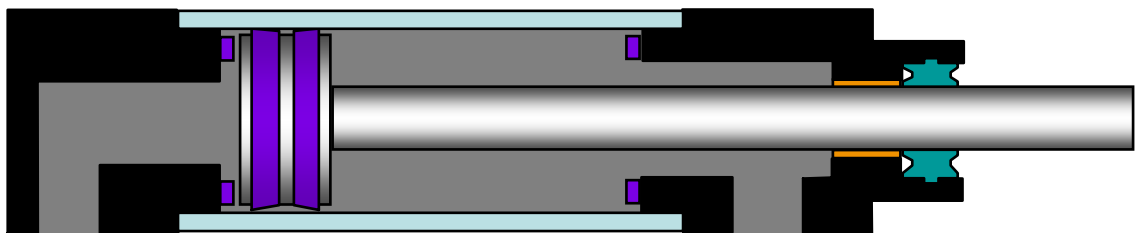


Crèdit 9

Temari

Instal·lacions Elèctriques, Pneumàtiques i Hidràuliques



Índex

1. Introducció a la teoria de l'aire.....	2
2. Producció d'aire comprimit.....	4
3. Tractament de l'aire comprimit.....	8
4. Instal.lació de xarxes d'aire comprimit.....	12
5. Elements de la pneumàtica	18
6. Simbologia pneumàtica.....	23
7. Electropneumàtica	26
8. Els detectors de proximitat	31
9. Autòmats programables.....	35
10. Els manipuladors	43
11. El Grafcet	46
12. Productes per a sistemes de seguretat en pneumàtica	50
13. Tècniques de manteniment pneumàtic	55
14. Manteniment d'alimentació pneumàtica	59
15. Manteniment de cilindres	62
16. Manteniment de vàlvules	64

1. INTRODUCCIÓ A LA TEORIA DE L'AIRE

QUE ÉS LA PNEUMÀTICA?

La tècnica que tracta l'aprofitament de les propietats que té l'aire comprimit.

Propietats de l'aire comprimit.

- *Fluïdesa*: no ofereix cap tipus de resistència al desplaçament.
- *Compressió*: un gas es pot comprimir en un recipient tancat augmentant la pressió.
- *Elasticitat*: la pressió exercida en un gas es transmet amb igual intensitat en totes les direccions ocupant tot el volum que l'engloba.

Composició per Volum	
Nitrogen	78.09% N ₂
Oxigen	20.95% O ₂
Argó	0.93% Ar
Altres	0.03%

Composició de l'aire.

- L'aire que respirem és elàstic, comprímbil i fluid.
- Done'm per fet que l'aire omple tot l'espai que el conté.
- L'aire és compost bàsicament de nitrogen i d'oxigen.

Pressió atmosfèrica.

- La pressió atmosfèrica és causada pel pes de l'aire sobre nosaltres.
- La pressió és menor quan pugem a una muntanya i més gran al baixar a una mina.
- La pressió varia amb les condicions atmosfèriques.

Atmosfera standard.

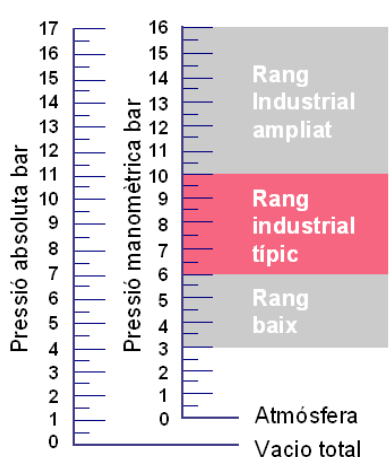
Una atmosfera Standard és definida per l'Organització Internacional d'Aviació Civil com la pressió i temperatura que hi ha a nivell del mar, que és de 1013,25 milibar a 288 graus Kelvin (15OC).



Atmosfera i buit.

- La potència de la pressió atmosfèrica és evident en la indústria de manipulació on s'utilitzen ventoses i equips de buit.
- El buit s'aconsegueix evacuant tot l'aire d'un lloc determinat.

AIRE COMPRIMIT INDUSTRIAL



- Les pressions es donen en BAR o ATM (relatius a la pressió atmosfèrica).
- El zero del manòmetre és la pressió atmosfèrica.
- S'assumeix per a càlculs ràpids que 1 atmosfera equival a 1.000 mbar.
- En realitat 1 atmosfera equival a 1.013 mbar.

