



Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 2293A

ANNO: 2017

A P P U N T I

STUDENTE: Cammarata Maicol

MATERIA: Automazione a Fluido - Prof. Raparelli

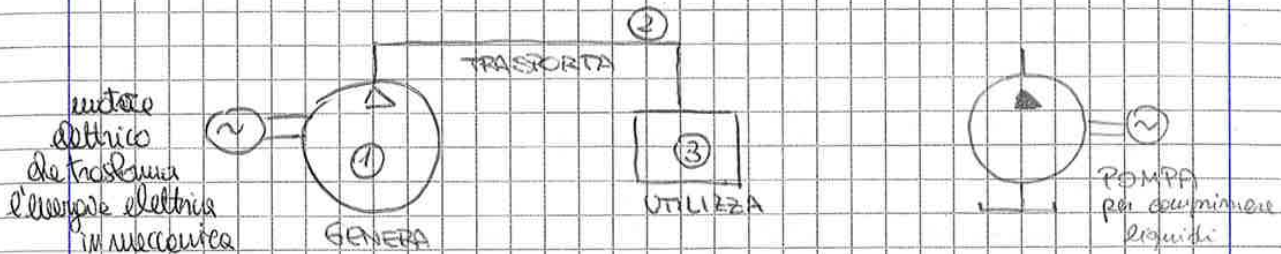
Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

5.10.17

Invece di ARIA COMPRESSA si parla di **PNEUMATICA**.



- ① COMPRESSORI (compressori volumetrici → a vite o pistone, a palette, a lobi)
trasformano energia meccanica in energia fluida che poi viene trasformata in energia meccanica negli utilizzatori
- ② TUBI
- ③ UTILIZZATORI (ad. esempio macchine meccaniche)

Sono caratterizzati:

- ① PRESSIONE (MAX)
PORTATA (MAX) $\frac{Nm^3}{h}$ ogni si dice $\frac{Nm^3}{h}$ (ANR) ad
(usual $\frac{m^3}{h}$) → atmosfera normalizzata di riferimento

Normalmente si lavora con 8-10 bar per quanto riguarda il compressore.

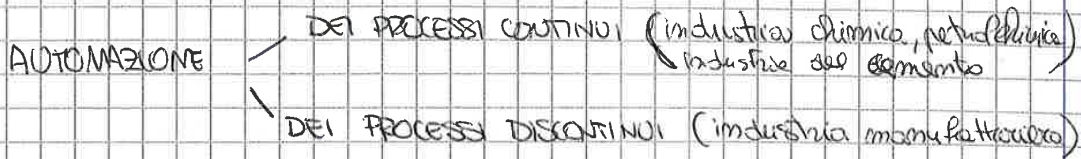
Nelle fasi di compressione si verifica il problema della condensazione!! e della temperatura. Quando comprimiamo l'aria questa si riscalda, quindi all'uscita del compressore dobbiamo raffreddare l'aria. Ne esce cioè soprattutto VAPORE!!

- a 6 bar → 2,41 grammi di vapore
- in 1 m³ (a 20°C) ci sono 17,6 grammi di vapore

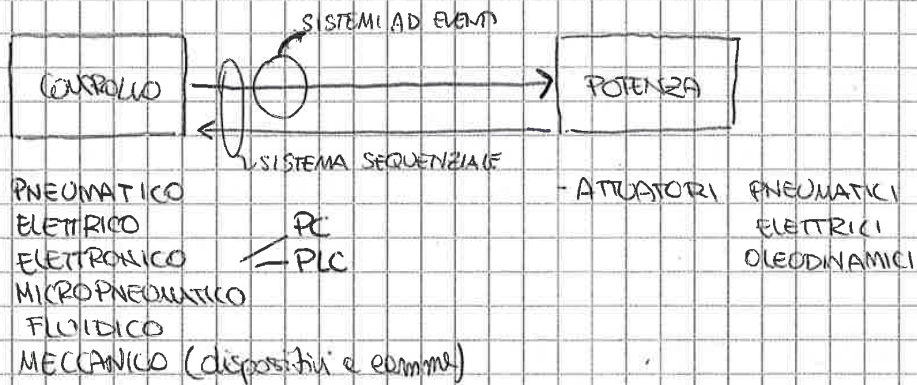
Si usano dei **FILTRI** per rimuovere la CONDENSA. Se non farlo subito la condensa essa fa ruggine e sporca tutto. Abbiamo infatti mettere un filtro anche alle linee cioè in prossimità dell'utilizzatore.

In genere si usano FILTRI DI 5 micron → cioè riesce a bloccare tutte le particelle che hanno dimensioni superiori a 5 micron.

Il ruolo della PNEUMATICA nell'Automazione Industriale



Automazione nell'industria manifatturiera



Nel 90% dei casi usiamo CONTROLLO DIGITALE.

Sia se abbiamo dei sistemi a tempo o ad eventi ci sarà sempre un' **INTERFACCIA**:

ELT → PNE
elettronica → pneumatica

Commutatori

Ci devono essere anche i:

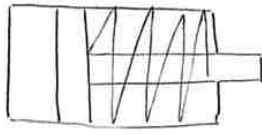
SENSORI che misurano grandezze fisiche

- ELETTRICO
- PNEUMATICO
- FLUIDICO
- MECCANICO

o o Ho FATTE

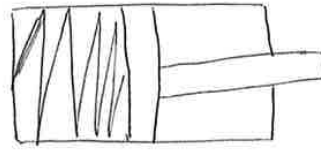
CILINDRI A SEMPLICE EFFETTO

Essi sono caratterizzati dalla presenza di una molla, incorporata ad una camera del cilindro.



SPINGENTE

Se la molla è presente nella camera dove si trova lo stelo si parla di CILINDRO SPINGENTE poiché l'azione dell'aria fa fuoriuscire lo stelo.



TRAENTE

Se la molla si trova nella camera dove non è presente lo stelo si parla di CILINDRO TRAENTE, poiché l'azione dell'aria fa rientrare lo stelo.

La caratteristica di questi cilindri è che il moto dello stelo è affidato all'azione dell'aria solo in una direzione, invece nell'altra direzione il moto dello stelo è affidato all'azione della molla.

Da qui si evince un importante vantaggio di questi cilindri:

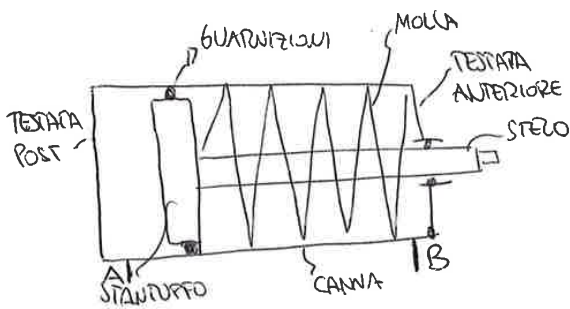
- **CORSA LIMITATA** dovuto alla presenza della molla, abbiamo soltanto una CORSA DI LAVORO

Altro vantaggio:

- **PERDITA DI FORZA UTILE** sempre dovuto alla presenza della molla poiché l'aria motrice deve vincere oltre le ^{forze} resistenze anche l'azione della molla.

Il vantaggio di questi cilindri è che:

- Posso utilizzare valvole di comando semplici
- aria compressa presente solo nella corsa di lavoro

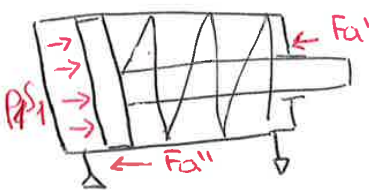


Vi sono delle guarnizioni allo stantuffo che servono a isolare le due camere, guarnizioni tra canna e stelo, tra testata e stelo. Vi sono inoltre delle guarnizioni dette ANELLO RASCHIATORE che si trovano nella TESTATA anteriore che servono per evitare l'entrata all'interno della camera di polveri o corpi estranei. Vi sono le bocche di guida dell'asta.

Molte vi è un condotto A che serve per riempire e svuotare la camera del cilindro, e un condotto di ~~ventilazione~~ ^{ventilazione} che serve per comunicare la camera con l'ambiente esterno.

Cilindri con questi tipi di cilindri realizziamo delle corse non troppo lunghe (a causa della presenza della molla) e che non si raggiungano velocità elevate di traslazione.

FORZA DI SPINTA ESERCITABILE SU UN PISTONE



MOTO DI FUORIUSCITA

La spinta che un cilindro può esercitare dipende dall'area del cilindro stesso (ovvero dall'ALZATA) e dalla differenza di pressione esistente tra le camere. C'è inoltre anche da considerare le forze di attrito che riducono questa spinta teorica esercitata dal cilindro.

$$\text{EQUILIBRIO: } F_s = P_1 S_1 - F_a - F_m \quad \text{K} \cdot x$$

Si osserva che $P_2 = 0$ poiché la camera dove è presente la molla è sempre collegata all'ambiente.

PORTATE DI VALVOLE PNEUMATICHE

PORTATA IN VOLUME NORMALE rappresenta la quantità d'aria che passa in una certa sezione nell'unità di tempo, misurato alla portata in volumi d'aria espressi secondo condizioni standard di riferimento.

$$Q_N = \frac{G}{\rho_N} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} (\text{ANR}) \right]$$

↳ CONDIZIONI NORMALI DI RIFERIMENTO (1 bar, 20°C)

ANR sta ad indicare le condizioni dell'atmosfera normale di riferimento.

G = portata in massa [kg/s]

Caratteristiche di flusso e coefficienti di valvola

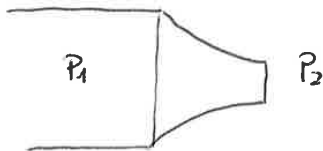
Per comandare gli attuatori si usano le VALVOLE PNEUMATICHE, quindi bisogna scegliere in maniera corretta la valvola da collegare all'attuatore. Per fare ciò bisogna conoscere le caratteristiche di flusso della valvola, ossia le relazioni esistenti tra pressioni, cadute di pressione e portate. Questo è fondamentale per verificare che la valvola sia in grado di fornire il flusso richiesto alla pressione di alimentazione voluta e con una perdita di pressione accettabile.

Da un punto di vista funzionale la valvola si comporta come un ugello convergente soggetto ad una differenza di pressione e attraversato da un flusso.

Infatti l'ugello è un condotto a sezione variabile o costante che collega un ambiente a pressione più elevata ad uno a pressione più bassa. Ed è proprio questa differenza di pressione tra monte e valle dell'ugello che genera un flusso, il cui valore dipende dalla forma del condotto e dai valori delle pressioni a monte e a valle.

CONDOTTO

CONVERGENTE



se $P_1 = P_2$ non si genera flusso

Al contrario se $P_1 \neq P_2$ si genera un flusso

P_1 = pressione a monte

P_2 = pressione a valle

Se $P_2 < P_1$ si genera un flusso da P_1 verso P_2 (che quindi si espande). Questa espansione è molto rapida e quindi possiamo considerare che il processo sia assimilabile ad un processo adiabatico con temperatura che si riduce e con velocità che aumenta.

Si osserva che al diminuire di P_2 , mantenendo costante la P_1 , la portata d'aria aumenta. Questo succede fino a quando non si raggiunge un certo valore di P_2^* perché a questo punto, al di sotto di P_2^* la portata non cresce più ma si mantiene costante. Il rapporto P_2^*/P_1 al di sotto del quale la portata non cresce più si chiama **RAPPORTO CRITICO DELLE PRESSIONI**. Si è visto che questo repp. critico vale 0,528.

In corrispondenza di questo rapporto critico, la velocità nella sezione ristretta, chiamata sezione **critica**, raggiunge la **VELOCITÀ DEL SUONO LOCALE***.

⇒ in questi casi si dice che l'ugello ha raggiunto le condizioni **SONICHE**

Formule ISO

$$Q_N = C \cdot P_1 \cdot K_T \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\pi - b}{1 - b}\right)^2} \quad \text{TRATTO SUBSONICO} \quad (1)$$

$$Q_N = C \cdot P_1 \cdot K_T \quad \text{TRATTO SONICO} \quad (2)$$

Q_N = portata in volume normale [$\text{dm}^3(\text{ANR})/\text{s}$] o [Nl/s] \rightarrow Normal litri al secondo

C = conduttanza [$\text{dm}^3(\text{ANR})/\text{s} \cdot \text{bar}$]

P_1 = pressione assoluta di monte [bar]

π = rapporto delle pressioni assolute di uscita e entrata

b = rapporto critico delle pressioni assolute per quella valvola $\Rightarrow b = P_2^*/P_1$
 in corrispondenza del quale si raggiungono le condizioni soniche.

K_T = fattore correttivo che tiene conto della temperatura assoluta di ingresso dell'aria T_1

$$\Rightarrow K_T = \sqrt{\frac{293}{T_1}} \rightarrow T_N$$

Conduttanza

La conduttanza C rappresenta la capacità di una valvola di far passare comunque un flusso. Migliore è la conduttanza maggiore sarà la portata che transita.

$$C = \frac{Q_N^*}{P_1 \cdot K_T}$$

Si determina calcolando il rapporto tra la portata sonica e la relativa pressione assoluta di monte, tenuto conto del fattore di temp. K_T .

NB: per un calcolo corretto è bene effettuare la media sui valori ricavati per alcuni valori della pressione di alimentazione.

Il valore della conduttanza è in relazione alle dimensioni assolute della valvola e alle sue sezioni di passaggio interne.

Rapporto critico

Il rapporto critico è un indice delle perdite interne della valvola.

Più è vicino al valore teorico di 0,528 minore saranno le perdite interne della valvola.

A parità di flusso massimo, e quindi a parità di conduttanza, una valvola con un rapporto critico più elevato è costruita con un percorso interno migliore, che produce perdite più ridotte.

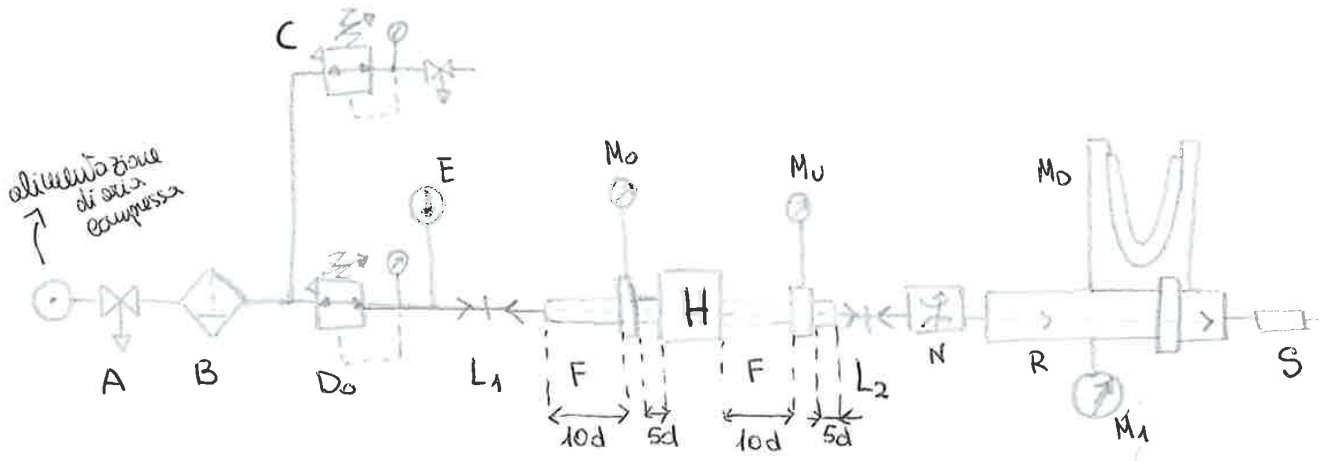
$$b = 1 - \frac{\Delta p \sim P_1 - P_2}{P_1 \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{Q'}{Q_N}\right)^2}\right]}$$

(\Rightarrow deriva dalla (1)) \Rightarrow calcolo di b secondo la formula ISO!!

con Q' corrisponde al 20%, 40%, 60%, 80% del valore di portata sonica

Il calcolo deve essere ripetuto per valori di portata corrispondenti al 20%, 40%, 60%, 80% della portata massima misurata con una determinata pressione di alimentazione. Su questi valori si fa poi la media per calcolare un valore mediato di b .

BANCO PROVA



- A = valvola di intercettazione a sfera a 3 vie che chiudendo l'immissione di aria compressa scarica l'impianto
- B = filtro separatore di condensa
- C = gruppo ausiliario, composto da un riduttore di pressione con manometro e da una valvola a momicotto a 3 vie, per l'eventuale comando pneumatico della valvola in prova
- D₀ = riduttore di pressione che serve a regolare la pressione di monte P₀ della valvola.
- E = termometro per rilevare la temperatura dell'aria
- L₁, L₂ = raccordi rapidi ad aggancio meccanico, che servono per scommettere dal banco di prova il gruppo formato dalla valvola e dai tubi di misura nell'eventualità di un suo ceduto.
- F = tubi di raccordo e di misura delle pressioni a monte e a valle della valvola in prova. Realizzati secondo le norme CETOP. Regolarizzano il flusso e rendono trascurabili le perdite indotte dai raccordi stessi.
- H = valvola pneumatica a 3 vie → valvola in prova
- M₀, M₁ = manometri che misurano la pressione a monte P₀ e a valle P_v della valvola
- N = valvola regolatrice di flusso che consente di variare la pressione P_v a valle della valvola.
- R = misuratore di portata a diaframma
- M₁ = manometro ad acqua che permette di misurare la pressione P₁ a monte del diaframma
- M₂ = manometro differenziale ad acqua che permette di rilevare la caduta di pressione Δp ai capi del diaframma
- S = silenziatore che serve a ridurre la rumorosità che altrimenti sarebbe notevole

VALVOLE PNEUMATICHE

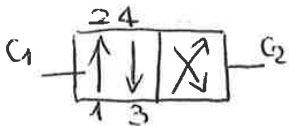
Esse consentono di comandare attuatori pneumatici o di azionare circuiti ad aria compressa. Possiamo distinguere:

- **VALVOLE DI POTENZA**: hanno il compito di comandare direttamente gli attuatori
- **VALVOLE DI CONTROLLO**: comandano altre valvole

Poi vi è anche un elemento di VALVOLE AUSILIARIE che svolgono altre funzioni. Ad esempio le valvole temporizzatrici che hanno il compito di ritardare certi segnali, o valvole di soglia che controllano un certo livello di pressione.

