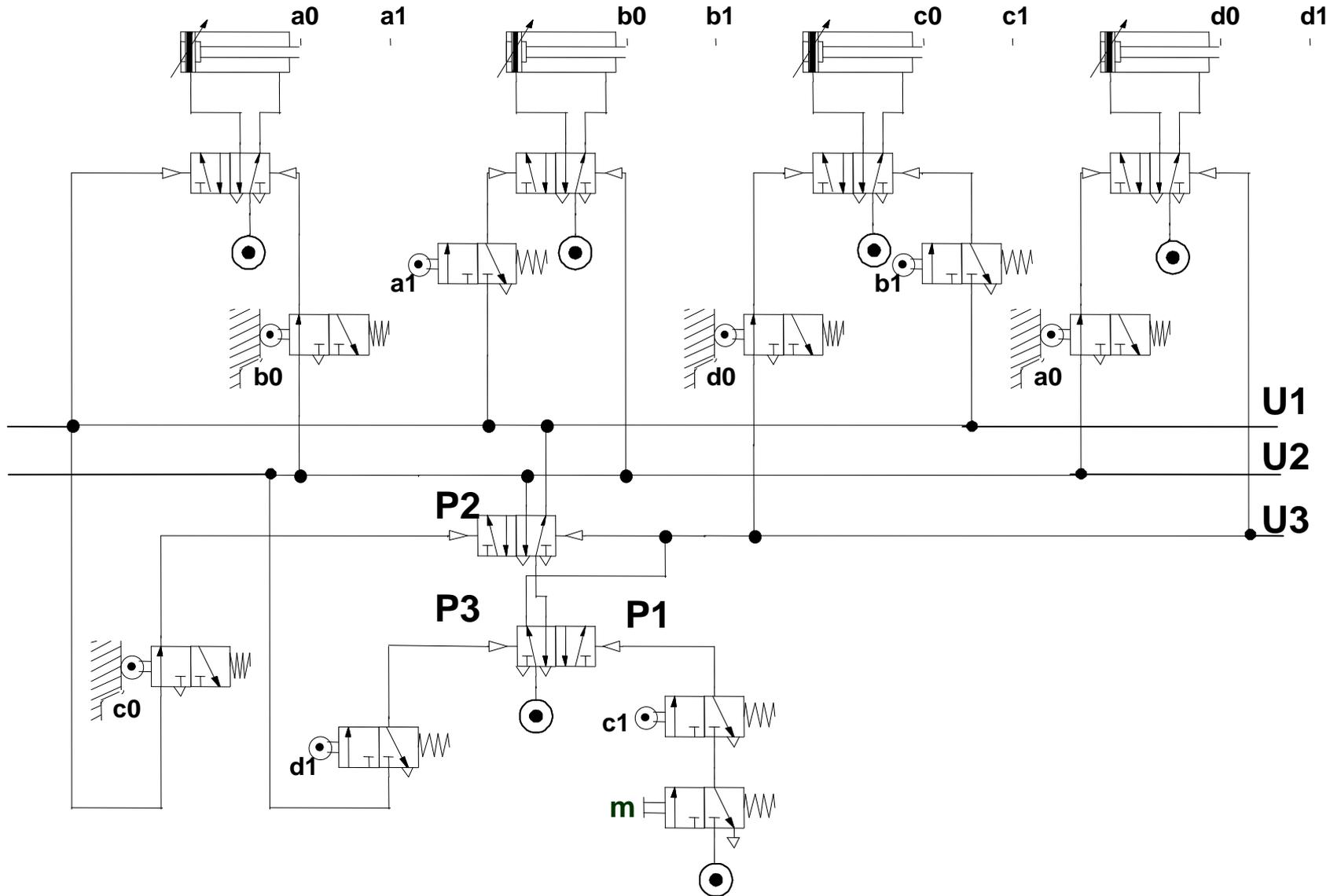
**A+ B+ C- B- A- D+ D- C+**

# Soluzione 2

## A+B+C-B-A-D+D-C+

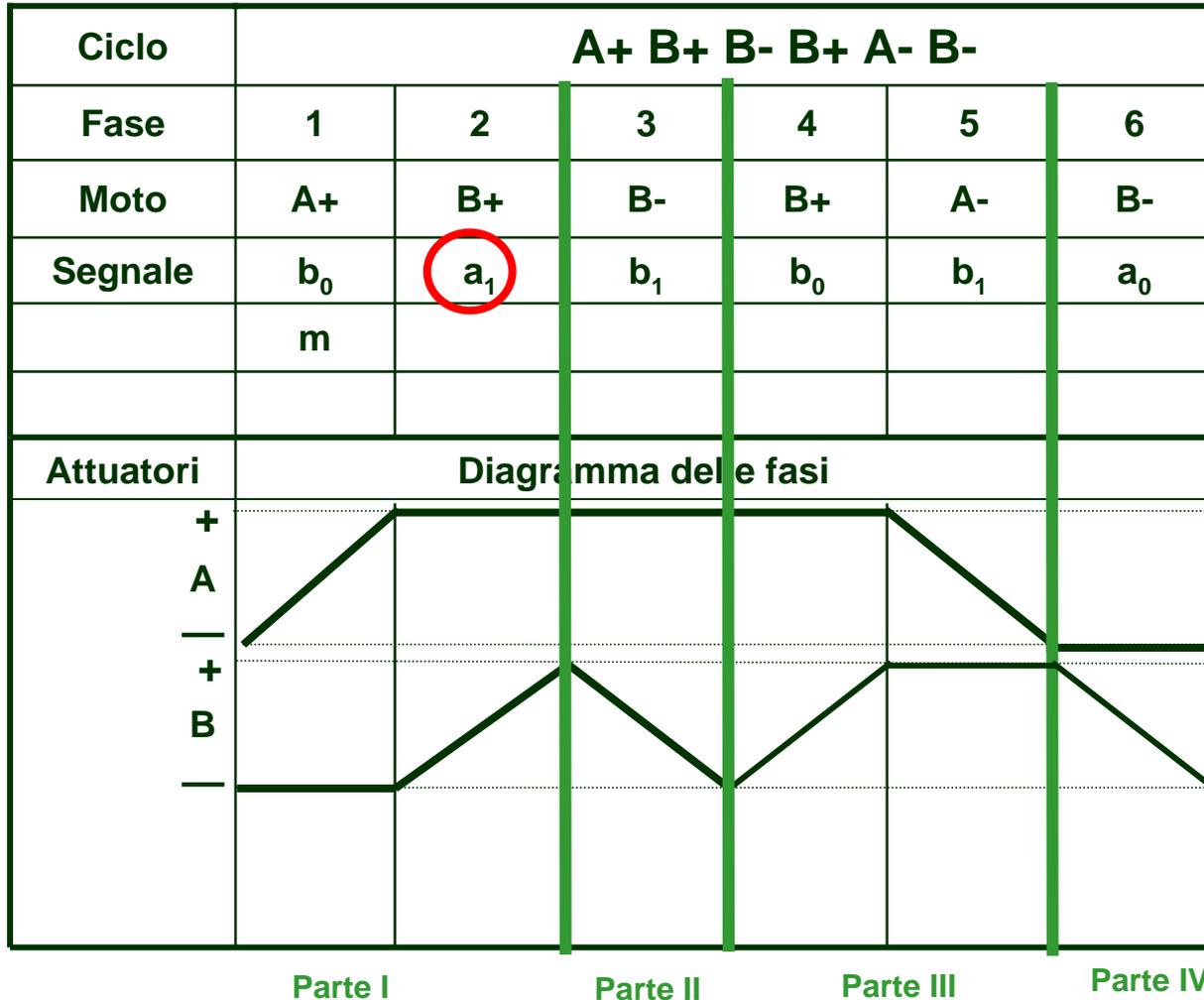


# Ciclo A+B+C-B-A-D+D-C+



# Ciclo con segnali ripetuti

**A+ B+ B- B+ A- B-**



Segnali bloccanti =  $a_1$

Segnali ripetuti =  $b_0, b_1$   
 che comandano  
 movimenti diversi =  
 $b_0 \rightarrow A+ \text{ e } B+$   
 $b_1 \rightarrow B- \text{ e } A-$