PRESSIÓ

- $P = F / s$ (La pressió és igual a la força dividit per la superfície)

Unitats de pressió

Existeixen diverses unitats de mesura de pressió. Aquí mostrem algunes unitats i les seves equivalències:

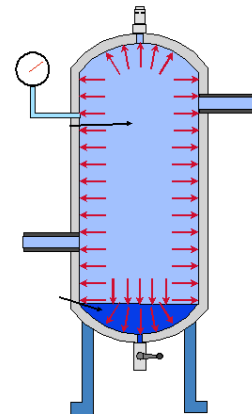
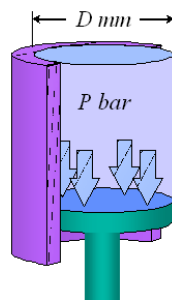
- 1 bar = 100.000 N/m²
- 1 bar = 1,019 kgf/cm²
- 1 bar = 1,093 Atm

$$1\text{bar} = 1\text{Kgf/cm}^2 = 1\text{Atm}$$

Pressió i força

- L'aire comprimit exerceix una força d'igual valor en totes les direccions de la superfície del recipient que el conté.
- El líquid en un recipient serà pressuritzat i transmès amb igual força.
- Per a cada bar del manòmetre, s'exerceixen 10 Newtons de força sobre cada centímetre quadrat.
- La força que es desenvolupa sobre un pistó deguda a la pressió de l'aire comprimit és l'àrea o superfície efectiva multiplicada per la pressió:

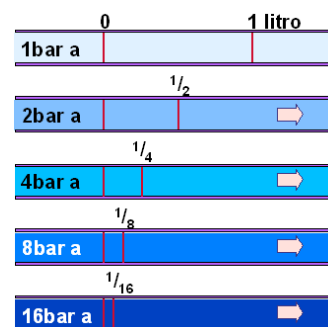
$$F = P \cdot S \quad (\text{Newton})$$



CABAL D'AIRE

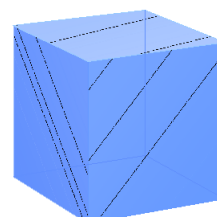
Cabal d'aire lliure

- L'espai entre las barres representa el volum real que ocupa un litre d'aire lliure a la seva respectiva pressió.
- Es pot observar que a l'augmentar la pressió disminueix el volum.
- A més pressió la velocitat també serà més gran.



Cabal d'aire comprimit

- El cabal es mesura com el volum d'aire lliure que circula per unitat de temps.
- Les unitats més usuals són:
 - Litres per segon l/s , o decímetres cúbics per segon dm^3/s
 - Metres cúbics per minut m^3/min



2. PRODUCCIÓ D'AIRE COMPRIMIT

INTRODUCCIÓ.

L'aire que subministrem a una instal·lació pneumàtica haurà de reunir unes característiques particulars (algunes vàlides per a totes les instal·lacions, altres d'un ús molt concret).

Primer de tot, l'haurem de comprimir. Ens caldrà doncs una unitat de producció d'aire comprimit (compressor). Seguidament l'adequarem a la instal·lació. Es a dir, el condicionarem, dotant-lo de les característiques desitjades pel seu ús. Finalment ens caldrà transportar-lo. Per tant *conduïrem l'aire comprimit* amb canonades adequades fins els punts d'utilització.

EL COMPRESSOR.

La funció d'un compressor pneumàtic és la d'aspirar l'aire a pressió atmosfèrica i comprimir-lo a una pressió més elevada. Hi ha tres factors que determinen als compressors:

1. Característiques tècniques:

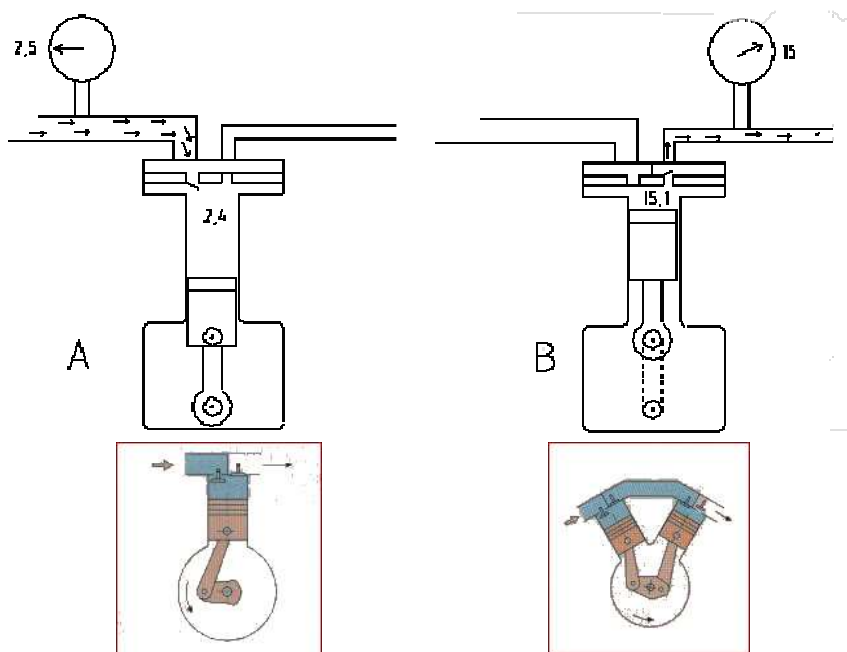
- El cabal subministrat en N·l/min (compressors petits) o en Nm³/min
- La relació de compressió, es a dir la pressió màxima, kp/cm².