Le valvole pneumatiche sono caratterizzate dalla presenza di **BOCHE** (o vie) che sono i fori dei condotti delle valvole stesse, che consentono il passaggio dell'aria.

Le valvole possono avere due o più posizioni di lavoro.

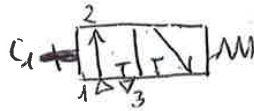


VALVOLE A DUE POSIZIONI A 4 BOCHE BISTABILE

VALVOLE DI CONTROLLO DIREZIONALE: sono quelle valvole che permettono di realizzare diversi collegamenti tra i vari condotti della valvola stessa.

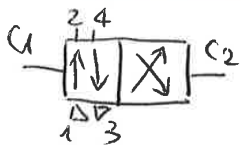
VALVOLE MONOSTABILI: sono quelle valvole che presentano una posizione preferenziale.

In seguito di un segnale di comando esse commutano; in assenza, però, esse ritornano alla loro posizione preferenziale. Infatti esse presentano, spesso, delle molle che permettono alla valvola, in assenza di segnale di comando, di riportare la valvola nella posizione preferenziale.



VALVOLE BISTABILI: sono quelle valvole che non presentano posizioni preferenziali.

In presenza del comando C_1 la valvola commuta nella posizione di sx. Quando il segnale C_1 viene a mancare queste valvole rimangono nella posizione di sx. Per commutare la valvola, cioè passarla alla posizione di destra, è necessario inviare un segnale C_2 .

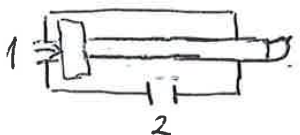


Queste valvole vengono chiamate **VALVOLE DI MEMORIA** perché esse conservano, cioè memorizzano la posizione dell'ultimo comando ricevuto.

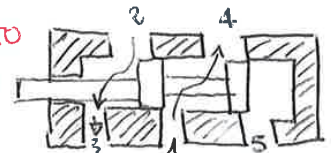
Un'altra importante distinzione è:

• **VALVOLE AD OTTURATORE** che presentano un elemento mobile (OTTURATORE) che sollevandosi o abbassandosi ci consente di realizzare la tenuta. Cioè questo otturatore può sollevarsi o abbassarsi dalla sede su cui deve fare tenuta.

• **VALVOLE A CASSETTO** presentano un elemento mobile (CASSETTO) che trasla su delle sedi cilindriche su cui sono ricavate le luci di passaggio.

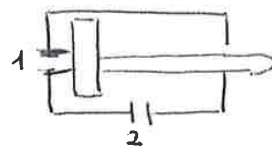
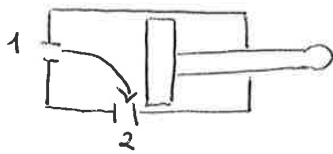
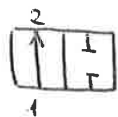


↔ A CASSETTO
↔ AD OTTURATORE

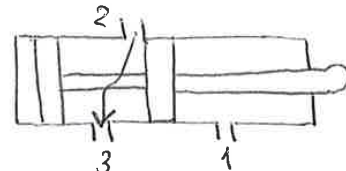
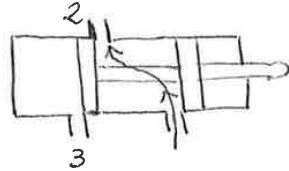
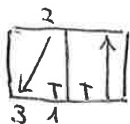


ESEMPI DI VALVOLE PNEUMATICHE

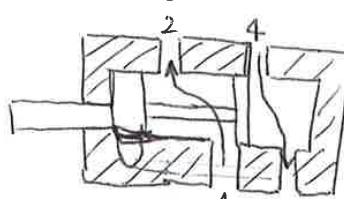
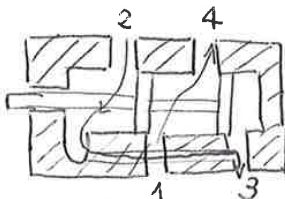
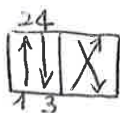
VALVOLA A
2 BOCHE
AD OTTURATORE



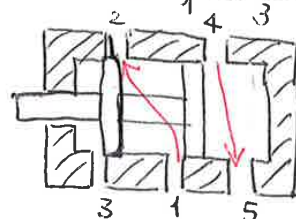
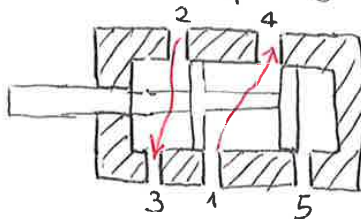
VALVOLA A
3 BOCHE
AD OTTURATORE



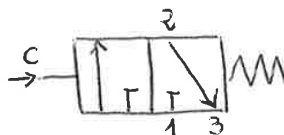
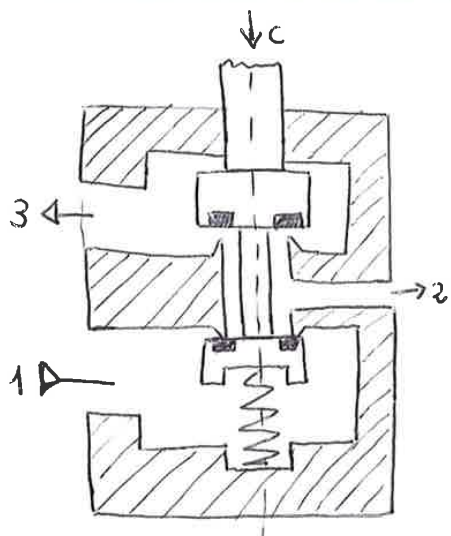
VALVOLA A
4 BOCHE
A CASSETTO



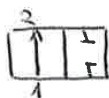
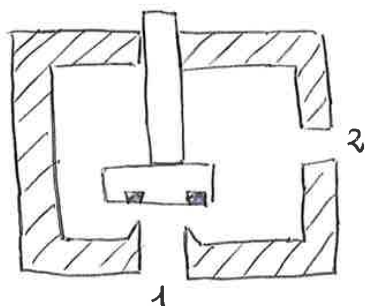
VALVOLA A
5 BOCHE
A CASSETTO

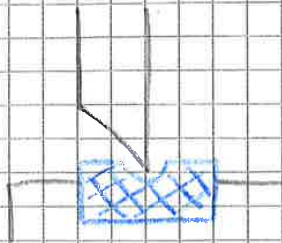


SCHEMA VALVOLA A 3 VIE AD OTTURATORE NORMALMENTE CHIUSA



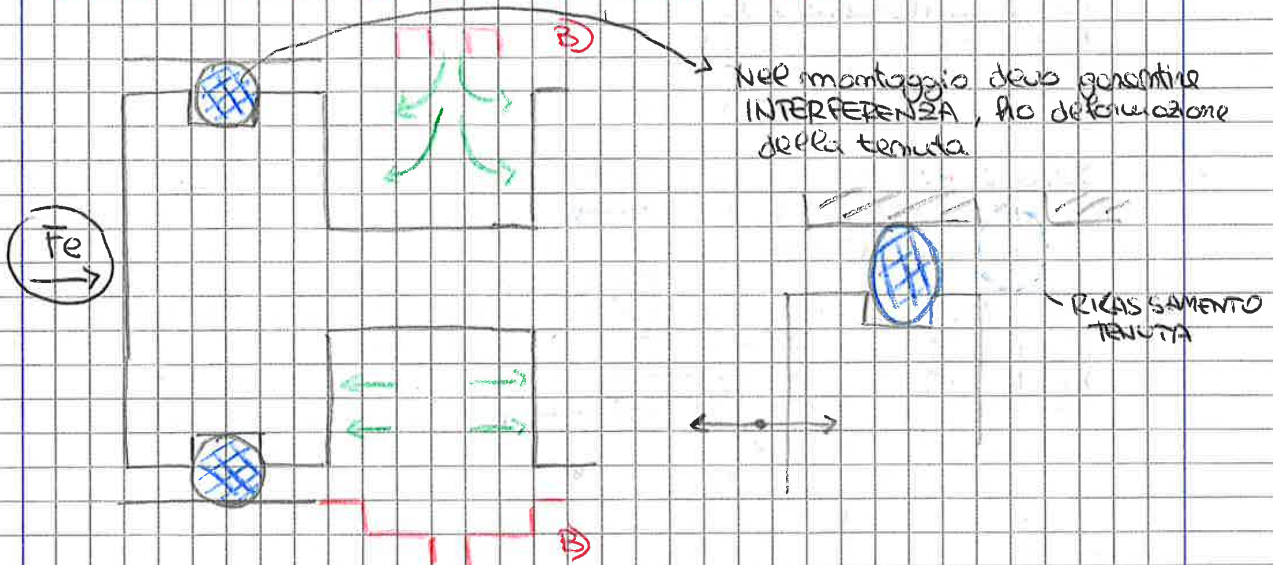
SCHEMA VALVOLA A 2 VIE AD OTTURATORE





=> La pressione di contatto determina la TENUTA! Se si consuma, l'attuatore comunque si sempre premuto contro la guarnizione. Quindi anche non si consuma lo contatto continuo.

TENUTA RADIALE CON NOTO SCORRIMENTO RELATIVO



Ho una strisciamento iniziale, ho un settore stato di presso EPILAMIDE e ho un altro che di usura in più. L'altra usura è il rilassamento della guarnizione nel condotto, poi nuovamente schiacciata. Ho dei rilassamenti e interferenza intermittenti → usura più rapida

Altra analisi è valvola bilanciata o meno: posso variare la pressione, la forza esterna di azionamento F_e non risente della press. di alimentazione. Nel caso della valvola a 4 vie ed attuatore ho da vincere la F della molla e la F di alimentazione che mi spinge la struttura verso su. La forza di azionamento è non bilanciata perché devo vincere due forze → è meno bilanciata.

In termini di durata la valvola ad attuatore di più (40,50,60 milioni di cicli) rispetto alla valvola a cassetto che dura la metà.

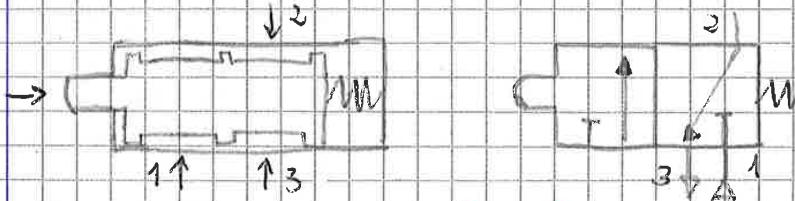
La portata che fluisce attraverso la valvola dipende dai fori (Foro B) (di solito scorrotture circolari). La corsa è più lunga nel caso di valvola a cassetto rispetto a quella ad attuatore.

L'area pass. da $\pi d^2/4$, con h (corsa breve) ha movimento rapido (tempi di risposta + rapidi) superficie laterale più ampia. Quindi piccole corse dell'attuatore significa → grandi superf. di passaggio → portate maggiori a parità di corsa rispetto al caso a cassetto. Per il bilancio forze è + facile a cassetto, e anche tecnologici (realizzato per tornitura), ma per quanto riguarda tutto il resto è meglio la valvola ad attuatore (che non può essere realizzata a tornitura).

MECCANICO

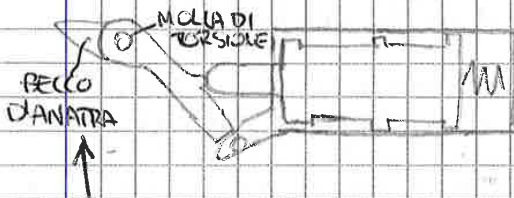
Vengono comandate con l'interposizione di organi meccanici quali leve, commutatori o trasmissioni meccaniche in genere.

azionamento con puntale sensibile ad un avvenimento frontale di un oggetto.



azionamento a saltarello (o a leva suodata) costituito da una leva snodata che viene azionata solo se la commutazione avviene nel verso indicato. In caso contrario si piega una snoda articolata e la valvola non viene attivata.

SERVE PER FORNIRE DEI COMANDI IMPULSIVI QUANDO GLI ORGANI MOBILI DI UN SISTEMA STANNO PER RAGGIUNGERE LE POSIZIONI DI FINE CORSA.



azionamento SOLO dal basso verso l'alto, non come in "LEVA E RULLO" dove ha anche azionamento dall'alto verso il basso.

Da seguire solo in una direzione!

tecnica dei saltarelli

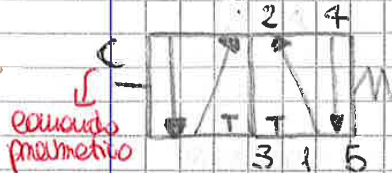
DA RISOLUZIONE DI PROBLEMI NELL'INTERFERENZA DEI SEGNALI

PNEUMATICO

La spinta necessaria alla commutazione è fornita dalla pressione agente su uno stantuffo collegato agli organi mobili.

Il comando può avvenire in tre modi:

- con segnale di pressione continuo → corrisponde all'azionamento di valvole monostabili

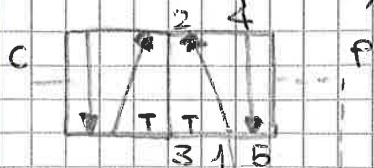


→ molla di riposizionamento meccanica

L'instabilità è ottenuta con un riposizionamento a molla M. Il comando di valvole monostabili avviene inviando pressione alla camera di comando C.

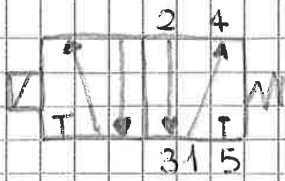
- con impulsi di pressione → corrisponde all'azionamento di valvole bistabili

- con suoneria della camera di comando (comando negativo o comando a mancanza di pressione)

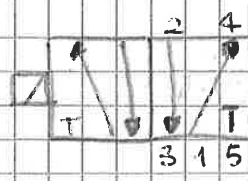


In questo caso l'instabilità è data con un riposizionamento pneumatico. Il comando di valvole monostabili avviene inviando pressione alla camera di comando C.

Segnale di pilotaggio interno. È l'interno della valvola



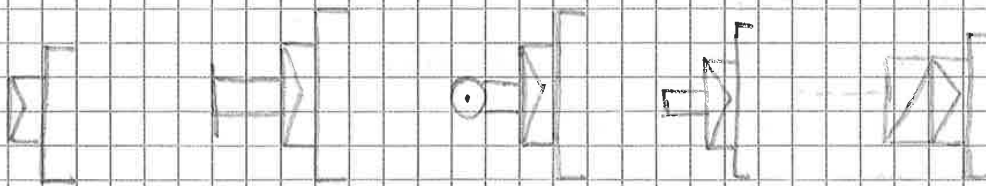
Stabilizzatori elettrovalvole
UNISTABILE



Stabilizzatori elettrovalvole
BISTABILE

Le elettrovalvole sono valvole ad azionamento indiretto per ridurre dimensioni e consumi degli elettromagneti di comando.

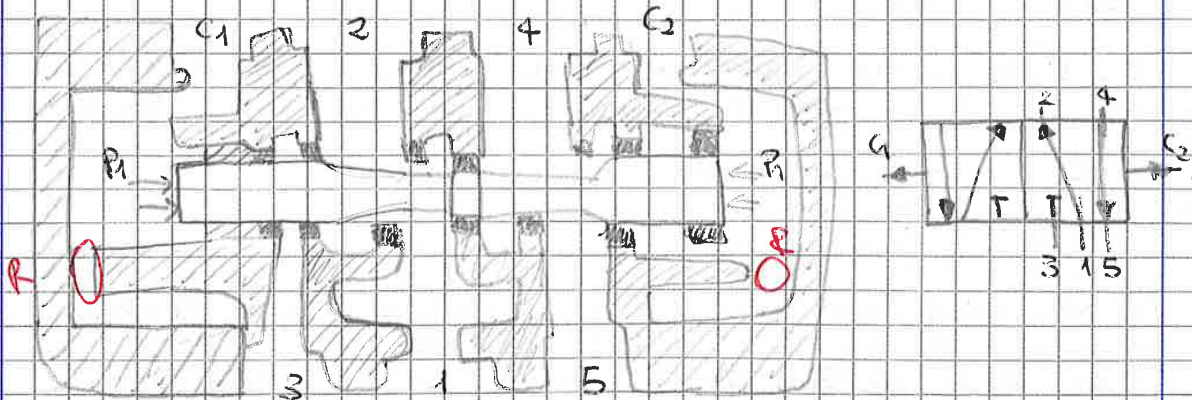
COMANDI CON AMPLIFICAZIONE (SCHEMI ISO)



GENERICO MANUALE MECCANICO PNEUMATICO ELETTRICO

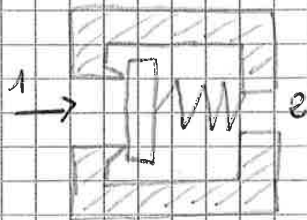
VALVOLE PER COMANDO A DEPRESSIONE

Le resistenze determinano una caduta di pressione. Se il comando da 1 la resistenza fanno scendere la P_1 (o una perdita di carico, commutato da sinistra verso destra, C_2 diventa lo scarico (la pressione a destra diminuisce). Deb. definino lo scarico. La commutazione avviene anche mediante scatto.



Se ho 2 missioni, prende in uscita quello a pressione inferiore.
 È un componente **PASSIVO**. Svolge una funzione di **SICUREZZA**.
 L'attuatore parte se ho solo P_1 e P_2 , avviene cioè normalmente nelle prese, cioè devo mettere 2 bidoni per poter far avvenire il movimento. (Ma ormai questo ora superato, con un peso normale sempre P_1 , e allora devo mettere P_2 , 1 solo pulsante → si usano un limitatore di impulso). Funzione di **CONSENSO** → più forte avviene una operazione, le precedenti devono essere concluse → prende il segnale della prima operazione conclusa e lo manda su un ingresso dell'AND (PREDISPOSIZIONE DELL'AND). Poi manda un altro segnale e lo manda all'altro AND. Poi arriva → ho elusato.
 (Vedete scherma fotocopie).