Segnali attivi

$a_1$

$a_0$

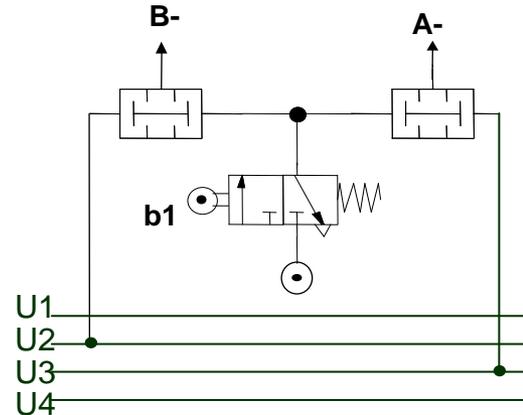
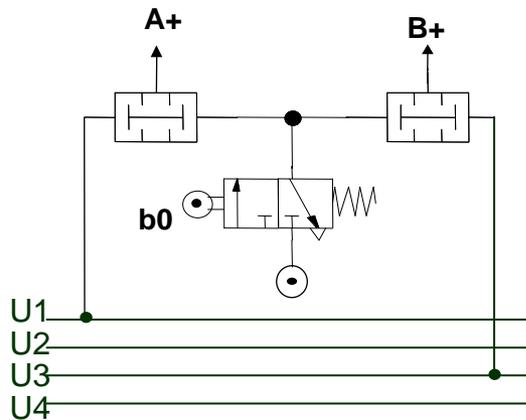
$b_1$

$b_0$

# Ciclo con segnali ripetuti

## A+ B+ B- B+ A- B-

Per risolvere il problema dei segnali ripetuti (cioè lo stesso segnale che provoca movimenti diversi), è necessario far sì che ciascun segnale ripetuto produca un segnale diverso ogni volta che si ripete. Ciò è reso possibile dall'uso di valvole AND collegate da un lato al segnale ripetuto e dall'altra all'uscita U della cascata relativa al gruppo di appartenenza del segnale.