2. Pressió de treball:

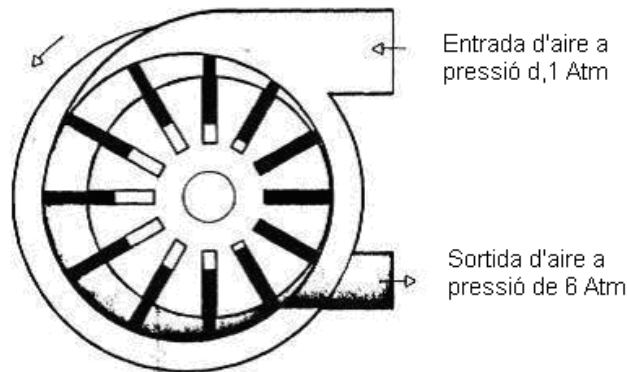
- Compressors d'una etapa per a pressions fins a 10 bar.
- Compressors de dos etapes per a pressions de 50 bar.
- Compressors de tres i quatre etapes per a pressions fins a 250 bar.

3. Tecnologia que fan servir per a comprimir:

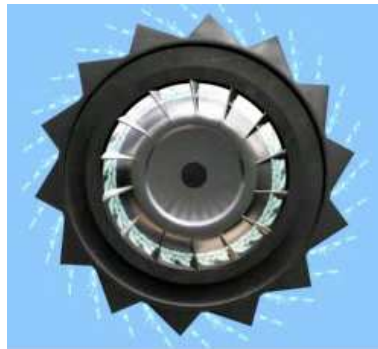
- Compressors de pistó. Són els més difosos. Es construeixen de baixa mitjana i alta pressió. L'aire aspirat pel pistó en la cursa descendent penetra en la cambra de compressió a través de la vàlvula d'admissió i és immediatament comprimit. En la cursa ascendent es tanca la vàlvula d'admissió i s'obre la vàlvula de sortida cap el circuit. Durant el treball de compressió es desprèn calor, la qual cosa obliga a refrigerar el cilindre de manera proporcional a la quantitat de calor produïda. Els compressors de pistó seran arrossegats per motors elèctrics o per motors de combustió interna.



Compressors rotatius. Subministren pressions més baixes que els de pistó, però més elevades que els compressors centrífugs. En canvi el volum d'aire que subministren per unitat de temps es més gran que el dels compressors de pistó, però més petit que el dels compressors centrífugs. Els compressors rotatius poden ser de paletes o de rosca. Els de paletes estan formats per un rotor al qual van unides les paletes. L'eix d'aquest rotor serà excèntric respecte de l'estator. Durant la rotació, els espais lliures entre les paletes i el cos del rotor modifica el seu volum, produint el subministrament de pressió.. Les principals avantatges d'aquets tipus de compressors són: el subministrament d'aire continu i funcionament silencios.



- Compressors centrífugs. La compressió de l'aire es produeix utilitzant un rodets que gira molt ràpidament. El rodets comunica una velocitat elevada i una pressió determinada a les partícules de l'aire. La pressió generada en aquests compressors no es molt elevada, seran necessaris varis rodets per a obtenir pressions de 6 bar. En canvi els compressors centrífugs poden subministrar grans volums d'aire. Una altra avantatge sobre els compressors de pistó és que els centrífugs son accionats directament per una màquina ràpida com un motor elèctric o una turbina de gas, mentre que els altres necessiten una transmissió reductora.



ELECCIÓ D'UN COMPRESSOR.

L'elecció del compressor ve donada per les necessitats de la instal·lació pneumàtica. Els paràmetres fonamentals a considerar són:

- a. El cabal aspirat
- b. La pressió de sortida.

Altres condicionants:

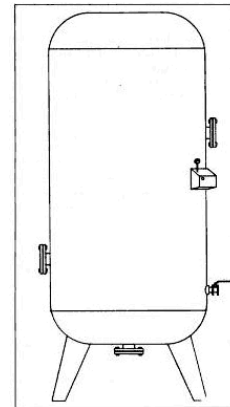
- Per aplicacions d'automatització de petits pistons es requereixen cabals moderats a pressions mitjanes, els compressors més indicats són normalment els de pistó.
- La pressió que es necessitaria en una instal·lació hauria de ser superior en 2 o 3 bar a la pressió necessària en els pistons o actuadors, per tal de poder garantir la pressió a tota la instal·lació.
- Generalment, quan s'ha decidit la pressió ja queda definit el tipus de compressor, d'una o dues etapes.
- S'ha de tenir en compte que els compressors més lents, per tant de més cilindrada per a un cabal donat, són més cars però tenen una vida més llarga i a més a més tenen millor rendiment.
- Un altre factor a tenir en compte és el motor que fa girar el compressor i el seu sistema de control, generalment solen ser motors elèctrics.