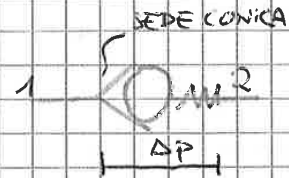
VALVOLA DI NON RITORNO (DIODO)



AD OTTURATORE



A SFERA



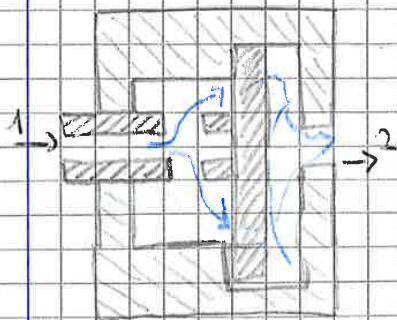
SIMBOLO ISO

1 → 2 SÌ 2 → 1 NO

La parola nel simbolo ISO ci dice che è un **DIODO**, ma ho un Δp , però un po' di pressione, quella necessaria ad aprire l'attuatore, Δp pneumatico motore.

Quando il fluido passa dovrebbe essere un condotto libero (cortocircuito) ma in realtà però un po' di energia (è come una resistenza). Però 0,2 bar. Se me ho diversi però 2-3 bar. Posso avviare con diodi.

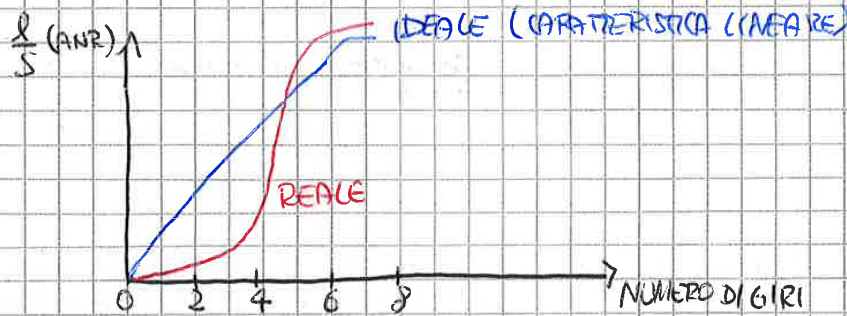
DIODI A BASSA RESISTENZA



SIMBOLO ISO

Ho una membrana a scarsa resistenza flessibile. Il Δp è molto più basso rispetto alle mollette perché ho bassa resistenza. Le perdite di carico sono molto più piccole.

Un foro calibrato in cui il passaggio non può essere modificato stringendo una vite filettata, come nel caso precedente: gli attacchi filettati sono $1/8"$, $1/2"$, $3/4"$... C'è una caratteristica: $\frac{l}{S}$ (ANR) con il numero di giri dello spillo che regola.
Una caratteristica ideale è:

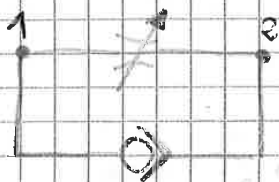


Il passaggio reale avviene quasi di colpo, più sono attenti a quella ideale è meglio è. Sono tutti in processi pneumatici la regolazione di flusso è importante. Ci sarà un motore magari al posto dello spillo, un attuatore pneumatico. Si può modificare la forma di spillo e spigoli → si può migliorare la caratteristica, tramite analisi CFD, per smaltire il flusso migliore con minori resistenze e perdite di carico.



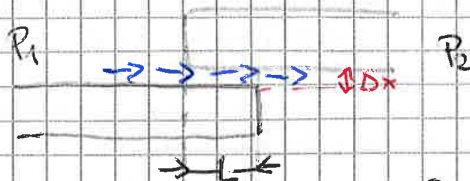
⇒ CONFIGURAZIONE A MINORI RESISTENZE e PERDITE DI CARICO

REGOLATORE DI FLUSSO (MONODIMENSIONALI)



Tutto il flusso viene controllato da 1 a 2. Da 2 verso 1 ho la resistenza, ma il flusso passa dalla valvola di sotto e non regola nulla. È una resistenza unidirezionale, con controllo solo da un lato (da una direzione).

Le resistenze sono tutte **CONCENTRATE** → perdite di carico non lineari. E se voglio perdite di carico lineari? Devo fare un flusso laminare. Se considero impetivi:

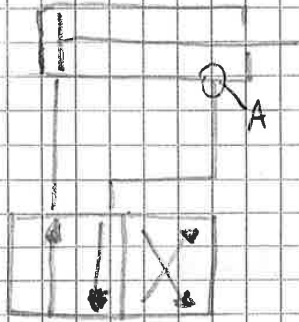


Se ho $P_1 > P_2$ posso, se il Δx è piccolo, avere un flusso laminare, in cui $\Delta p \propto L$, e vario in modo continuo e regolare il flusso e le perdite.

Il flusso è laminare se solo al di sotto di $0,1 - 0,2 \text{ mm}$, devo avere $Re \approx \rho v D / \mu$. Non posso fare più L lunghissimo, ma controllo la resistenza in modo laminare allungando a spirale

VALVOLA DI SCARICO RARIPO

Serve per mettere in comunicazione con l'esterno, senza attraverso valvole e tubi di ritorno, la camera di un cilindro che deve svuotarsi, permettendo una velocità dello stantuffo maggiore rispetto a quella ottenibile con i soli circuiti coi regolatori di flusso.

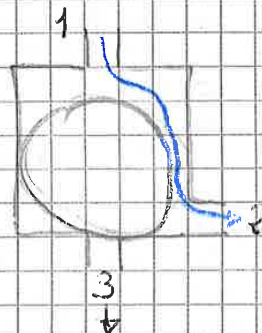
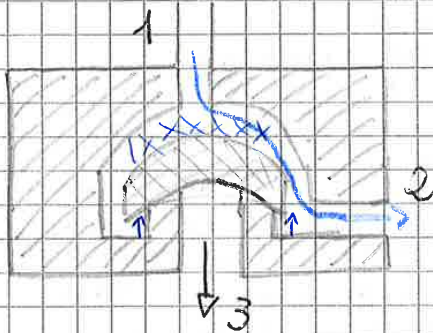


Le contropressioni non sono banali. Siccome è una valvola ad alta pressione anche i due forgi sono piccoli. Sloggi?

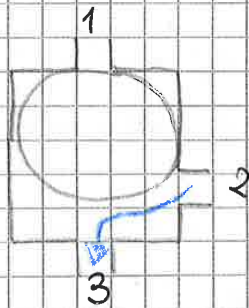
In A puoi aprire direttamente e avere quindi fuoriuscita.

Sono state introdotte queste valvole proprio per questa necessità.

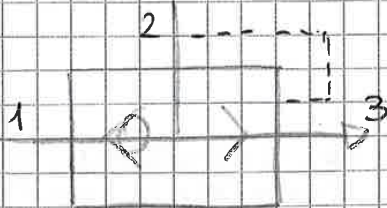
Sono usanze costituite da tre bocche, una di ingresso 1, una di utilizzazione 2 e una di scarico 3.



All'interno della valvola è presente un disco in elastomero che si sposta quando l'ingresso 1 è attivo chiudendo la bocca di scarico 3 e collegando le bocche 1 e 2.



Al contrario, in assenza di pressione sulla bocca 1 e in presenza di pressione alla bocca 2, il collegamento è realizzato tra le bocche 2 e 3. Ciò è permesso dalla forma particolare del disco e dal fatto che l'aria della bocca 2 arriva dal basso.



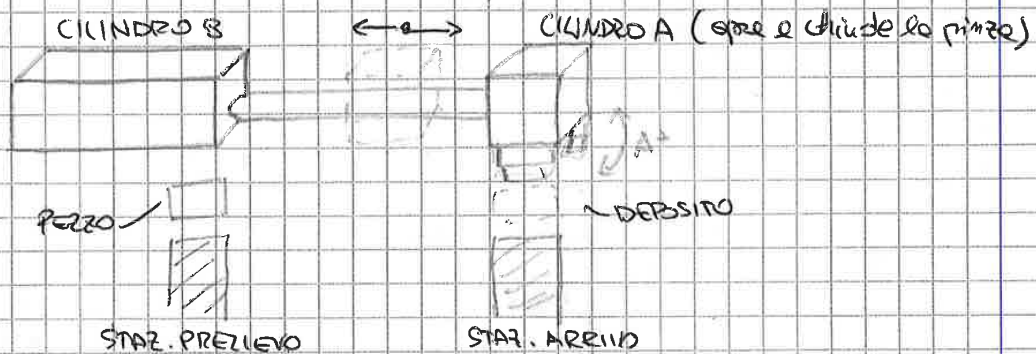
SIMBOLO SCARICO RARIPO

Se ho 1 la sfera va verso 3 e ho il collegamento 1-2. Se invece ho 2 in diminuzione il pistone sposta il disco verso sinistra e il flusso va da 2 a 3.

SISTEMI PROGRAMMABILI sono sistemi con pochi lotti, usano PLC. C'è un software che legge gli ingressi e si generano dei comandi → basta intervenire sul software per riprogrammare il ciclo → esempio ARDUINO. Usano il METODO DIRETTO → realizzo il circuito, la logica di controllo, faccio la SINTESI dei circuiti. → non è semplice emulati del meccanismo ma progetto il circuito secondo lo scopo per cui progetto.

Esempio:

MANIPOLATORE PNEUMATICO → ho una stazione di lavoro, devo prelevare il pezzo, spostare il pezzo, rilasciare pezzo e ritorno. Ho bisogno di una pinza, uso un attuatore di traslazione con un sistema per il gripper stesso (pneumatico).



motorizzazione:

A^+ → fuoriuscita cilindro, il cilindro chiude

A^- → cilindro apre

B^+ → cilindro fuoriesce

B^- → cilindro rientra

comandi:

a^+ → comando per la fuoriuscita del cilindro A

a^- → comando apre

b^+ → comando fuoriuscita cilindro B

b^- → comando rientro cilindro B

finestra

Q_0 → finestra che mi dice che il cilindro A è aperto
 Q_1 → " " " " " " " " " e chiuso (eccetto offrendo il pezzo)
 b_0 → " " " " " " " " B è aperto
 b_1 → " " " " " " " " " è chiuso

Supponiamo B reattivo e pinza aperta (a_0 - pinza aperta)

a_1 → pinza chiusa

Facciamo partire la fuoriuscita di B (da b_0 a b_1). La pinza rimane chiusa (II fase). Poi nel 3 chiudo la pinza ($a_1 \rightarrow a_0$) e poi B torna indietro (4 fase).

Non ho alcun legame con il tempo, non ho alcuna inelaborazione, è solo un'analisi di inelaborazioni, di fasi.

Pulsante inizio ciclo → valvola a 3 vie monostabile

Faccio un circuito DIRETTO

a_1 determina l'uscita del cilindro B, e viceversa determina b^+ .

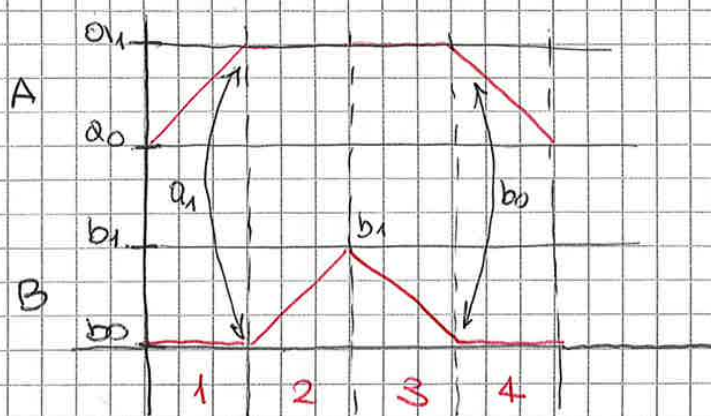
Così come è determinato il sistema ciclo all'infinito.

Metto una valvola bistabile → ciclo-ciclo vuol dire che devo riprendere il pulsante, dove mi per richiudere.

Oppure con la configurazione superiore il ciclo dura all'infinito.

Potrei avere casi in cui ad esempio, altri pezzo presente, e la pinza non deve fare nulla → metto una VALVOLA AND.

Questa tecnica diretta non è molto agevole se ho



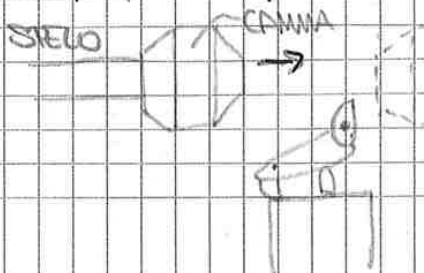
	1°	2°	3°	4°
A	0	1	1	1
B	0	0	1	0

ho il ripetersi di FASI UGUALI (da 2° e da 4°) e quindi il sistema non si ferma.

Il segnale a_1 continua a persistere, attiva b_1 non succede nulla.

Il segnale a_1 è un segnale BLOCCANTE, perché è una valvola bistabile → attiva il segnale e il sistema si blocca.

Per superare tale problema posso usare i saltarelli.



attivo andando a dx, il circuito si chiude → inizio il segnale e poi si ripete → ho il ritorno che non attivo il segnale: è la TECNICA DEI SALTARELLI

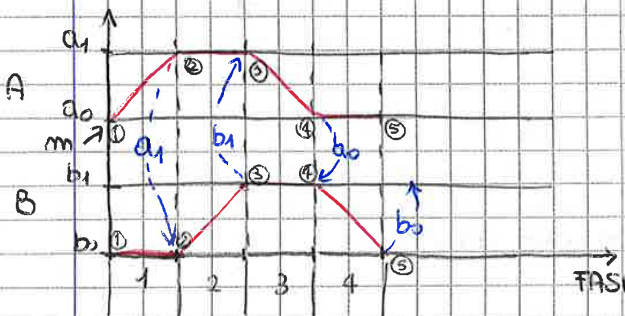
ATTIVA FASE ATTUALE → attiva a^+
solo questa fase

PREDISPOSIZIONE & FASE SUCCESSIVA

AZZERPA FASE PRECEDENTE → TORNA INDIETRO

Funzionamento modulo sequenziatori (figura precedente)

Si suppone di partire dall'istante di attivazione della memoria di fase m (modulo sequenziatore m). L'uscita della memoria ha 3 funzioni: attiva gli attuatori relativi alla fase m (segnale x_m), predisporre l'AND di attivazione della fase $m+1$, annulla la memoria del modulo $m-1$. Azzerando la memoria precedente, evita problemi di più memorie fase contemporaneamente attive. Elimina le ambiguità per **SEGNALI BLOCCANTI**. Il modulo $m+1$ viene attivato solo quando tutti i movimenti relativi a quella fase m sono stati completati e giunge il segnale di transizione a_m . A questo punto si attiva la memoria $m+1$, che riprende le funzioni del modulo m → annulla la memoria di fase m , tutti gli elementi OR sono collegati insieme da un unico segnale R , che viene usato in condizioni di emergenza per arrestare il ciclo, azzerando tutte le memorie di fase.



m -INIZIO CICLO

TECNICA DIRETTA

- ① PINZA A APERTA, CILINDRO B CHIUSO
- ② PINZA A CHIUDE, CILINDRO B CHIUSO
- ③ PINZA A CHIUSA, CILINDRO A AVANZA
- ④ PINZA A APRE, CILINDRO B FUORIUSCITO
- ⑤ PINZA A CHIUDE, CILINDRO B RIENTRA

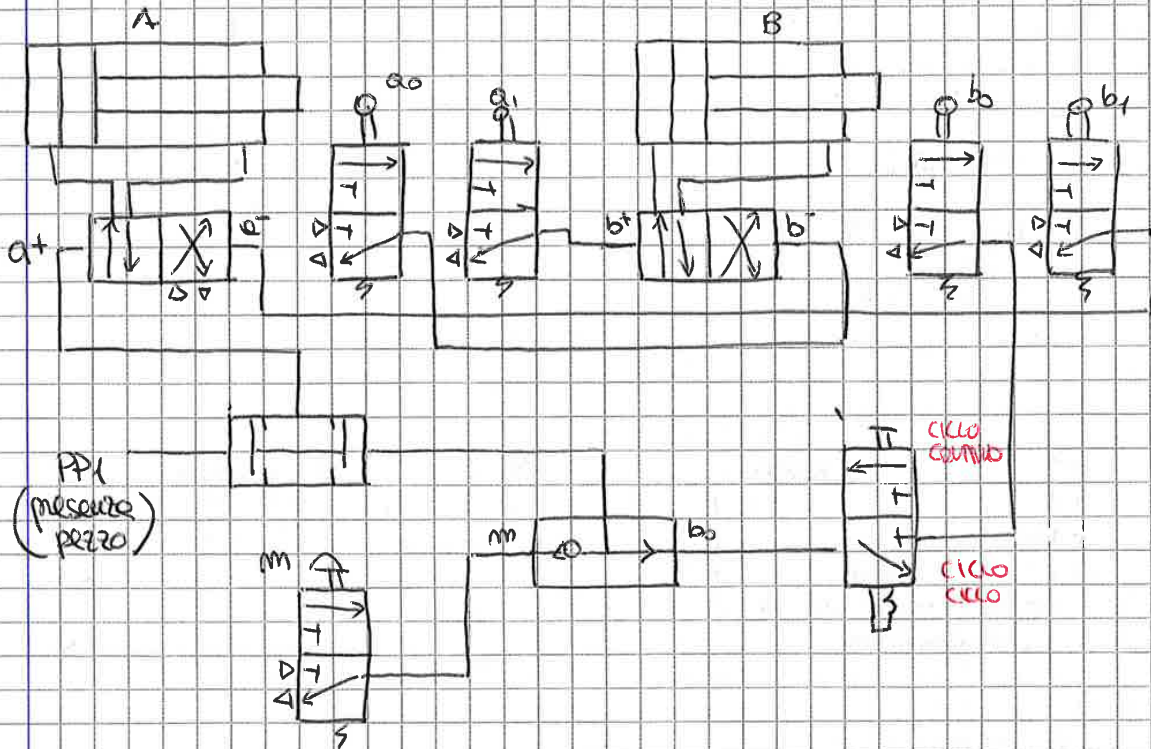
In minuscolo, le linee di interconnessione tra i punti terminali di un movimento (termine di una fase) e l'inizio dei movimenti della successiva fase. L'indicazione dei segnali di fine-corso che intervergono è una freccia che rappresenta il flusso di trasmissione delle informazioni.