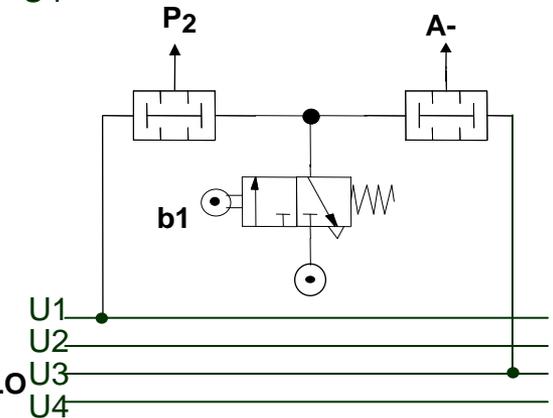
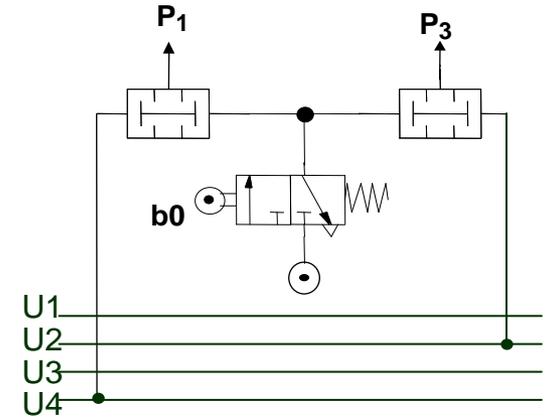
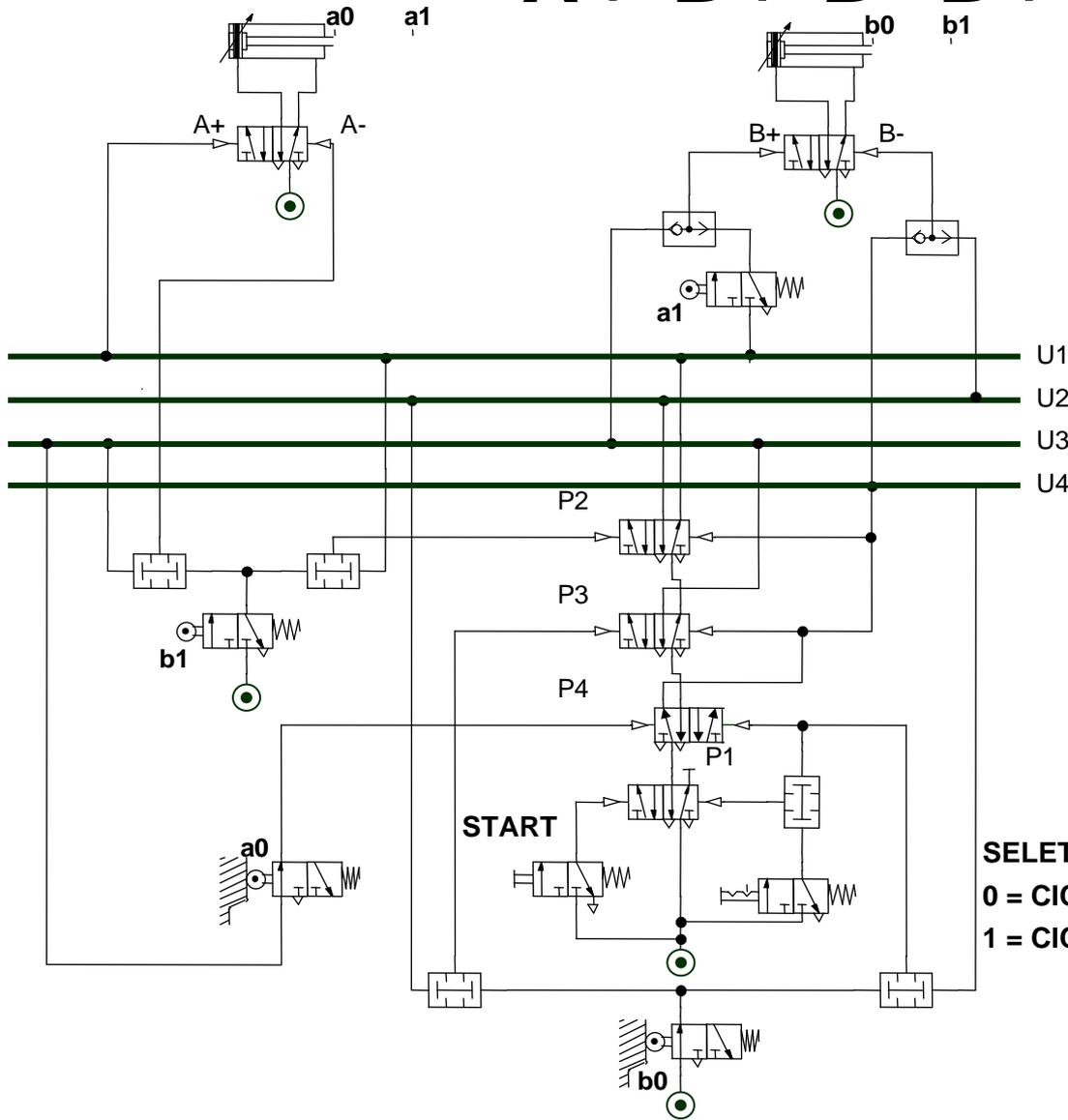


Nel nostro caso però  $b_0$  deve comandare il primo e il terzo selettore di gruppo, mentre i primi movimenti di tali gruppi saranno comandati dalle rispettive uscite. In questo caso allora l'AND di  $b_0$  dovrà essere fatto con l'uscita che precede il suo gruppo di appartenenza.

Lo stesso dicasi per  $b_1$  che nel secondo gruppo deve pilotare il relativo distributore della cascata.

# Ciclo con segnali ripetuti

## A+ B+ B- B+ A- B-



**SELETTORE DI CICLO**  
**0 = CICLO SINGOLO**  
**1 = CICLO CONTINUO**

# Esercizio

**Realizzare il ciclo semiautomatico:**

**A+ B+ A- A+ B- A-**

**con due cilindri a doppio effetto**



# A+ B+ A- A+ B- A-