ELEMENTS COMPLEMENTARIS EN EL FUNCIONAMENT DELS COMPRESSOS

Dipòsit. Instal·lant un dipòsit en una instal·lació d'aire comprimit aconseguirem:

- Amortitzar les pulsacions de cabal de sortida dels compressors.
- Permetre que els motors d'arrossegament dels compressors no estiguin treballant de manera continua, sinó intermitent.
- Fer front a les demandes punta de cabal sense que provoquin caigudes de pressió a la xarxa.

Els dipòsits són cilíndrics, generalment de xapa d'acer, i duen diversos accessoris com un manòmetre, una vàlvula de seguretat i una clau de purga per tal d'alliberar els líquids condensats. Els dipòsits per a petits compressor van en sentit horitzontal sota el compressor i per a grans cabals solen anar separats i muntats verticalment.

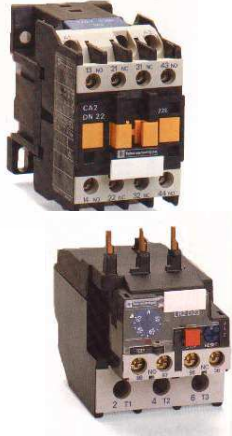


Motors elèctrics:

- Motors monofàsics: per a petits grups compressors i per a grups portàtils.
- Motors trifàsics: per a compressors industrials i de compressió elevada.

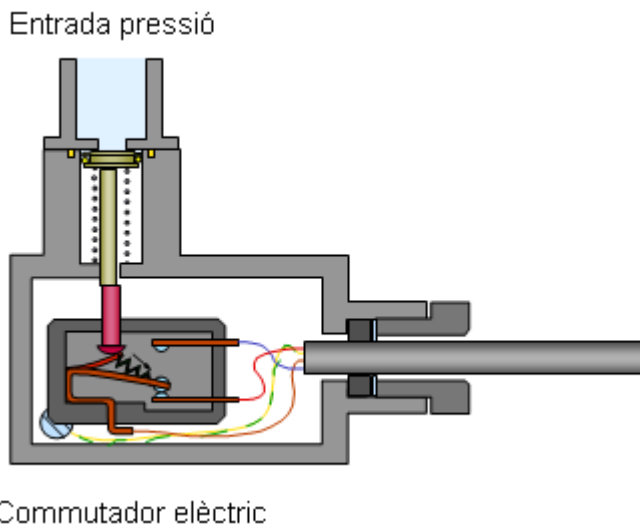


Comandament elèctric. El comandament elèctric estarà format per un guardamotor que disposarà d'un contactor electromagnètic i un relé tèrmic de protecció de sobrecàrregues.



Pressòstat. És un element indispensable en el funcionament d'un compressor, la seva funció és controlar el circuit d'aire en funció de la pressió existent en el mateix. Quan s'arriba a un valor màxim de pressió desconnecta el circuit, i quan arriba a un nivell mínim el connecta. Està compost per :

- un contacte elèctric NO i un altre de NT. També pot estar format per un commutador.
- una entrada d'aire per a connectar-la al circuit principal i d'aquesta forma controlar els canvis de pressió.



3. TRACTAMENT DE L'AIRE COMPRIMIT

INTRODUCCIÓ.

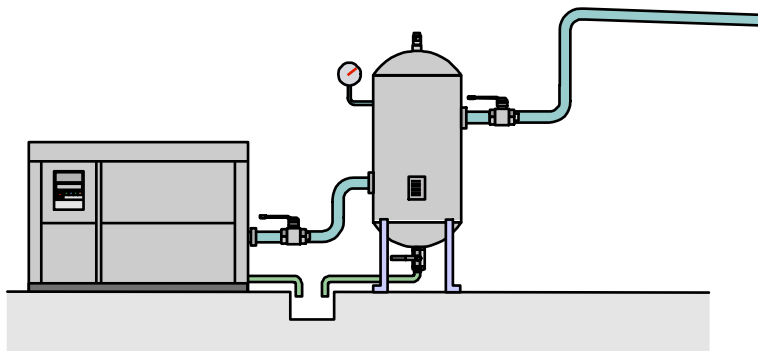
Quan l'aire es comprimeix la seva temperatura puja considerablement. El vapor d'aigua que conté l'aire (humitat relativa) es concentra i és transportat, pel procés de compressió, en forma de vapor a alta temperatura. Quan l'aire es refreda, l'aigua es condensa i s'obté aire comprimit molt humit. En el procés de compressió també hi haurà partícules sòlides en forma de fragments, oli de lubricació cremat del compressor i brutícia inhalada de l'aire extern.

La preparació de l'aire comprimit consisteix en reduir la temperatura, evacuar l'aigua i els sòlids, controlar la pressió i en molts casos afegir lubricant.

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'AIRE COMPRIMIT.