- a_1 - finecorsa che trasmette a B l'informazione che la pinza A è aperta.
- b_1 - finecorsa che trasmette a A l'informazione che il cilindro B è fuoriuscito.
- a_0 - finecorsa che trasmette a B l'informazione che la pinza A è chiusa.
- b_0 - finecorsa che trasmette a A l'informazione che il cilindro B è rientrato.
- a^+ - COMANDO PINZA CHIUDE
- a^- - COMANDO PINZA APRE
- b^+ - COMANDO CILINDRO FUORIUSCIE
- b^- - COMANDO CILINDRO RIENTRA

Questo secondo circuito è analogo al precedente ma in questo caso ho una valvola bistabile che mi permette di realizzare due cicli diversi:

- CICLO - CICLO → interrompo il ciclo memorando **I** e per ricominciare il ciclo devo ripresentare **m**.
- CICLO CONTINUO → il ciclo continua se primo **I**.

③ CIRCUITO

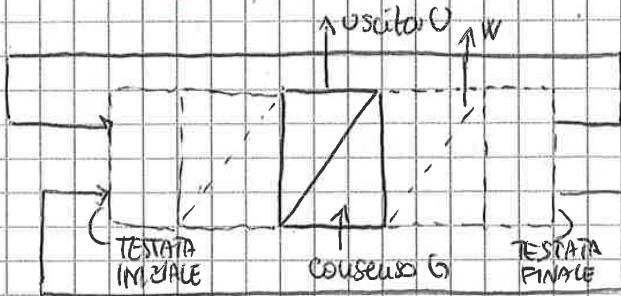


Ciclo analogo al circuito ② ma in questo caso prima di memorare il comando a^+ devo verificare la presenza del pezzo PPI. Cioè se non è presente il segnale PPI di presenza pezzo ~~non~~ volta AND non memoro nessun comando a^+ e quindi il cilindro A non fuoriuscirà (Pezzo non chiude). In presenza del segnale PPI e del segnale proveniente dall'OR allora l'AND invierà il comando a^+ che permetterà di chiudere la pinza A.

In caso di questo passo anche ogni sull'alimentazione, cioè dopo l'alimentazione la fase prima, dopo non è attiva → quindi non predispongo l'AND. "confermo tutto" non dando l'OR (conservo lo stato). Questo vuol dire che se annullavo il gesto e di alimentazione, la volvente non commutava (con l'OR commuto), posto della configurazione, se allora memoria, e il sistema riparte dal punto lasciato. (con l'OR al tiro a destra, quindi tutto tappato, non predispongo l'AND e non c'è la fase precedente → posto della 1° fase).

⇒ In pratica togliendo l'alimentazione e poi riducendo riparte dal punto in cui era quando ho tolto l'alimentazione.

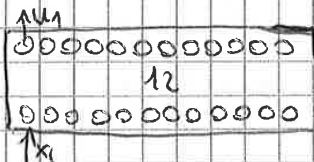
Schema semplificato (contatto) - simbolo -



Quando l'uscita U è attiva si effettua una determinata fase che termina quando giunge il consenso che attiva l'uscita W della fase successiva e annulla l'uscita U.

Ho delle testate che collegano l'ultimo elemento con il primo, tramite dei tubi esterni. Poi inserisco delle volvole nei collegamenti per definire il circuito voluto. Per ogni fase ho 1 sola memoria attiva - non ho problemi legati a segnali bloccanti. Ho anche degli indicatori usivi come le lampadine pneumatiche che identificano quando è presente la fase corrente. L'ATTIVA FASE può andare ad un attuatore o ad altri elementi logici che determinano cicli automatici.

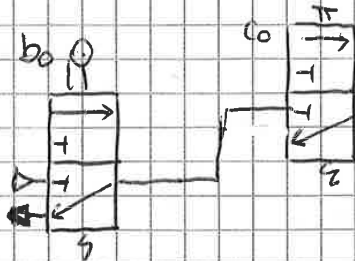
La FESTO ha introdotto un sistema di 12 sequenzatori → **QUICK STEPPER**



L'uso dei sequenzatori, realizzati con criteri modulari e quindi facilmente espandibili ed adottabili anche ai cicli più complessi, è giustificato dai seguenti **VANTAGGI**:

- Le soluzioni del ciclo è immediata e si esegue semplicemente con riferimento al target
- Per ogni fase è attiva una sola memoria per cui non sorge alcun problema relativo a forme del ciclo. Lo svolgimento del ciclo può essere visualizzato e seguito, perché usualmente i sequenzatori dispongono di un elemento di visualizzazione; l'interruzione di un ciclo per questo si immediatamente individuata e l'intervento è rapido. Lo schema dei sequenzatori si presta bene ad eseguire cicli con alternative, cicli con ripetizioni di fase o sottocicli paralleli;
- L'introduzione di volvole di selezione, emergenze, sicurezze è rapida e facile.

- Un'altra tecnica è alimentare un fine-corso tramite un altro fine corso. Nella fase 1 il fine-corso b_0 dà un segnale che può essere usato per un altro sistema. Una volta attivato b_0 ha un sistema che può alimentare una valvola o un altro fine-corso c_0 .



Posso alimentare con un fine-corso, il fine-corso dei segnali bloccanti, così che quando non ho il segnale, il fine corso non è attivato \Rightarrow non ho un SEGNALE BLOCCANTE.

È una struttura poco agevole ma che è usata economicamente.

[Questo sistema non va bene! non si può usare un fine-corso per alimentare un fine-corso bloccante.]

Questo modo di procedere è detto **TECNICA DEI COLLEGAMENTI**

- Un'altra metodo usato per eliminare i segnali bloccanti è l'uso delle **MEMORIE AUSILIARIE** che sono basati fondamentalmente su un numero di memorie pari al numero degli attrattori, a cui si aggiungono una o più memorie ausiliarie per alimentare gli elementi di fine-corso, solo al momento giusto.

Si divide il diagramma movimento-fasi in fasi contratte. La fase contratta è caratterizzata dal fatto che in essa non esiste mai la doppia corsa dello stesso pistone (cioè l'uscita e rientro nella stessa fase non è possibile).

CONTRARRE LE FASI SIGNIFICA INGLOBARLE INSIEME.

Nel nostro esempio: 1 e 2 fanno parte della 1° FASE CONTRATTA e 3 e 4 della 2°.

Si scelgono tante MEMORIE AUSILIARIE tanto quante sono le fasi contratte meno una:

$$\text{Numero memorie} = \text{numero fasi contratte} - 1$$

nel nostro esempio: $N_{memorie} = N_{FC} - 1 = 2 - 1 = 1$ USO SOLO 1 MEMORIA

Ho necessità di un'unica MEMORIA AUSILIARIA CON DUE USCITE $\Rightarrow M_1, M_2$.

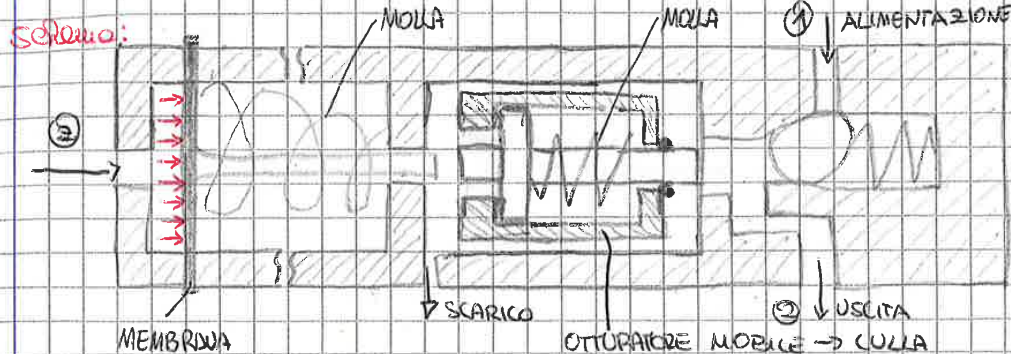
$$\begin{matrix} A^+ \\ B^+ \end{matrix} \left| \begin{matrix} a_0 \\ a_1 \end{matrix} \right. \rightarrow M_1 \quad \left. \begin{matrix} \} \\ \} \end{matrix} \right. \begin{matrix} 1^{\circ} \text{ fase} \\ \text{contratta} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} B^- \\ A^+ \end{matrix} \left| \begin{matrix} b_1 \\ b_0 \end{matrix} \right. \rightarrow M_2 \quad \left. \begin{matrix} \} \\ \} \end{matrix} \right. \begin{matrix} 2^{\circ} \text{ fase} \\ \text{contratta} \end{matrix}$$

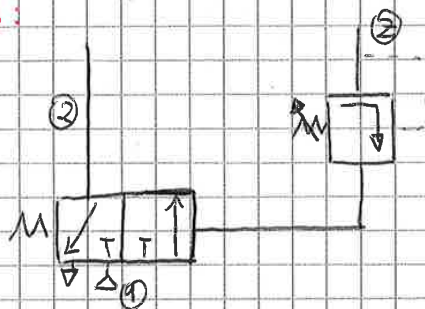
$$\Rightarrow \begin{matrix} A^+ = a_0 \cdot M_1 \\ B^+ = a_1 \cdot M_1 \\ B^- = b_1 \cdot M_2 \\ A^+ = b_0 \cdot M_2 \end{matrix}$$

La 1° fase contratta ci deve dare a_0 e M_1 cioè deve esserci un AND: $A^+ = a_0 \cdot M_1$ (prodotto logico)

VALVOLA A SOGLIA DI PRESSIONE O DI SEQUENZA (SENSORE VIRTUALE)



Simbolo:



Quando il segnale di pilotaggio (2) supera il precarico della molla la valvola si commuta mettendo in comunicazione l'alimentazione (4) con l'uscita (5) e chiudendo lo scarico.

Si usa una valvola a 3 vie, 2 posizioni normalmente chiusa.

Funzione: ottengo un segnale di uscita (5) soltanto quando la pressione di pilotaggio (2) raggiunge una certa soglia di pressione.

Il segnale di pilotaggio (2) deve vincere il precarico della molla (regolabile), in questo modo la membrana si deforma e fa riesumare il pistoncino che agisce su un altro pistoncino. Quest'ultimo è dotato di una molla di precarico all'interno di una "culla". Per lui si muove come un corpo rigido andando in battuta. Questo pistoncino continua la sua corsa vincendo il precarico della sua molla spingendo una sfera (otturatore) anche essa dotata di una molla. Spostando la sfera si riesce a mettere in comunicazione l'alimentazione (4) con l'uscita (5). Precedentemente, infatti, l'otturatore mobile (culla) provvede alla chiusura dello scarico 3.

È una **VALVOLA A CENTRI CHIUSI**, ovvero durante il transitorio i condotti restano ma in comunicazione tra loro.

IL PRECARICO DELLA PRIMA MOLLA DETERMINA LA PRESSIONE DEL SEGNALE (2)

⇒ basso precarico ⇒ bassa pressione.

VALUOLE DI TEMPORIZZAZIONE

Altre importanti funzioni ausiliarie sono dette **VALUOLE DI TEMPORIZZAZIONE**. Queste valvole vengono usate in circuiti sequenziali per ottenere operazioni dipendenti dal tempo.

A seconda dell'uso, queste valvole possono:

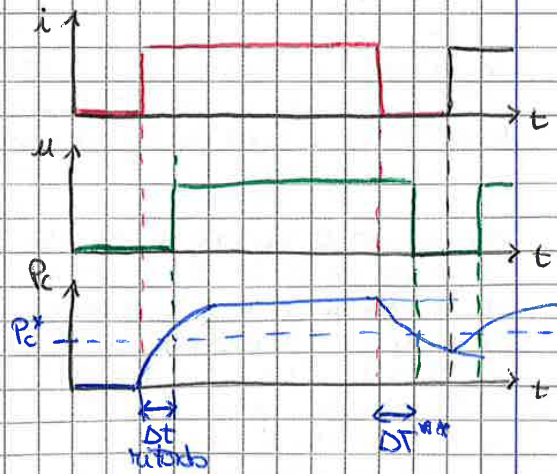
- 1 - RITARDARE LA COMPARSA DI UN SEGNALE DI COMANDO
 - 2 - RITARDARE LA SCOMPARSA DI UN SEGNALE DI COMANDO
 - 3 - OTTENERE UN IMPULSO DA UN SEGNALE PERMANENTE E CONSENTIRLO DI AVERE SEGNALI PER DURATE FINE DI TEMPO
- } RITARDARE L'INTERVENTO DI UN SEGNALE DI COMANDO

Il funzionamento di queste valvole si basa sull'uso di sistemi pneumatici con resistenza e capacità. Un sistema di ritardo può, infatti, consistere semplicemente in una resistenza con in serie una capacità collegata alla camera di comando di una valvola, per la cui azione è necessario raggiungere una determinata pressione. È quindi necessario che trascorra un certo tempo per ottenere la pressione di comando richiesta.

Nei sistemi di temporizzazione pneumatici i tempi di ritardo e di azionamento variano da qualche decina di millisecondi a diversi minuti a seconda del tipo e della funzione.

(con l'aggiunta di vetterizi sensibili si riesce ad aumentare i tempi di ritardo).

1- RITARDO COMPARSA SEGNALE A GRADO



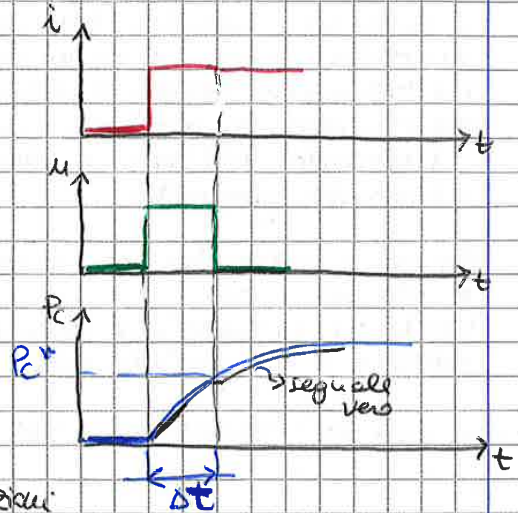
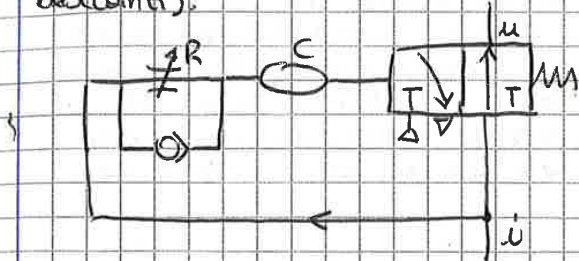
Il circuito si basa sull'uso di una valvola a 3 bocche, monostabile e normalmente chiusa. Questo schema realizza il ritardo di un segnale a gradino. Il circuito di ritardo è costituito da una resistenza R e da una capacità C . Si usa un regolatore di flusso unidirezionale.

In presenza di un segnale di ingresso a gradino i si stabilisce un flusso d'aria che attraversa la resistenza R (e vaie il diodo) e riassume la capacità C (una camera dove si accumula l'aria). All'interno della camera di comando la pressione P_c sale gradualmente con andamento esponenziale. Quando la P_c raggiunge la pressione di commutazione della valvola P_c^* , la valvola commuta e fornisce un segnale di uscita u . Il tempo necessario a raggiungere la P_c^* rappresenta il **tempo di ritardo** tra segnale di ingresso i e il segnale di uscita u . Tale tempo può essere regolato agendo sul valore della resistenza R che è regolabile. Se la resistenza R fosse chiusa allora $Dt = \infty$.

Se abbiamo il segnale di ingresso i , cosa succede all'uscita?

3 - LIMITATORE AD IMPULSO O VALVOLA DERIVATRICE

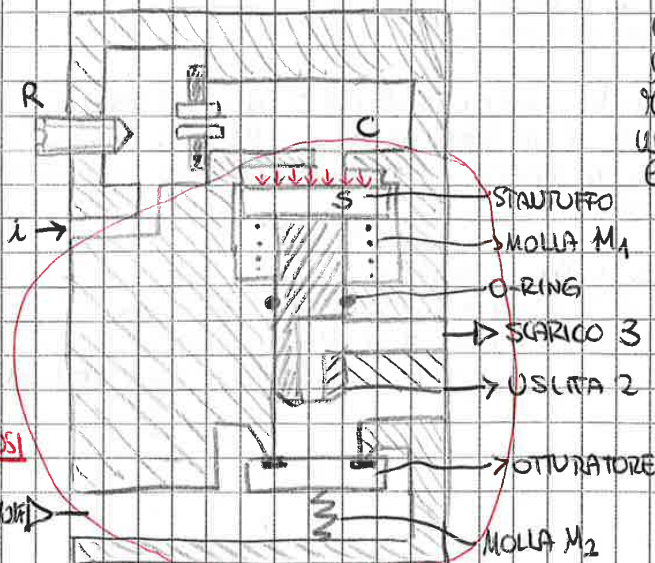
Lo scopo è OTTENERE UN IMPULSO DA UN SEGNALE CONTINUO (Soppresso ai segnali bloccanti).



Quest'ultimo schermo è di tipo PASSIVO. ESSO corrisponde a un temporizzatore che viene chiamato **LIMITATORE AD IMPULSO O VALVOLA DERIVATRICE**.

In questo caso il segnale di ingresso va ad alimentare la valvola a 3 vie, 2 posizioni NA oltre che ad essere collegato alla serie RC. In seguito all'applicazione di un segnale di ingresso il componente immediatamente un segnale di uscita u . Contemporaneamente il segnale di ingresso i circola nella resistenza R e va ad riempire la capacità C . Quando si raggiunge la P_c^* la valvola commuta e il segnale di uscita u scompare. Il segnale di uscita u allora rimane solo per un tempo limitato Δt . Questo Δt è il tempo imposto dalla temporizzazione e varia da qualche milisecondo a decine di minuti in base al quanto strozziamo R e in base alla capacità C .
 In questo modo da un segnale continuo si ottengono in uscita un impulso \Rightarrow Po un intervallo di tempo che dà un **IMPULSO**.

Il segnale vero e da', se misurato con un misuratore, una pressione P_c^* leggermente minore. Questo sistema può essere integrato in un unico componente. Esempio di valvola integrata per il RITARDO COMPARS A SEGNALE USCITA.



Quando vi è un segnale di ingresso i , l'oncia passa attraverso R (valvola di impedenza P_{in}) che è regolabile ed entra nella camera C . Inferiormente tale camera è collegata alla valvola 3/2 NC. Viene applicata una certa pressione allo stantuffo S che quando va giù blocca lo scarico 3 e quindi chiude la comunicazione tra 2 e 3. Successivamente il cilindro spinge un otturatore e ottura l'uscita 2 quindi mette in comunicazione 1 e 2. Se il segnale di ingresso non vi fosse lo scarico passa dal diodo, cioè la capacità C si scarica attraverso la valvola di non ritorno.

L'elaborazione dei segnali negli elementi di controllo può avvenire mediante:

- **ELEMENTI & SISTEMI COMBINATORI**, ovvero combinando in modo opportuno i segnali presenti in un certo istante
- **ELEMENTI & SISTEMI SEQUENZIALI**, ovvero con la dipendenza dal tempo o dallo stato interno degli elementi. Cioè quando l'uscita dipende dalla storia passata del sistema.

L'elaborazione di questi segnali avviene secondo la regola dell'**ALGEBRA BOOLEANA**

09-11-17 ALGEBRA DI BOOLE: OPERAZIONI E TEOREMI FONDAMENTALI

L'elaborazione dei segnali nei sistemi di automazione pneumatici digitali avviene secondo la regola della **LOGICA BINARIA**, essendo solo due i possibili stati in ogni condotto (segnale 1 e 0).

La presenza di pressione nei tubi produce quindi lo stato 1, mentre la mancanza produce lo stato 0. L'attivazione di un fine corsa produce lo stato 1 e la sua condizione di riposo produce lo stato 0.

Le operazioni logiche fondamentali sono:

- **AFFERMAZIONE** (funzione **YES**): $u = x \rightarrow$ ^{uscita} ingresso

È l'operazione con la quale un segnale viene riprodotto identicamente. L'uscita u ripete l'ingresso x .

L'uscita è 0 se l'ingresso è 0.
L'uscita è 1 se l'ingresso è 1.

Tabella della verità
o delle combinazioni

x	u
0	0
1	1

OSS: In genere il segnale di uscita risulta, però, amplificato rispetto a quello di ingresso.

Esempio: AMPLIFICATORE

- **NEGAZIONE** (funzione **NOT**): $u = \bar{x}$

È l'operazione con la quale un segnale viene trasformato nel suo esplementare. L'uscita u nega l'ingresso.

x	u
0	1
1	0

Un segnale invertito si rappresenta simbolicamente; così l'ingresso di x è \bar{x} (x negato)

Se l'ingresso è 0 l'uscita è 1
Se l'uscita è 1 l'ingresso è 0.

REGOLE BOOLEANE

L'uguaglianza fra due espressioni algebriche booleane si realizza se e solo se i membri dell'uguaglianza sono uguali ad 1, oppure a 0.

Si hanno quindi le seguenti **IDENTITÀ LOGICHE**:

- $1 + X = 1$
- $0 + X = X$
- $1 \cdot X = X$
- $0 \cdot X = 0$
- $X + X = X$
- $X + \bar{X} = 1$
- $X \cdot X = X$
- $X \cdot \bar{X} = 0$
- $X \cdot Y = Y \cdot X$
- $X \cdot Y \cdot Z = X \cdot (Y \cdot Z)$
- $X + Y = Y + X$
- $X + Y + Z = X + (Y + Z)$
- $X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$

RELAZIONI DI DISTRIBUITIVITÀ:

• $X + (Y \cdot Z) = (X + Y)(X + Z)$

Se $X = 0 \Rightarrow Y \cdot Z = (0 + Y)(0 + Z) = Y \cdot Z$

Se $X = 1 \Rightarrow 1 + (Y \cdot Z) = (1 + Y)(1 + Z) \Rightarrow 1 = 1$ (indipendentemente da Y e Z vale sempre 1)

RELAZIONI DI DE MORGAN (TEOREMA)

• $\overline{X + Y + Z} = \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot \bar{Z}$

Se $X = Y = Z = 0 \Rightarrow 1 = 1$

Se $X = 1, Y = Z = 0 \Rightarrow 0 = 0$ cioè basta che uno soltanto tra X, Y e Z sia 1 che il risultato è zero.

• $\overline{X \cdot Y \cdot Z} = \bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z}$

Se $X = Y = Z = 1 \Rightarrow 0 = 0$

Se $X = 0, Y, Z = 1 \Rightarrow 1 = 1$ cioè basta che uno soltanto tra X, Y e Z sia 0 che il risultato è 1.

OR ESCLUSIVO

$\mu = X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y$

L'uscita $\mu = 1$ se e solo se fra due solo segnale presente.

Se ce ne sono entrambi $\Rightarrow \mu = 0$

Se $X = 1$ e $Y = 0 \Rightarrow \mu = 1$

Se $X, Y = 1 \Rightarrow \mu = 0$

X	Y	μ
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

AND



NOR



NAND



Di seguito sono riportati nelle forme A e B i simboli e le tabelle delle verità per altre funzioni logiche derivate e per funzioni logiche complesse:

INIBIZIONE

$$U = \bar{x} \cdot y \cdot z$$

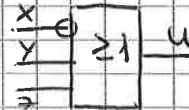


x	y	z	u
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

NO PROE

OR CON INGRESSO NEGATIVO

$$U = \bar{x} + y + z$$



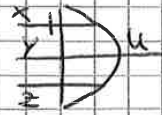
x	y	z	u
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

È un elemento di somma logica con un ingresso negato: l'uscita vale 1 se, e solo se, uno o più degli ingressi non negati vale 1, e/0, se l'ingresso negato è al suo stato 0.

NO PROE

SOMMA CON UN INGRESSO DI INIBIZIONE

$$U = \bar{x} \cdot (y + z)$$



x	y	z	u
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

È un elemento OR con un ingresso di inibizione, che viene contrassegnato con una sbarretta trasversale. Il simbolo di inibizione rappresenta un ingresso interdichibile; il segnale presente su questo ingresso interdice il segnale di uscita (portandolo nello stato 0), indipendentemente dallo stato degli altri ingressi. Un ingresso di inibizione serve per operazioni di controllo e di sicurezza.

Nella tabella si osserva come si ha un'uscita pari a 1 se vi è uno o più dei segnali di ingresso non di inibizione y e z, e se contemporaneamente il segnale x è uguale a zero.

Notevolmente il segnale di inibizione può anche essere negato; in tal caso è l'assenza del segnale di inibizione che interdice il segnale di uscita.

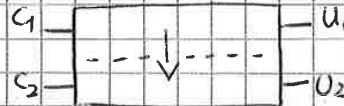
MEMORIA



Possono essere sia orizzontali che verticali. Sono elementi di memoria bistabili con due uscite complementari U_1 e U_2 ; C_1 è il segnale di comando che attiva U_1 e C_2 è il segnale di comando che attiva l'uscita U_2 . Le memorie bistabili possono avere anche un solo condotto di uscita. In questo caso l'applicazione successiva del segnale di controllo provoca la comparsa e la scomparsa del segnale di uscita.

La presenza contemporanea di segnali di comando opposti, che è un evento che può verificarsi in seguito ad anomalie di funzionamento può produrre un diverso equipartimento degli elementi di memoria. In particolare le situazioni che possono realizzarsi con segnali di controllo contemporanei sono le seguenti:

1) CONSERVAZIONE DELLO STATO PRECEDENTEMENTE POSSEDUTO



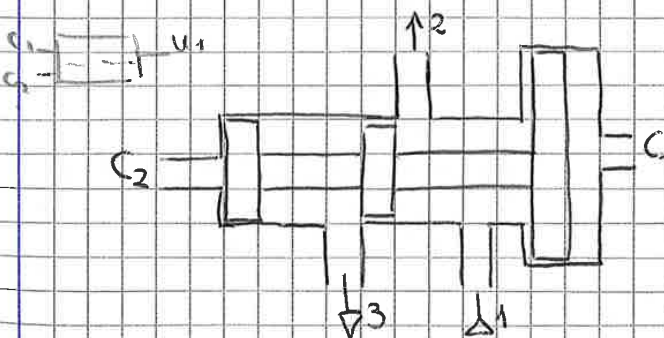
La tacca indica lo stato. In presenza contemporanea di C_1 e C_2 la memoria conserva lo stato precedente. Un esempio di memoria pneumatica che si comporta così è una valvola a cassetto a doppio azionamento meccanico.

2) ATTIVAZIONE DI UN SEGNALE DI USCITA PREFERENZIALE



È rappresentato in figura il simbolo di una memoria che fornisce in modo prioritario il segnale di uscita U_1 quando sono presenti entrambi i comandi C_1 e C_2 . L'asterisco si dice quello d'uscita preferenziale. Se l'asterisco fosse vicino U_2 allora l'uscita prioritaria era U_2 .

Un esempio di MEMORIA PNEUMATICA PRIORITARIA è data da una valvola a cassetto differenziale a doppio azionamento pneumatico:



È lo schema di una memoria preferenziale ottenuta con una valvola a cassetto a 3 bocche con comando differenziato. La superficie di comando C_1 è maggiore di quella C_2 , in tal modo quando i due comandi sono presenti insieme con lo stesso livello di pressione prevale il segnale C_1 .

Se $P_1 = P_2 \Rightarrow F_1 > F_2$ sposta a sx e alimenta l'uscita 2.

In presenza di C_1 e C_2 ha l'attivazione solo di U_1 (U_2 non c'è)

3) PRESENZA CONTEMPORANEA DI DUE SEGNALI DI USCITA UGUALI, ENTRAMBI PARI A 1, OPPURE ENTRAMBI PARI A ZERO.

Quando il segnale di ingresso cambia stato, comporre un segnale di uscita per un periodo di tempo definito che dipende da un circuito di ritardo interno dell'elemento. Componenti di questo tipo servono per trasformare un segnale a gradino in un impulso.

Elementi limitatori di impulso possono essere attivati anche dalla scomparsa del segnale di entrata, anziché dal suo apparire.

GENERATORE DI IMPULSO CONTINUO (O OSCILLATORE)

Consiste in un elemento oscillatore, in cui lo stato dell'uscita o delle uscite cambia periodicamente nel tempo con una frequenza che viene regolata e prefissata e che determina la durata di un ciclo oscillatorio.



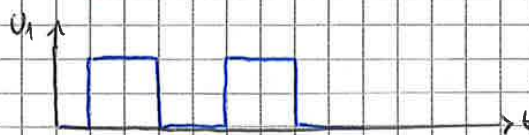
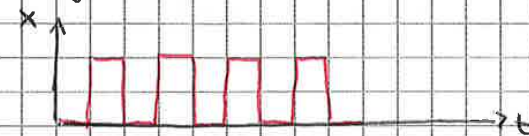
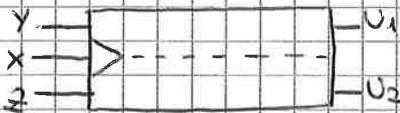
A FREQUENZA FISSA



A FREQUENZA VARIABILE

CONTATORE BINARIO

Esso viene usato per realizzare catene di conteggio in circuiti di controllo. Il contatore binario è un particolare elemento di memoria, fornito di due uscite complementari U_1 e U_2 e un unico condotto di ingresso X . Esso viene realizzato da speciali elementi o da circuiti che memorizzano uno stato e che vengono commutati ogni volta che viene ricevuto un segnale di ingresso.

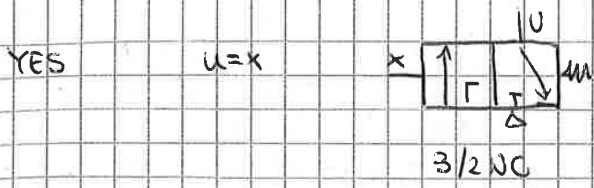


Serve per scrivere le informazioni: la linea indica l'ingresso (X è l'impulso) Y e Z sono due ingressi supplementari che servono per predisporre in modo preciso le uscite U_1 e U_2 rispettivamente. Tali ingressi si utilizzano all'inizio del conteggio per predisporre lo stato iniziale del sistema, o in determinate fasi dei cicli per realizzare certe condizioni.

Per esempio: parto da $Y \rightarrow$ predisporre $U_1 \rightarrow$ individuo come deve partire la memoria allo stato iniziale.

È un segnale che oscilla e oscillando commuta lo stato delle uscite U_1 e U_2 ogni volta che compare il segnale di ingresso X . Cioè non ricomincia quando il segnale X è insalita: $U_1 = 0$, $U_2 = 0$. Poi X va a zero e non succede nulla. Quando ricompare il segnale X allora $U_1 = 0$ e $U_2 = 1$. IL CONTATORE BINARIO COMMUTA LE USCITE ALLA RICOMPARSA DEL SEGNALE DI INGRESSO X . Il periodo di U_1 è raddoppiato, la frequenza è dimezzata. Come si vede data la continua alterna commutazione delle uscite, la frequenza dei segnali di uscita è pari alla metà della frequenza del segnale di ingresso. Per questo motivo si parla anche di **DIVISORE DI FREQUENZA**.

PER DUE. Sono alla base di molti circuiti che realizzano sistemi di controllo a tempo. Genero un segnale oscillante e lo uso con il contatore binario, taglio la frequenza e taglio nuovamente se l'uscita del 1° contatore entra in un secondo contatore binario.

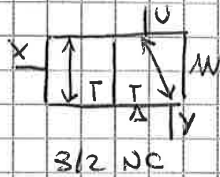


Se c'è X c'è U altrimenti U scoppia.
 È ATTIVO, l'uscita è proprio l'ingresso:
 pseudo smeglia della rete



Se $X = 0 \Rightarrow U = 1$
 Se $X = 1 \Rightarrow U = 0$

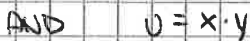
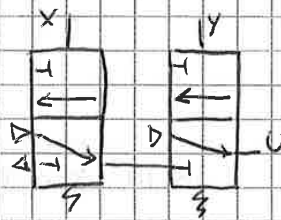
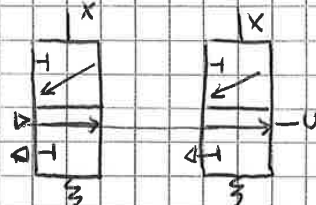
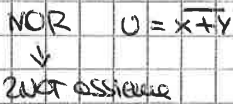
L'uscita è derivata da Y quando è dismontaggio $X=0$.



OR

X	Y	U
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

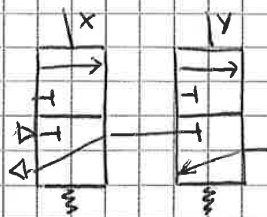
→ altra dismontaggio



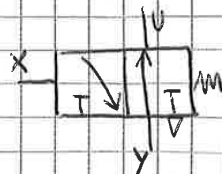
X	Y	U
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Se $X=0, Y=0$
 l'uscita va allo scoppio

2 YES = 1 AND



$U = \bar{X} \cdot Y$



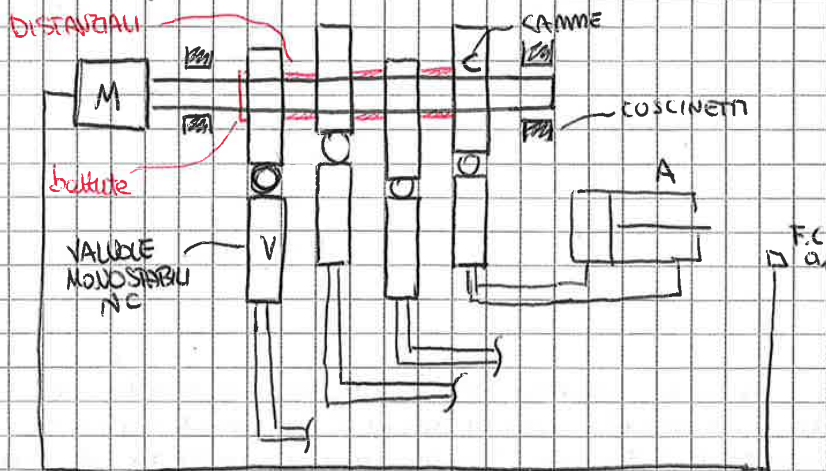
Per essere attiva U allora X non deve esserci.

Se c'è X allora U è legato allo scoppio ed è indipendente da Y.
 Se $X=0$, l'uscita è proprio Y. È la FUNZIONE INIBITRICE

SISTEMI A TEMPO

Sono sistemi determinati dal trascorrere di un certo quantitativo di tempo. E' i tempi o i cicli sono determinati dal trascorrere di un certo tempo. Di solito, sono sistemi ad anello aperto, per cui non si effettua alcuna verifica della avvenuta esecuzione degli azionamenti → non ci sono sensori. Sono quindi utilizzati in apparecchiature poco critiche o in quei sistemi in cui il tempo è un parametro essenziale.