El rang de mides dels compressors va des de menys d'1 l/s, amb FRL o sense ella, fins a les instal·lacions de múltiples compressors que generen centenars de m³/h d'aire comprimit. Les mides es defineixen de la següent forma:

- Compressors petits: fins a 40 l/s i potència elèctrica de no més de 15 kW.
- Compressors mitjans: entre 40 i 300 l/s i potència elèctrica d'entre 15 i 100 kW.
- Compressors grans: qualsevol per damunt del límit mitjà.



Ubicació del compressor.

Quan l'aire es comprimeix es produeixen altes temperatures, i és important una refrigeració eficient.

La sala del compressor ha d'estar ben ventilada i ubicada al costat del mur exterior que mira al nord (obaga).

El filtre d'entrada ha d'aspirar només aire net i sec, lluny de fums del parc de vehicles a motor; fums de dissolvents de la planta de pintura, forns, o qualsevol tipus de contaminació. També cal evitar ubicacions on l'aire pugui tenir humitat alta, per exemple al costat de rius o canals.

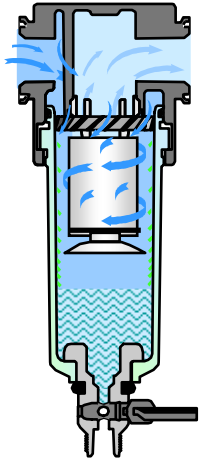
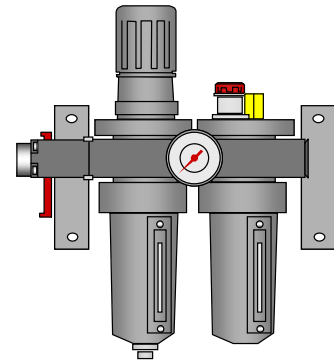
Evitar ubicacions on el vent arrossegui pols, grava o brutícia...

Unitat de condicionament. FRL's

Per FRL s'entén un filtre, un regulador, un manòmetre i un lubricador els quals, es connectaran un darrera de l'altre formant una unitat que prepararà les condicions de l'aire comprimit just abans de ser utilitzat en el circuit de treball.

La FRL ha de garantir que el subministrament d'aire sigui net i sec, que la pressió tingui el valor adequat i que fines partícules d'oli siguin arrossegades per l'aire per a lubricar vàlvules, cilindres i eines.

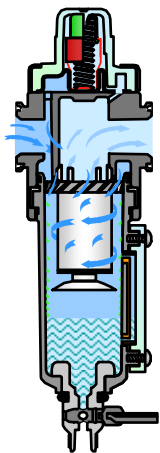
Una forma adequada de combinar aquests components es utilitzant un sistema modular com el de la figura.



Filtre (principi general). El filtre és un element que acumula i separa contaminants. Unes paletes angulades fan voltejar l'aire quan entra al dipòsit del filtre, les gotes d'aigua i partícules sòlides es desplacen cap a les parets del dipòsit i cauen al fons, mentre que l'aire net entra al filtre i surt cap el circuit de treball. Un cartutx filtrant atrapa les partícules sòlides petites. Hi ha dos tipus de filtres

1. *Filtre amb purga manual.* És necessari fer inspeccions visuals diàries per assegurar que el nivell d'aigua contaminada no agafi el nivell suficient per arribar al cartutx filtrant i embossar-lo.

Un quart de volta a l'aixeta situada a la part inferior de la vàlvula, permet expulsar els contaminants sota pressió.

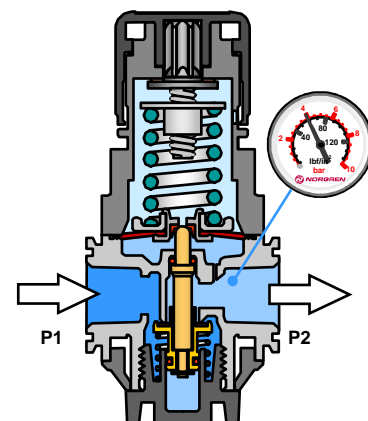


2. *Filtre amb indicador de solatge.*

A mesura que l'element filtrant s'obtura el caudal de sortida disminueix. La diferència de pressió que es produeix, entre entrada i sortida del filtre, actua sobre un element mòbil que fa pujar un manigueta de color vermell. Aquest manigueta comença a ser visible a partir dels 0,3 bar diferencials, i cobreix completament un altre manigueta de color verd, que indica el funcionament correcte, quan arriba a 1 bar diferencial. Aleshores cal substituir el cartutx filtrant o netejar-lo.

REGULADOR DE PRESSIÓ.

Els circuits primaris de pressió (P1) tenen oscil·lacions en el subministrament d'aire, la qual cosa podria modificar el comportament de les vàlvules o els temps de recorregut dels cilindres. La funció dels reguladors és la d'assegurar una pressió constant en el circuit secundari (P2) i reduir la pressió d'alimentació (P1) a un valor adequada de treball (P2).