Un sistema a tempo che trova tuttora applicazione per il suo costo contenuto e la sua semplicità d'uso è il **PROGRAMMATORE A CAMME**



Le camme sono dei cilindri con dei rilievi:



È costituito da un motoriduttore M che aziona un albero su cui sono coltate delle camme C. Queste azionano delle valvole V a comando meccanico: ad esempio delle valvole monostabili NC che possono comandare cilindri a semplice o a doppio effetto. Le camme presentano un lobo che ruotando vanno ad attivare la valvola commutandola. Un ciclo termina quando l'albero che porta le camme ha compiuto un giro completo. Ad ogni giro dell'albero il ciclo si ripete. Il periodo del ciclo (tempo ciclo) può pertanto, essere variato regolando la velocità di rotazione del motore: velocità + alta ⇒ tempo ciclo minore. Il motore può essere o un motore elettrico a corrente continua oppure un motore passo-passo (STEP MOTOR). Se inserisco uno STEP MOTOR e un FUSIONE FI

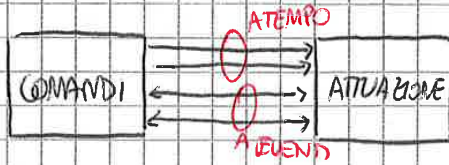
l'impulso fa scattare di una frazione il sistema ⇒ passo ad un sistema di motore SELEZIONALE.

Se le camme sono realizzate con più lobi, i cilindri vengono azionati più volte ad ogni ciclo perché fanno commutare le valvole più volte.

UNITÀ: È un ciclo fisso, cioè se voglio cambiare il ciclo automatico, devo smontare il dispositivo → devo cambiare le camme scegliendo camme con più lobi. Però non posso mettere tanti lobi nella camma perché prima o poi saturano lo spazio.

Quindi il **PROGRAMMATORE A CAMME** è un'unità di governo al tempo, per cicli fissi, che richiede, però, modifiche significative nel cambiamento dei cicli.

Possiamo avere due tipi di SISTEMI AUTOMATICI:



SISTEMI A TEMPO quando il flusso da comandi ad attuazione è UNIDIREZIONALE.
SISTEMI AD EVENTI quando l'informazione è BIDIREZIONALE.

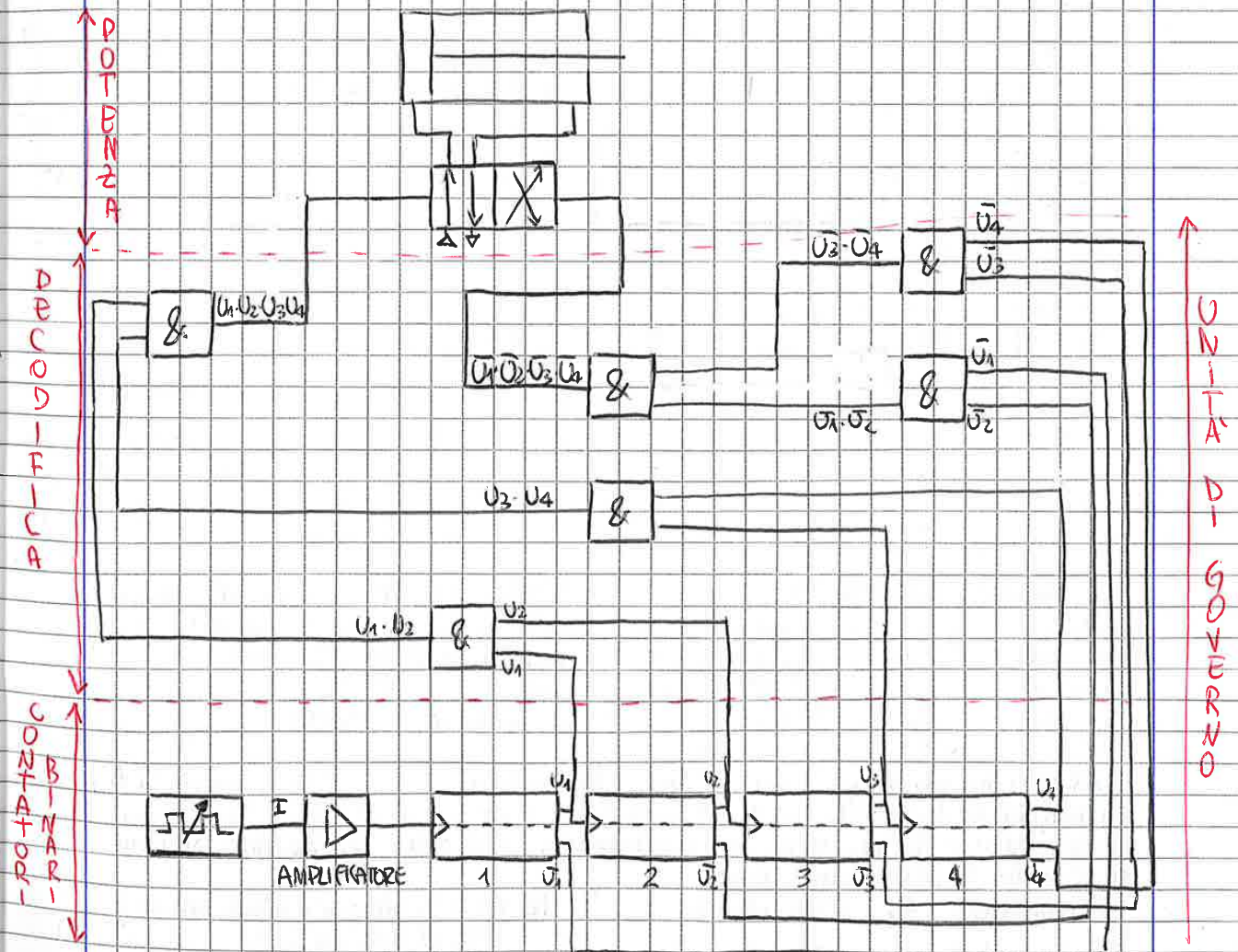
Tra i SISTEMI A TEMPO distinguiamo: a tappeto, a commutazione, a misura ed ad OSCILLATORE

OSCILLATORE



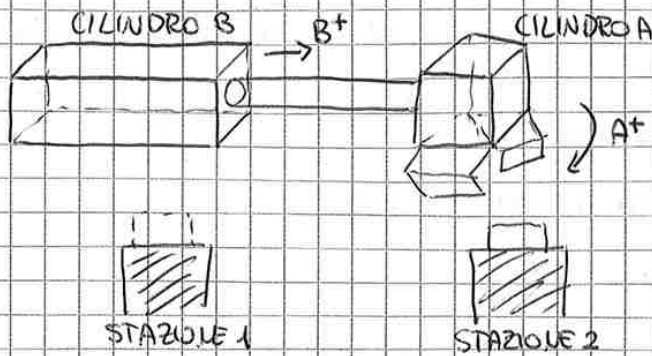
Gli oscillatori commutano lo stato dell'uscita ogni qualvolta in ingresso compare il segnale di comando.

DISPOSITIVI CON CONTATORI BINARI



CONTATORI BINARI si chiamano anche DIVISORI PER DUE perché dividono sempre la frequenza per due.

DESCRIZIONE DEI SISTEMI AUTOMATICI



- DIAGRAMMA MOVIMENTO-FASI
- DIAGRAMMA A TEMPO
- GRAFCET

GRAFCET

È un diagramma funzionale, ossia una rappresentazione grafica, concisa e di facile interpretazione, che descrive le funzioni svolte dal sistema automatico. Il grafcet parte dalla considerazione che ogni sistema automatico comprende una parte di potenza, esecutiva, e una parte di comando, e che il legame tra le due è dato da segnali di ordine e segnali di consenso.

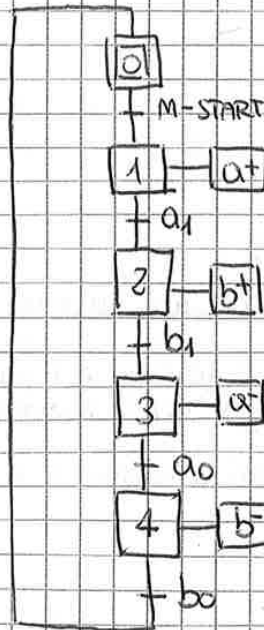
DESCRITTIVO

descrive a parole le operazioni del ciclo automatico da realizzare

FUNZIONALE

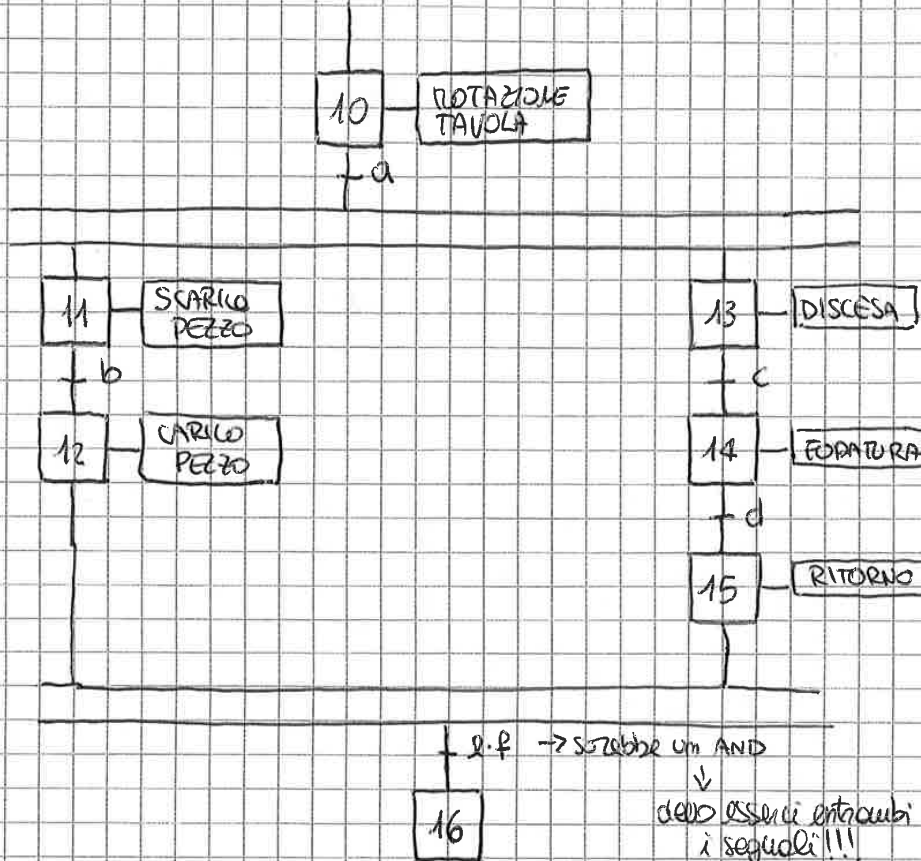
rappresentazione sintetica che utilizza segnali di comando e di consenso

a^+ = segnale di comando
 a_1 = segnale di consenso



CICLI CON SOTTOCICLI IN PARALLELO

Nei casi in cui le sistemi contengono più gruppi di lavoro che operano in parallelo si usa questa rappresentazione. Capiremo che si tratta di cicli in parallelo grazie alla presenza di due linee in parallelo. Possiamo fare l'esempio di una tavola rotante a più stazioni di lavoro in cui a sinistra vi è il sottociclo del manipolatore di carico e di scarico pezzi, e a destra il ciclo effettivo di lavoro.



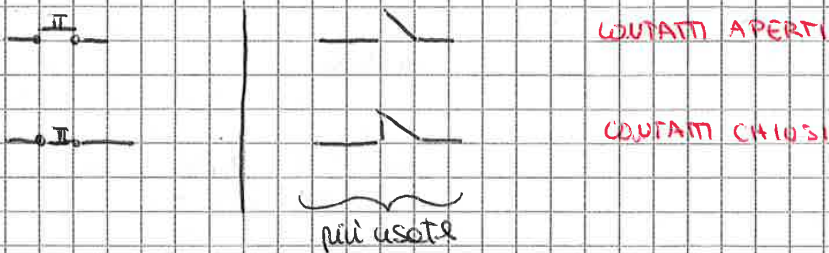
Alla fase 10 attraverso il consenso a , seguono due sottocicli in parallelo con le fasi, rispettivamente, 11-12 e 13-14-15. Il ciclo riprende poi un andamento unico quando si verifica la condizione logica $e \cdot f$ (AND), dove e è il consenso dato dal termine del primo sottociclo, ed f è il consenso dato alla fine del secondo sottociclo. A questo punto il ciclo può riprendere un andamento unico con una fase successiva.

In generale quello che succede è che quando la bobina si percorre dalla corrente si eccita, l'elemento motore viene attivato e con il suo movimento agisce su dei contatti che possono venire chiusi o aperti secondo la loro posizione attuale.

Si tratta di un elemento **MONOSTABILE** che nelle sue due posizioni di equilibrio apre o chiude determinati contatti. Monostabile perché se toglie il comando, si commuta. Un relè può azionare diversi contatti che possono essere:

- **NA** → normalmente aperto
- **NC** → normalmente chiuso
- **IN SCAMBIO**, quando un contatto apre un circuito e ne chiude un altro.

Generalmente in la **NORMATIVA CEE**:

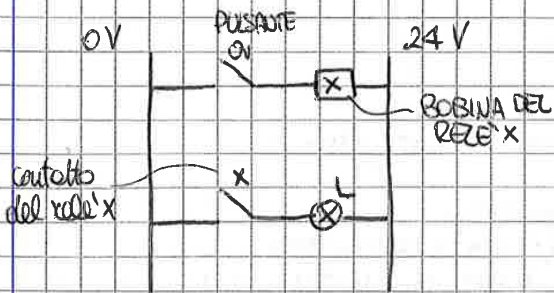


Generalmente, in un relè, la bobina comanda uno o più contatti di scambio. In un relè si possono, quindi, distinguere due CIRCUITI:

- CIRCUITO DI COMANDO che alimenta la bobina dell'elettromagnete
- CIRCUITO PRINCIPALE che è collegato ai contatti di apertura e chiusura.

Negli schemi funzionali questi due circuiti vengono disegnati separatamente, nel punto dove ciascuno effettua la sua funzione, senza tenere conto della reale posizione costruttiva. Per evidenziare gli elementi che appartengono al medesimo apparecchio, la bobina e i contatti vengono indicati con lo stesso lettera, che per i relè può essere: x, y o z.

Schema Funzionale



- Chiudendo il pulsante "a" passa la corrente che va da 0V a 24V che arriva alla bobina X che si eccita determinando la chiusura del contatto X momentaneamente aperto => la lampadina L si accende.
- Rilasciando il pulsante "a" viene a mancare la corrente alla bobina X e dunque il contatto X si apre e la lampadina L si spegne.

Con i relè è possibile realizzare, anche, funzioni sequenziali come, ad esempio, la funzione di memoria.

combinando insieme i contatti dei relè

Con i RELÈ possiamo anche eseguire le varie **FUNZIONI LOGICHE**.

Per esempio, collegando **IN SERIE** i contatti NA si esegue la funzione **AND**; collegandoli in **parallelo** si ottiene una funzione **OR**.

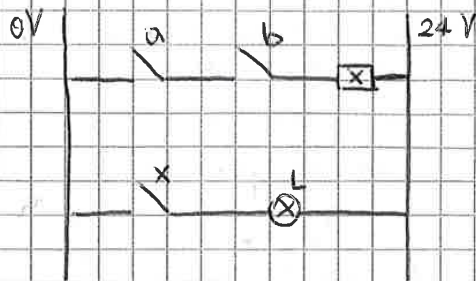


TABELLA DELLA VERITA'

a	b	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

corrisponde alla tabella
=> dell'AND ->
-> significa collegamento in **SERIE**

0 = senza il comando
1 = dà il comando

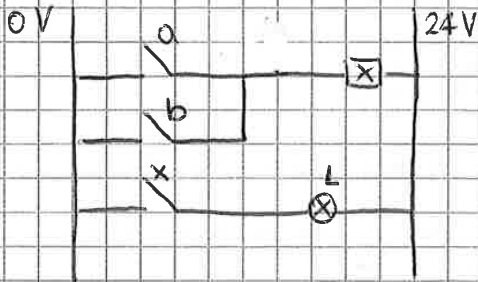
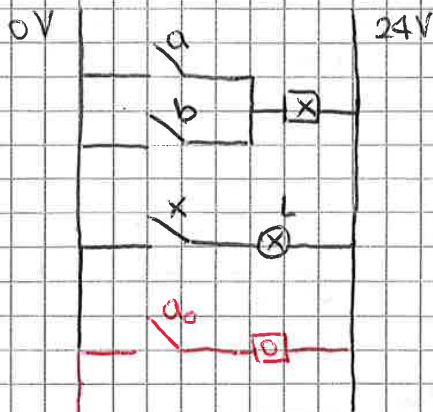


TABELLA VERITA'

a	b	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

corrisponde alla tabella
=> dell'OR ->
-> significa collegamento in **PARALLELO**

Dato il costo alto dei relè, si sono sviluppati dei circuiti a basso utilizzo dei relè. Posso utilizzare degli elementi combinatori per ridurre i relè.



Posso collegare i relè con i finecorsa **Q0**

PROGRAMMAZIONE CON LINGUAGGIO LADDER (O CON LINGUAGGIO A CONTATTI)

Segue la stessa logica dei sistemi di controllo a relè, da cui è derivato. È pertanto una programmazione che esprime per ogni attuatore le varie condizioni di attivazione, valide per tutte le fasi del ciclo. La predisposizione di un programma ladder avviene con le stesse procedure di programmazione di un sistema di controllo con relè. Operativamente è un programma molto diffuso e utilizzato.

Per realizzare questo circuito posso usare:

- 10 sequenziatori (1 sequenziatore per ogni fase)
- 10 rele (1 per ogni fase) infatti i rele associati ai fine corsa ci consentono di eliminare le ambiguità

Però i rele hanno un costo molto alto allora si cerca di ridurre il numero dei rele.

=> per fare ciò uso un **GRAFRET CONTRATTO**

Esso è un grafret con un numero ridotto di fasi rispetto ad un grafret ordinario. Per eliminare le ambiguità si usano le **FASI CONTRATTE**. Esse si ricavano a partire da un normale grafret e suddividendolo in zone tali che, in ognuna, ogni movimento può compiere una sola volta, per cui, per esempio, nessun cilindro può eseguire un doppio movimento di fuoriuscita e di rientro. In poche parole nella fase contratta, **non dobbiamo avere il rientro e la fuoriuscita dello stesso cilindro (tipo a1-a1')**. I segnali di comando per i movimenti che avvengono all'interno di una fase contratta sono riportati ed di somma deve essere che indica il segnale di comando relativo.

Le nuove fasi del grafret contratto vengono individuate mediante la combinazione dei segnali di **RELE' AUSILIARI**. Naturalmente, occorre conoscere il numero di rele' ausiliari che dipendono dal numero di fasi contratte. Nel caso in esame con un rele' posso individuare due fasi contratte. Ogni rele' ha, infatti, due stati logici (presenza o assenza di segnale). Siccome ho 4 fasi contratte devo usare due rele'. Per cui le 4 fasi contratte sono individuate dalle quattro combinazioni di due segnali digitali:

Con N rele' posso distinguere 2^N stati differenti: $N=2 \Rightarrow 2^2 = 4$ combinazioni di segnali

Supponiamo di usare 2 rele': Z e Y

TABELLA RELE' AUSILIARI

FASE CONTRATTA	Y	Z
1	1	0
2	1	1
3	0	1
4	0	0

Regole per fare la tabella dei rele' ausiliari:

- la combinazione 00 ($\bar{Y}\bar{Z}$), ovvero mancanza di segnali dei rele' viene riservata all'ultima fase contratta in modo che quando il sistema automatico viene arrestato, la sua posizione di riposo viene fatta coincidere con la mancanza di segnali dei rele' ovvero con lo stato di disattivazione dell'apparecchiatura.
- È necessario che il passaggio da una combinazione all'altra di due fasi contratte successive avvenga facendo commutare un solo rele' ausiliario ogni volta. Questo per evitare situazioni ambigue che si possono verificare nei circuiti di commutazione dei rele'.

* Passando da una fase all'altra commuto solo un rele' per volta.

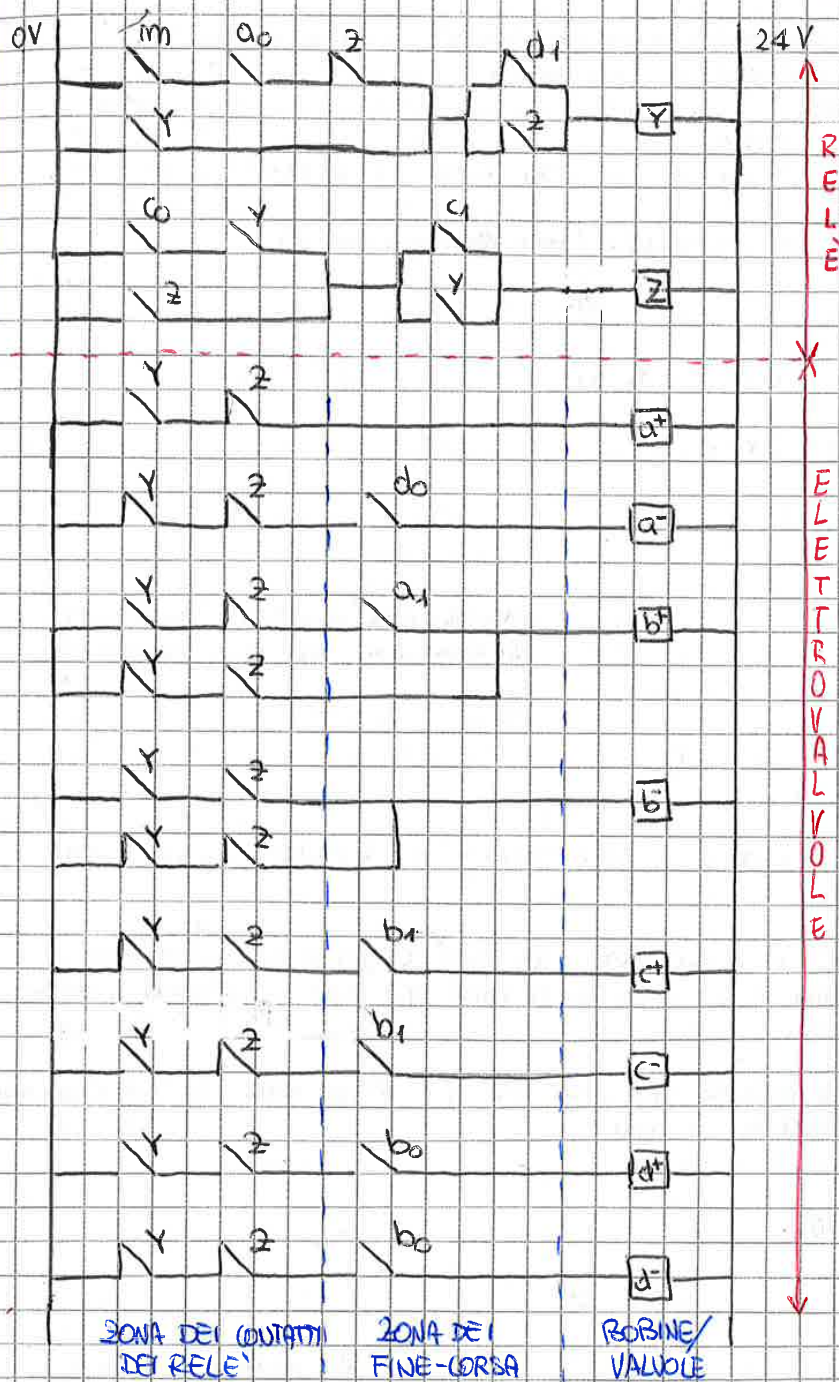
1° FASE CONTRATTA: $\bar{Y}\bar{Z}$
2° FASE CONTRATTA: $\bar{Y}Z$

3° FASE CONTRATTA: $Y\bar{Z}$
4° FASE CONTRATTA: YZ

* La Simultanea attivazione di entrambi i rele' renderebbe il sistema meno stabile, per la presenza di altri che apparesenterebbero le presenzioni

NB: Matematicamente posso combinare alla rinfusa, applicatamente non è possibile per questo si usano delle **REGOLE**

Adesso dobbiamo rappresentarci ciò con i PROGRAMMI LADDER (O RETE LADDER):

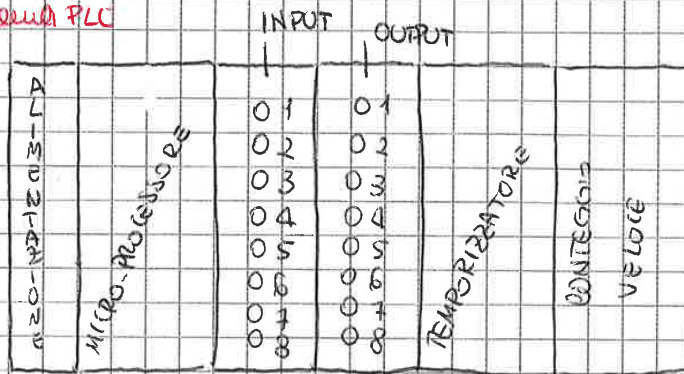


Lo schema riportato è quello con relè del circuito di comando per il ciclo automatico. Le linee di alimentazione dei relè (0V e 24V) sono riportate in verticale e tutti i collegamenti con i relè e i piloti delle elettrovalvole (a+, a-, b+, b-...) sono riportati su linee orizzontali. Lo schema corrisponde esattamente ad un circuito di logica cablato con fili di interconnessione tra relè, elettrovalvole e altri elementi elettrici.

CONTROLLORE LOGICO PROGRAMMABILE: PLC

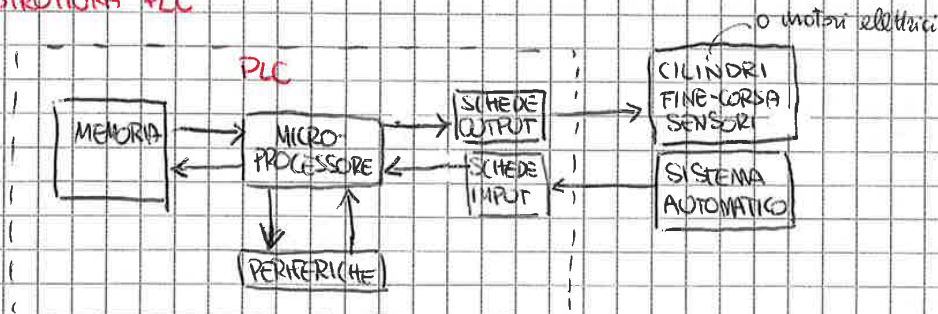
Sono le unità di governo più diffuse per il comando dei sistemi pneumatici. Sono sistemi basati su un microprocessore in grado di gestire cicli automatici mediante un programma (sono in grado di essere programmati). La possibilità di avere unità di governo che siano rapidamente e facilmente programmabili è particolarmente utile nei sistemi complessi, dove vi sono esigenze di flessibilità dei cicli. Un PLC consente, normalmente, di eseguire numerose funzioni, quali: visualizzazione, memorizzazione ed elaborazioni di programmi, esecuzione di modifiche di programmi, esecuzione conteggi, esecuzione di funzioni temporizzate, ecc. Un controllore elettronico programmabile è poi in grado anche di localizzare errori, eseguire cicli di autotest e di autoprotezione, qualità queste che lo rendono particolarmente utile nei campi della diagnostica e della ricerca dei guasti.

Schema PLC



Costituito da un'unità di ALIMENTAZIONE un MICRO-PROCESSORE, SCHEDE DI INPUT E DI OUTPUT, CONTATORE/TEMPORIZZATORE → Ho un oscillatore che scandisce il tempo. Si rendono disponibili circa 2 Ampere per scheda. Nel 90% dei casi le schede IN e OUT sono digitali.

STRUTTURA PLC



Essenzialmente è costituito da:
 NO CPU

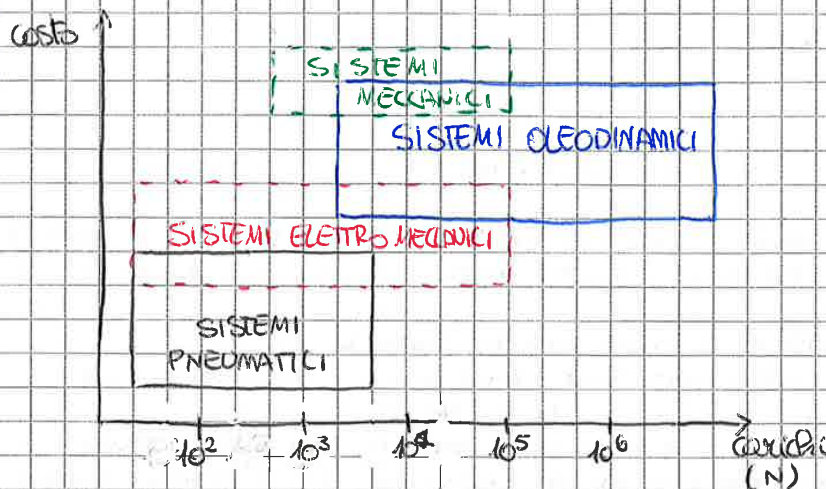
- MICRO-PROCESSORE è l'unità operativa del sistema che elabora i segnali del sistema. Elaborava i dati ricevuti dai sensori e fine-corso, tramite schede di input, e produce i segnali di comando agli attuatori, tramite le schede di output, in base alla logica data dal programma che risiede nella memoria. La struttura e la capacità di elaborazione del microprocessore determinano le prestazioni ottenibili.
- MEMORIA è il luogo dove risiedono i programmi. La presenza di una memoria su cui risiede il programma distingue profondamente il modo di operare di un PLC da quello di un circuito a logica cablata, in cui ogni modifica di programma richiede di cablare nuovamente e in modo diverso componenti fisici collegati tra loro dai casi di collegamento.

23.11.17

TIPI DI ELEMENTI PNEUMATICI (Vedi di seguito per approfondire)

L'espansione dei sistemi pneumatici ha portato allo sviluppo di un gran numero di componenti e di sistemi molto diversi tra loro. Ciò è legato a diversi fattori: tra questi vi sono: le condizioni ambientali diverse in cui operano; la necessità di eseguire operazioni di potenza o di trasmettere solo informazioni; la complessità più o meno grande del sistema; la frequenza di lavoro e i tempi di risposta necessari; l'affidabilità e la durata richiesta; il costo dell'apparecchiatura.

Confronto tra attuatori di diversa tecnologia in funzione del valore dei carichi applicati



Nel grafico è mostrato il confronto qualitativo del costo tra i diversi sistemi di attuazione meccanici, oleodinamici, elettromeccanici e pneumatici in funzione dei carichi applicati agli attuatori.

- Si osserva come gli attuatori pneumatici si collocano nel campo dei costi più bassi e dei carichi piccoli e medi ($10^2 - 10^3$). ⇒ **SISTEMI PNEUMATICI**
- Per carichi e costi un po' più elevati troviamo i **SISTEMI ELETROMECCANICI** a cui sono associati i motori elettrici / lineari con dispositivi di riduzione del rullo associati.
- Per carichi e costi elevati troviamo i **SISTEMI OLEODINAMICI**. L'attuazione oleodinamica si basa soprattutto su elementi di potenza medio-grande. Ciò è reso possibile con l'uso di pressioni di lavoro alte (da 210 a 350 bar fino a 700 bar), rese possibili dall'uso di un fluido incompressibile che non si espande volentieri in caso di rottura di elementi in pressione. Hanno, inoltre, un rapporto tra potenza e peso più elevato rispetto a tutti gli altri casi. Sono quindi, usati soprattutto per grandi forze e per mezzi idraulici. Alle alte pressioni si riducono le masse degli oggetti e questo è un vantaggio per il produttore poiché i componenti si riempiono meno e le perdite sono più frequenti.
- Infine abbiamo i **SISTEMI MECCANICI** che sono i più costosi di tutti e richiedono carichi abbastanza elevati. L'attuazione meccanica è costituita da cinghie e meccanismi articolati, e garantisce buona precisione di localizzazione ottimali ripetibilità dei cicli e elevata velocità di esecuzione dei cicli di lavoro. Più oltre ad essere molto affidabili sono molto rigidi, cioè per eseguire leggi diverse debbono essere rimprogettati e si deve ricostruire il meccanismo e per questo motivo i costi salgono.

FORZA DI SPINTA ESERCITABILE SU UN PISTONE

La spinta che un cilindro può esercitare dipende dall'area del cilindro stesso e dalla differenza di pressione esistente tra le due camere. La spinta teorica ottenibile è ridotta dalle **FORZE DI ATTRITO** mesistanti tra pistone e camera e tra stelo e testata anteriore si ha (moto con velocità costante):

• CILINDRO DOPPIO EFFETTO

$$F_A = F_A' + F_A''$$

$$p_1 S_1 - p_2 S_2 - F_A - F_e = 0$$

dove:

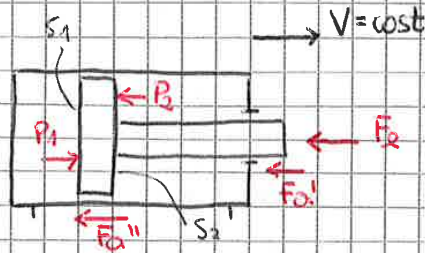
F_A = forze di attrito

F_e = carico esterno

Quindi la forza di spinta F_s vale:

$$F_s = p_1 S_1 - p_2 S_2 - F_A$$

Questo nel caso di fuoriuscita dello stelo; nel caso di rientro valgono formule analoghe



• CILINDRO SEMPLICE EFFETTO

In genere la camera dove è presente la molla è sempre collegata all'ambiente.
 $\Rightarrow p_2 = 0$

Si ha:

$$p_1 S - F_A - F_0 - Kx - F_e = 0$$

dove:

F_0 = carico della molla

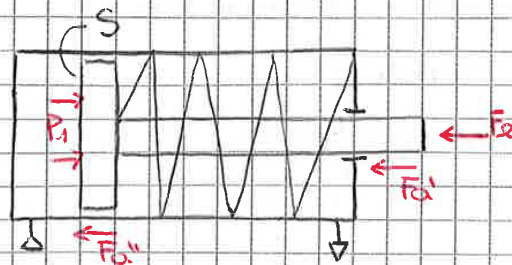
K = rigidità della molla

x = coordinata che individua la posizione del pistone e coincide con lo schiacciamento della molla.

Quindi la forza di spinta F_s vale:

$$F_s = p_1 S - F_0 - Kx - F_A$$

Valo lo stesso ragionamento per il caso di molla presente nella camera posteriore.



CONSUMO DI ARIA NEI CILINDRI

- Serve per dimensionare le linee di alimentazione
- Dipende dall'aria occorrente al riempimento delle camere e dalle frequenze di lavoro.