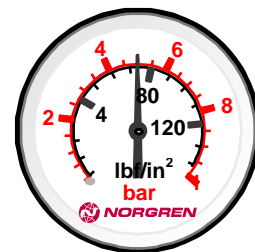


Un exemple seria:	Pressió d'entrada	7 bar.
	Pressió de treball dels receptors	5 bar.
	Pressió del circuit de comandament	3 bar.

MANÒMETRE.

El manòmetre és un instrument que mesura el valor de pressió existent en un circuit pneumàtic o hidràulic. Té una sola entrada.

El manòmetre més utilitzat és el de *Bourdon* basat en la modificació de la forma d'un tub espiral metàl·lic, col·locat de tal forma que un dels seus extrems és fix i obert i l'altre mòbil i tancat. La pressió és mesurada pel moviment de l'extrem tancat, quan l'aire és en contacte amb l'extrem obert.



LUBRICACIÓ.

Per a un moviment eficaç dels components pneumàtics i una llarga vida de juntes i superfícies pesants és necessari lubricar correctament.

On s'utilitzi aire sense lubricar, és fa necessari prelubricar al muntar la instal·lació, d'aquesta forma la durada dels components s'allargarà.

Els millors resultats s'aconsegueixen aplicant contínuament una lubricació lleugera amb lubricadors situats a la línia principal d'aire. Això proporciona a les vàlvules, cilindres i accessoris les proporcions i freqüències d'oli que necessiten.

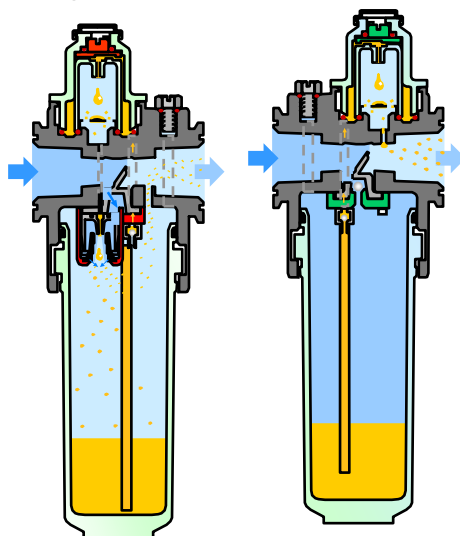
Un altre sistema en xarxes molt complexes seria el fet de col·locar FRL's en diferents punts.

En un lubricador les gotes d'oli s'atomitzen i formen una fina boira a l'aire que alimenta als diferents receptors.

La quantitat d'oli subministrat s'ajusta automàticament quan el caudal d'aire canvia. El resultat és una lubricació de densitat constant.

Hi ha dos tipus principals de lubricadors:

- *Oil Fog (codificat verd)*. És un lubricador d'alta aportació d'oli. També és adequat per a lubricar a distàncies curtes en eines pneumàtiques, motors pneumàtics, cilindres grans etc.
- *Micro Fog (codificat vermell)*. És el tipus de lubricador més àmpliament aplicat. L'oli està molt més polvoritzat que en l'anterior lubricador, donat que s'utilitza per a lubricar a grans distàncies, on l'oli ha de passar a través de camins difícils



Contraindicacions de la lubrificació.

- Es presenten pertorbacions de funcionament per elements lubricats excessivament.
- L'aire que conté oli empitjora l'atmosfera en els llocs de treball.
- Hi ha efectes de resinificació en les instal·lacions després d'aturades prolongades.
- És difícil ajustar correctament el lubricador.
- Només s'hauria de lubricar en cassos especials, cilindres de gran diàmetre, moviments de cursa ràpids.
- Els cilindres petits no caldria lubricar-los.

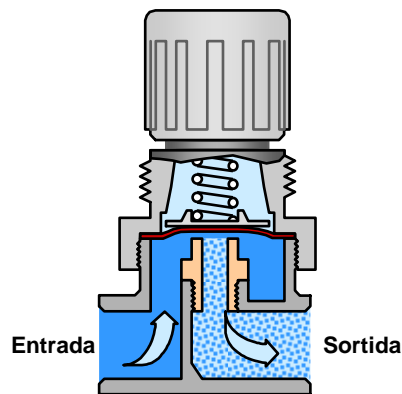
VÀLVULES LIMITADORES DE PRESSIÓ.

La funció d'aquestes vàlvules és la d'evitar sobrepressions en el circuit de treball dels diferents elements receptors pneumàtics.

Funcionament: La força d'una molla evita que l'aire a pressió, en condicions normals de funcionament, aixequi una membrana que activa una vàlvula de seguretat que deixaria sortir l'aire cap a fora.

Una excessiva pressió aixecarà la membrana i obrirà la vàlvula, que descarregarà la pressió d'aire sobrant cap l'exterior.

Quan la pressió caigui per sota del valor de desplaçament de la membrana, la molla tanca la vàlvula i el circuit es normalitza.