Siamo:

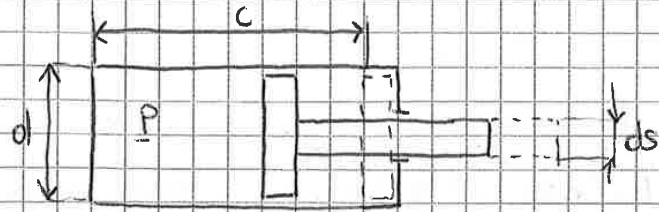
P = pressione assoluta di alimentazione

d = alesaggio

d_s = diametro stelo

C = corso

Si ha:



per avere m^3 (ANR) si deve dividere per la densità normale ρ_N :

$$(Q_s)_N = \pi \frac{d^2}{4} C \rho \rightarrow \text{densità alla pressione } P$$

$$(Q_s)_N = \pi \frac{d^2}{4} C \frac{\rho}{\rho_N} \rightarrow \text{dividendo per } \rho_N \text{ ho } m^3 \text{ (ANR)}$$

$$\frac{\rho}{\rho_N} = \frac{P}{P_N} \rightarrow 1 \text{ bar}$$

rispetto
alla normale

VOLUME DI ARIA NORMALE CONSUMATO per compiere dei corsi C :

- In fase di spinta (Purissima) $(Q_s)_N$:

$$(Q_s)_N = \frac{\pi d^2}{4} C \cdot P \quad \left[\frac{m^3 \text{ (ANR)}}{\text{corsa spinta}} \right]$$

N.B: CONDIZIONI NORMALI (ISO 8779)

$$P = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

$$T = 293,15 \text{ K} (20^\circ\text{C})$$

$$\text{umidità relativa} = 65\%$$

- In fase di trazione (rientro) $(Q_T)_N$:

$$(Q_T)_N = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_s^2) C \cdot P \quad \left[\frac{m^3 \text{ (ANR)}}{\text{corsa rientro}} \right]$$

- In un ciclo (corsa di andata e ritorno) $(Q_C)_N$:

$$(Q_C)_N = (Q_s)_N + (Q_T)_N \quad \text{in un cilindro a DOPPIO EFFETTO}$$

$$(Q_C)_N = (Q_s)_N \quad \text{in un cilindro a SEMPLICE EFFETTO}$$

$$\left[\frac{m^3 \text{ (ANR)}}{\text{CICLO}} \right]$$

- Consumo inteso come portata assorbita

(M) = numero di cicli al secondo (cicli/s):
di lavoro del cilindro

$$Q_N = (Q_C)_N \cdot M \quad \left[\frac{m^3 \text{ (ANR)}}{s} \right]$$

Tale valore è indicativo perché presuppone di riempire ad ogni ciclo la camera alla pressione di alimentazione P , e di svuotarla completamente. Alle alte frequenze di lavoro la camera non viene mai svuotata del tutto.
→ consumi ridotti

Più il cilindro è piccolo, più la forza di attrito è importante (assimilabile alla forza di spinta)

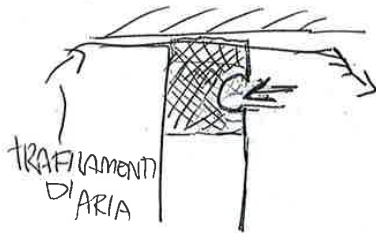
GUARNIZIONI DI TENUTA

Perucuo per aumentare la qualità e la durata dei cilindri pneumatici.

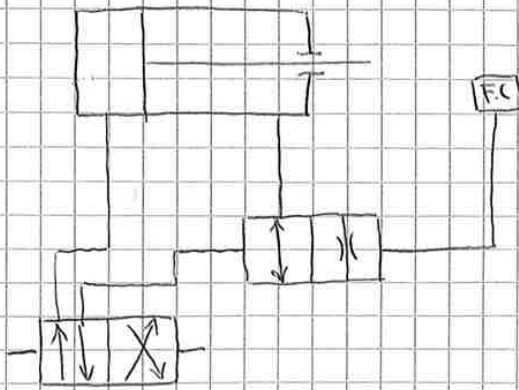
La tenuta può essere di due tipi:

- STATICA → quando si deve garantire tenuta tra elementi fermi.
- DINAMICA → quando occorre garantire tenuta tra elementi in movimento.

Per la tenuta dinamica si usano le guarnizioni a labbro che sono in grado di realizzare tenuta in una direzione inserendo solo una guarnizione a labbro, oppure in entrambe le direzioni → in questo caso si usano due guarnizioni a labbro contrapposte e quindi si potrebbero avere dei foramenti d'aria.



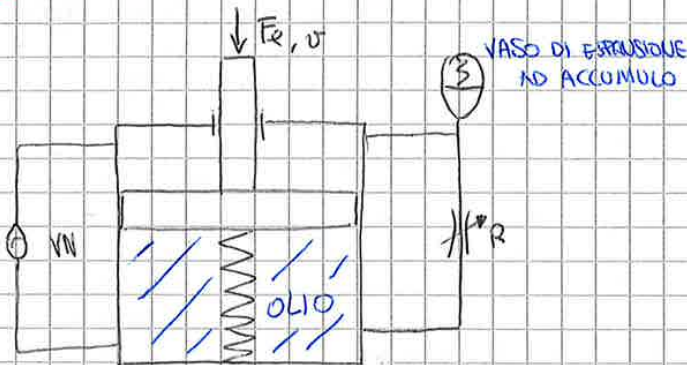
③ **3) FINE CORSA**



Oppure posso inserire uno strozzatore solo quando voglio fermare. In questo caso si utilizza un FINECORSA.

Utilizzo lo "strozzatore" in massima prossimità del FINECORSA (FC), cioè ad una percentuale di uscita del pistone.

③ **3) AMMORTIZZO IDRAULICO**



Ho un pistone che sta dentro una camera piena d'olio. Per far scendere il pistone è necessario mettere una resistenza R in modo da collegare le due camere. Quando scivola, l'olio in più deve andare da quella parte perché nella camera di sotto non ho il pistone e dunque avrei un volume d'olio maggiore rispetto alla camera di sopra. Ho bisogno della resistenza perché così voglio che il pistone scenda libero. Ho un Δp necessario che cresce al crescere della portata. Utilizzo un **VASO DI ESPANSIONE**

perché $V_{cam, sup} < V_{cam, inf}$. Questo vaso è costituito da un pistoncino con una molla e fange dal serbatoio. La resistenza R è quella che dissipa e ottimizza funzione ammortizzatrice. Quando il dispositivo piena, la molla non serve perché c'è l'olio che svolge questa funzione. La molla serve per riportare in alto l'ammortizzatore in assenza di carico: serve a vincere il peso del pistoncino e il lieve Δp nella valvola di non ritorno (VN). Quando sale, l'olio passa attraverso la valvola di non ritorno e recupera la camera inferiore.

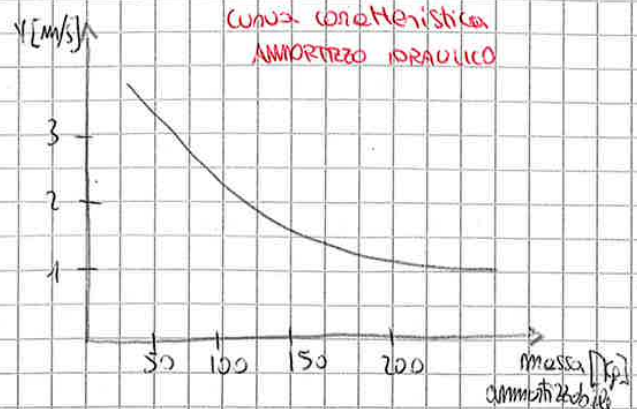
Riassumendo:

L'ammortizzamento idraulico serve per fermare il pistone. Il sistema è costituito da un pistone che si trova all'interno di una camera piena d'olio. Il pistone fa sì che ci sono due camere: camera superiore dove c'è il pistone e camera inferiore dove c'è la molla. Quando applico una forza F_r sul pistone esso va a comprimere l'olio che passa attraverso la resistenza R che strozza il passaggio d'olio e ferma il pistone → FUNZIONE AMMORTIZZATRICE. Quest'olio va a finire nel vaso di accumulo e poi ritorna nella camera superiore. La funzione della molla è quella di riportare rapidamente il pistone ~~verso l'alto~~ verso l'alto quando non è applicata nessuna forza sul pistone. La valvola di non ritorno ha il compito di riempire la camera inferiore.

④ **4) AMMORTIZZO INTERNO:**

④a) **ANELLO** → posti in prossimità delle testate

④b) **PNEUMATICO**



Supponiamo che la trasformazione decelerata sia **ADIABATICA**:

$$pW^{\kappa} = p_0W_0^{\kappa} \Rightarrow p = p_0 \frac{W_0^{\kappa}}{W^{\kappa}} \text{ e sostituendo } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L_{ep} = \int_{W_0}^W p dW = \int_{W_0}^W p_0 \frac{W_0^{\kappa}}{W^{\kappa}} dW = p_0 W_0^{\kappa} \left[\frac{W^{-\kappa+1}}{-\kappa+1} \right]_{W_0}^W = p_0 \frac{W_0^{\kappa}}{-\kappa+1} \left[W^{-\kappa+1} - W_0^{-\kappa+1} \right] =$$

$$= \frac{p_0 W_0}{-\kappa+1} \left[W^{-\kappa+1} - W_0^{-\kappa+1} \right]$$

$$L_{ep} = -\frac{p_0 W_0}{\kappa-1} \left[\left(\frac{W_0}{W} \right)^{\kappa-1} - 1 \right] \Rightarrow \text{lavoro per comprimere il gas da } W_0 \text{ a } W,$$

con: $W = W_0 - Ax$

Applicando $L_e = \Delta E_c$, si ha che:

$$-\frac{p_0 W_0}{\kappa-1} \left[\left(\frac{W_0}{W} \right)^{\kappa-1} - 1 \right] + p_1 A \cdot x = E_f - E_i = -\frac{1}{2} m V^2$$

\downarrow zero se si arresta il pistone

L_{ep} L_{ep1}

L_e

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m V^2 + p_1 A x = \frac{p_0 W_0}{\kappa-1} \left[\left(\frac{W_0}{W} \right)^{\kappa-1} - 1 \right]$$

\downarrow ENERGIA CINETICA che possiede \downarrow LAVORO CHE IL MONDO ESTERNO FA SU DI LUI \hookrightarrow lavoro di espansione dell'aria compressa

E' un legame tra x e la posizione di arresto (calcolo $W \rightarrow$ conosco $A \rightarrow$ calcolo x).

Se $x < L$ allora non c'è urto.

Esistono dei diagrammi che ci danno queste equazioni in forma grafica e ci permettono di determinare x affinché eviti l'urto.

• Se lo stantuffo è dotato di SMORZATORI vi è una fase di velocità costante (CD) e una fase di rallentamento DF, dovuta all'intervento degli smorzatori (LINEE TRATTEGGIATE). La corsa è ora eseguita in un tempo più grande (da B a F), dato che l'ultimo tratto si svolge a velocità ridotta. Nella fase di intervento dello smorzatore, la pressione nella camera dello smorzatore aumenta notevolmente (linea verde tratteggiata), per poi ridursi fino a zero dopo che il moto è cessato (punto F).

L'aumento di pressione P_2 è dovuto alla ricompressione del fluido. A fondo corsa il cilindro si arresta di brutto, la camera posteriore continua a riaccomparsi la $P_2 \rightarrow P_1$.



Si mette uno smorzatore ad aria per far avvenire una diminuzione della accelerazione non infinita.

Quando c'è lo smorzatore, il mazzetto va a contatto con la testata anteriore, blocca un volume d'aria \rightarrow la pressione P_2 aumenta notevolmente e ha un blocco del pistone, con un tempo di arresto più ampio e una velocità che diminuisce in modo graduale (una marea) \rightarrow l'accelerazione associata assume un valore più basso rispetto alla configurazione precedente. Tutto questo è vero se il cilindro assume un tratto di lavoro a velocità costante \rightarrow cioè ha corsa sufficientemente lunga (caso piuttosto ideale).

SMORZATORI DI FINE CORSA: NASELLI

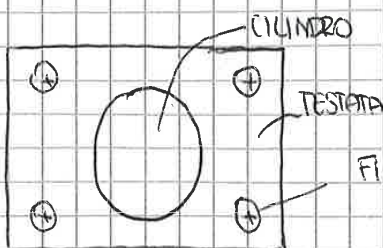
Se si mette un solo gramo filettato, non ci sono molti sforzi, se ce ne sono in numero maggiore allora i cilindri sono più alti e anche i costi \rightarrow forze 4 filettature comporta costi notevoli.

CANNA RULATA: viene rullata in una scambiatrice \rightarrow poco costosa ma la deformazione plastica determina un cedimento veloce in presenza di alte pressioni.



È un sistema che va bene per cilindri a piccolo alesaggio \rightarrow se ho problemi alle testate le devo buttare per via delle deformazioni meccaniche. Sono a struttura "usa e getta".

CANNA ESTERNA QUADRA



FILETTATURA SUI 4 SPIGOLI: serve per fissare la testata alla canna, tramite utilizzo di viti.

CILINDRI SPECIALIZZATI

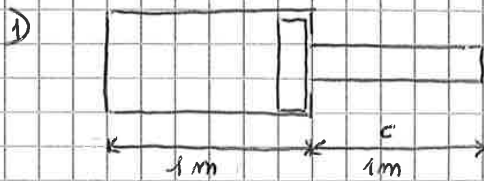
Sono stati realizzati attuatori pneumatici dalla struttura particolare con obiettivi applicativi ben precisi. L'unica tipologia di spinnibice fornisce una chiara idea delle possibilità offerte dagli attuatori pneumatici.

Occorre ricordare che i cilindri pneumatici possono essere utilizzati eventualmente, con un opportuno cambio di guarnizioni, anche per fluidi motori diversi, quali olio, acqua o miscela di liquidi incombustibili.

CILINDRI SENZA ASTA

Sono utilizzati in tutte quelle applicazioni in cui il problema degli spazi e degli ingombri assume l'importanza rilevante il movimento del pistone è trasmesso al carico senza lo stelo. È utile nei sistemi di devoto realizzare spostamenti elevati, che richiedono una buona compattezza.

Nei cilindri normali con asta fuoriuscente da una testata l'ingombro complessivo è più del doppio della corsa utile.



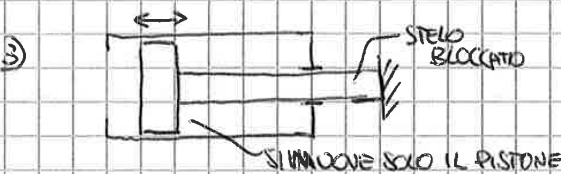
$$\text{INGOMBRO} = 2C \quad C = \text{CORSA}$$

Per una corsa $C = 1 \text{ m}$ occorrono 2 metri.

la camera si muove in moto relativo



$$\text{INGOMBRO} = 2C$$



$$\text{INGOMBRO} = C$$

L'impiego dei cilindri normali non è quindi possibile quando le corse richieste diventano grandi, dall'ordine di un metro e oltre.

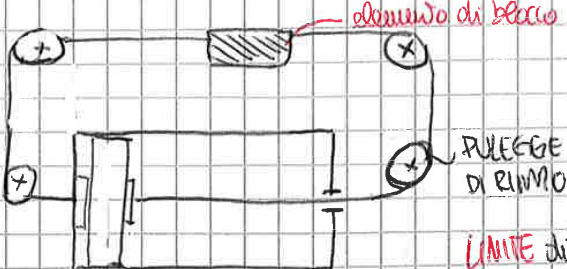
I cilindri senza asta eliminano l'asta rigida e realizzano la traslazione di una scelta motrice attraverso vari sistemi. Ne risultano delle unità estremamente compatte, ideali dove lo spazio è limitato.

I cilindri senza asta consentono, inoltre, arresti e fermate intermedie (con e senza freni), possono sviluppare alte velocità di traslazione (fino a 5-6 m/s) e possono essere costruiti per corse molto lunghe (fino a 12-15 m). La loro struttura modulare ne facilita l'assemblaggio in manipolatori pneumatici, soprattutto di tipo cartesiano.

Strutturalmente i cilindri senza asta possono essere: **a) fuso**, **b) lamina**, **c) lamina scomposta**, **con accoppiamento magnetico**, **con tubo flessibile**.

Cilindro a fune

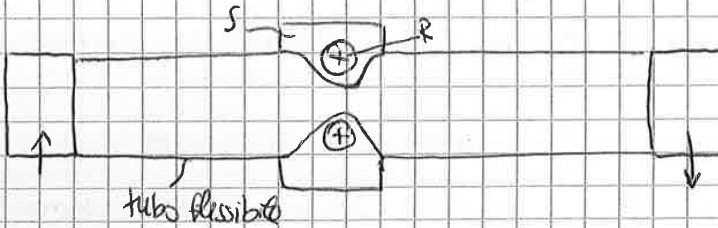
Lo stelo è sostituito da una fune avvolta su due pulegge e collegata a uno stantuffo mobile.



→ è l'elemento di chiusura tra i due elementi di fune. Esso può essere costituito da una forcella con anello filettato e un dado di bloccaggio. Corretto e dato servono a registrare la fune e a regolare la tensione. Mentre lo stantuffo compie la sua corsa, l'elemento di blocco trasla e trasmette il moto al dispositivo di carico.

LIMITE di questo cilindro è la sua RESISTENZA A FATICA DELLA FUNE STESSA.

Cilindri A CANNA DEFORMABILE (tubo flessibile)



Ho un tubo elastico deformabile premuto dai 2 rulli R, appostamenti di una corsa S in modo da creare una sezione di tenuta. Le due corse, in cui risulta deformato il cilindro, consentono il movimento nei 2 versi in funzione di quale corsa è dilatata. Sistema pneumatico. R vincolo e sulla resistenza e durata del tubo flessibile.

CILINDRI CON ANTIROTAZIONE DELL'ASSE

Sono molti perché ci sono organi di presa movimentati da cilindri che devono trasferire i pezzi conservandone l'orientamento.

Nei cilindri pneumatici visti finora, la struttura, dello stampo e dello stelo è assialsimmetrica per cui non vi sono vincoli che impediscano piccole rotazioni attorno all'asse dello stelo. Una rotazione di questo genere si occupa quasi normalmente al modo di scorrimento e viene favorita da un corico non perfettamente centrato o da forze resistenti non simmetriche.

I cilindri con antirotazione possono essere realizzati in modo diverso, in relazione anche al modo del movimento torcente da sopportare.

• cilindri con asta ^{max} circolare

Utilizziamo aste e relativi supporti con una forma che garantisca l'antirotazione (semplici, quadrata, lobata); in ogni caso gli spigoli sono arrotondati per evitare punti angolosi con concentrazioni di sollecitazioni e per facilitare lo scorrimento sulle guarnizioni.

• cilindro con asta filettata

DI SE FINE

In figura si osserva un cilindro con asta filettata. Esso è un cilindro a semplice effetto e la sua asta è stata filettata in modo da ricavare una sede di riscontro con la corrispondente bruciatura di guida (o sx in figura). A dx sezione dello stelo.

• cilindro con asta gemellata

Si utilizzano due aste in parallelo, in modo da assumere una funzione sia di spinta che di guida. Questi cilindri prevedono una piastrina di collegamento tra le aste per assicurare gli organi movimentati. Costano di più, vanno bene per sistemi del tipo a scappo, con coppie torcenti alte.

DI SE FINE