4. INSTAL·LACIÓ DE LES XARXES D'AIRE COMPRIMIT

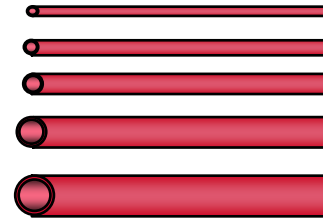
INTRODUCCIÓ.

L'aire comprimit produït per un compressor i convenientment condicionat, ha d'arribar als diferents punts de consum en les condicions més adequades per tal d'evitar pèrdues o alteracions. Per a garantir una distribució correcta s'han d'observar una sèrie de punts que poden ajudar a una correcta instal·lació i funcionament:

- Dimensionat de les xarxes.
- Resistència al pas d'aire.
- Material utilitzat.
- Col·locació de canonades.

Dimensionat de les xarxes. En tota nova instal·lació d'aire comprimit sempre s'ha de tenir en compte:

- El cabal d'aire.
- La longitud de les canonades.
- La pèrdua de pressió (admissible) la pressió de servei i quantitat d'estrangulaments a la xarxa.
- Una possible ampliació de xarxa.



Per aquest motiu, el diàmetre resultant del càlcul d'una instal·lació pneumàtica s'ha de veure incrementat en un percentatge determinat. Els taps cecs i les vàlvules de tancament facilitaràn aquesta operació.

Els diàmetres de les canonades s'identifiquen pel seu diàmetre exterior.

El rang de dimensions mètriques és de 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 22, 28 mm .

El rang de dimensions en polzades és d'1/8 , 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4.

Resistència al pas d'aire. En tota instal·lació s'originen pèrdues per resistència de flux d'aire. Es considera **resistència de flux** a les reduccions de diàmetre del tub, colzes, reduccions, ramificacions i accessoris. Aquestes pèrdues han de ser compensades pel compressor i, com ha estat ideal, s'ha de procurar que en tota la xarxa la pressió perduda no superi els $\pm 0,1$ bar. Qualsevol desviament de la canonada o pertorbació provocarà una resistència i la consegüent pèrdua de pressió. Això no es pot evitar, però sí que es pot reduir la seva influència a la instal·lació mitjançant la col·locació favorable de les conduccions, material adequat i col·locació correcta dels accessoris. Per a reduir l'efecte d'aquests últims, hi ha una taula que ens indica les longituds equivalents per a suplir les pèrdues provocades pels diferents accessoris.



	Longitud de tub a afegir al total			
	Diàmetre interior mm			
	25	40	50	100
Vàlvula de tancament	3-6	5-10	7-15	15-30
Colze	1,5	2,5	3,5	7
Colze arrodonit	0,3	0,5	0,6	1,5
Peça T	2	3	4	10
Peça reductora	0,5	0,7	1	2,5

Materials utilitzats per a conduccions. L'elecció del material adequat és determinat per les exigències que s'imposen a una moderna xarxa d'aire comprimit:

- Pèrdues baixes.
- Absència de fuites.
- Resistència a la corrosió.
- Possibilitat d'ampliació.

Els materials més utilitzats són els següents:

- Coure.
- Plàstic.
- Tub d'acer estirat, soldat o zincat.
- Tub de material sintètic.



Tub flexible



Tub flexible espiral



Tub rígid

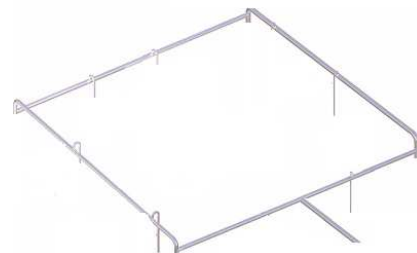
A l'escollir el material adequat, a més del preu per metre de longitud, s'han de tenir en compte les despeses d'instal·lació que, en cas dels plàstics, és la més barata. Els tubs de plàstic poden enganxar-se amb una estanquitat absoluta.

Els tubs de coure, acer i ferro són més barats als comprar-los, però s'han de soldar i unir amb rosques, de manera que dintre del sistema poden entrar encenalls (virutas), partícules de soldadura o qualsevol altre element si no es treballa de forma correcta.

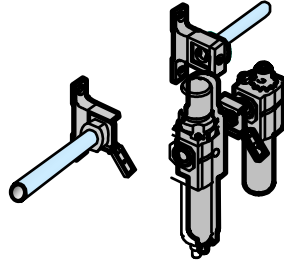
Quan s'hagi de treballar amb diàmetres petits o mitjans, els tubs de plàstic superen a altres materials en quan a preu d'adquisició, muntatge, manteniment i possibilitat d'ampliació.

Col·locació de canonades. Juntament amb el correcte dimensionat i la qualitat del material, és imprescindible per un bon funcionament de la instal·lació, una correcta col·locació de les canonades.

- *Disposició en anell de la instal·lació.* L'aire comprimit arriba del compressor a la xarxa de distribució a intervals (a pistonades), això pot comportar alteracions en el subministrament de l'aire, per aquest motiu s'aconsella que la xarxa estigui feta en forma d'anell, és a dir, sense principi ni final, d'aquesta forma es garanteix una pressió suau i constant.



- Oscil·lacions.** Les oscil·lacions de pressió a la xarxa exigeixen una fixació estable de les conduccions, per tal d'evitar fuites en llocs roscats i soldats. En el dibuix es poden veure suports per a paret de subjecció ràpida i adaptadors de connexió para a fixar canonades rígides. Las unitats poden unir-se i lliscar per la canonada. També es poden traure ràpidament i fàcil per al seu manteniment o substitució sense haver d'actuar sobre la canonada.

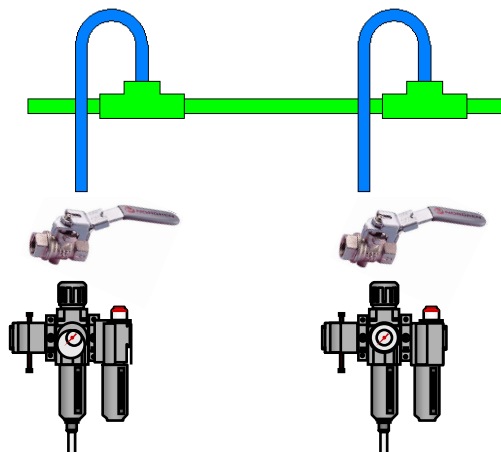


També es disposarà d'elements de subjecció adequats, com ara abraçadores per a tubs rígids o brides per a subjectar elements mòbils o tubs flexibles.

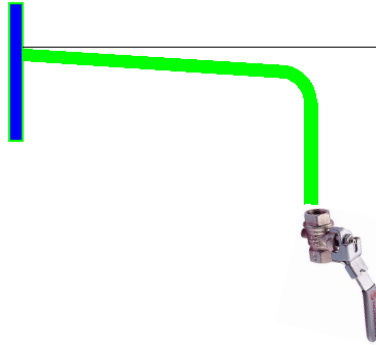


- Divisió de la xarxa.** Per a facilitar el manteniment, reparacions o ampliacions de la xarxa sense alterar el funcionament normal, convindrà subdividir la xarxa en parts diferenciades amb ramificacions i derivacions aïllades entre elles mitjançant vàlvules de comporta.

Per a protegir les instal·lacions secundàries de l'aigua condensada provinent de la instal·lació principal, s'han de fer les derivacions en capçalera una unitat FRL per tal que protegeixi sentit ascendent, per a baixar després cap a aquestes instal·lacions, a les quals se'ls posarà a la els cilindres.



- *Evacuació dels condensats.* Malgrat les proteccions que es disposen al principi de tota xarxa d'aire comprimit (filtres), en els trams on la instal·lació és paral·lela al sostre, caldrà inclinar la canonada entre l'1 i el 2 %, d'aquesta forma aconseguirem que la possible condensació d'aigua arribi fins al final de la instal·lació, on hi haurà una baixada per a purgar l'aigua mitjançant una vàlvula comporta de bola.



ELEMENTS SECUNDARIS DE LES INSTAL·LACIONS D'AIRE COMPRIMIT.

Distribuïdor. Per a una presa ràpida i senzilla d'aire comprimit s'instal·la al final un acoblament per endoll o un bloc de distribució proveït d'acoblements. Els tubs s'endollen fent pressió, sense necessitat d'elements roscats



Silenciador. L'aire acumulat en l'interior dels cilindres surt cap a l'exterior mitjançant els escapaments. El soroll que es produeix en l'escapament és força desagradable amb un valor de freqüència màxima de 4 KHz, considerada molesta per a l'orella humana.

En les instal·lacions sense silenciador s'arriba a un nivell de soroll de 110 dB, si a aquest soroll sumem el que poden arribar a efectuar moltes vàlvules, el nivell total de pressió sonora és molt elevat.

Els silenciadors són elements que permeten obtenir una caiguda important de pressió a la seva sortida, amortint el soroll de l'escapament, a més són elements que serveixen de filtre per a l'oli que hi ha en la xarxa i les possibles micropartícules que pugui haver-hi.



Derivacions “T”. Les T són accessoris indispensables per al complement de tota instal·lació pneumàtica, la seva funció és la de realitzar derivacions de xarxes principals a secundàries o fins i tot entre xarxes secundàries... Hi ha diversos tipus de T entre les quals destaquem:

- *T a pressió*, on el tub s'introdueix fent pressió sobre la boca de la T.
- *T mixta*, on el tub s'introdueix fent pressió en dos dels costats, mentre que un tercer anirà roscat.
- *T endollable*, on el tub s'introdueix lliscant sobre les boques, i posteriorment caldrà posar abraçadores.



Ràncords. Són elements d'empalmament de les canonades, serveixen per a prolongar una instal·lació (1), per a realitzar connexions mixtes (2), o colzes mixtes (3) o també es poden incloure les reduccions (4).



1



2

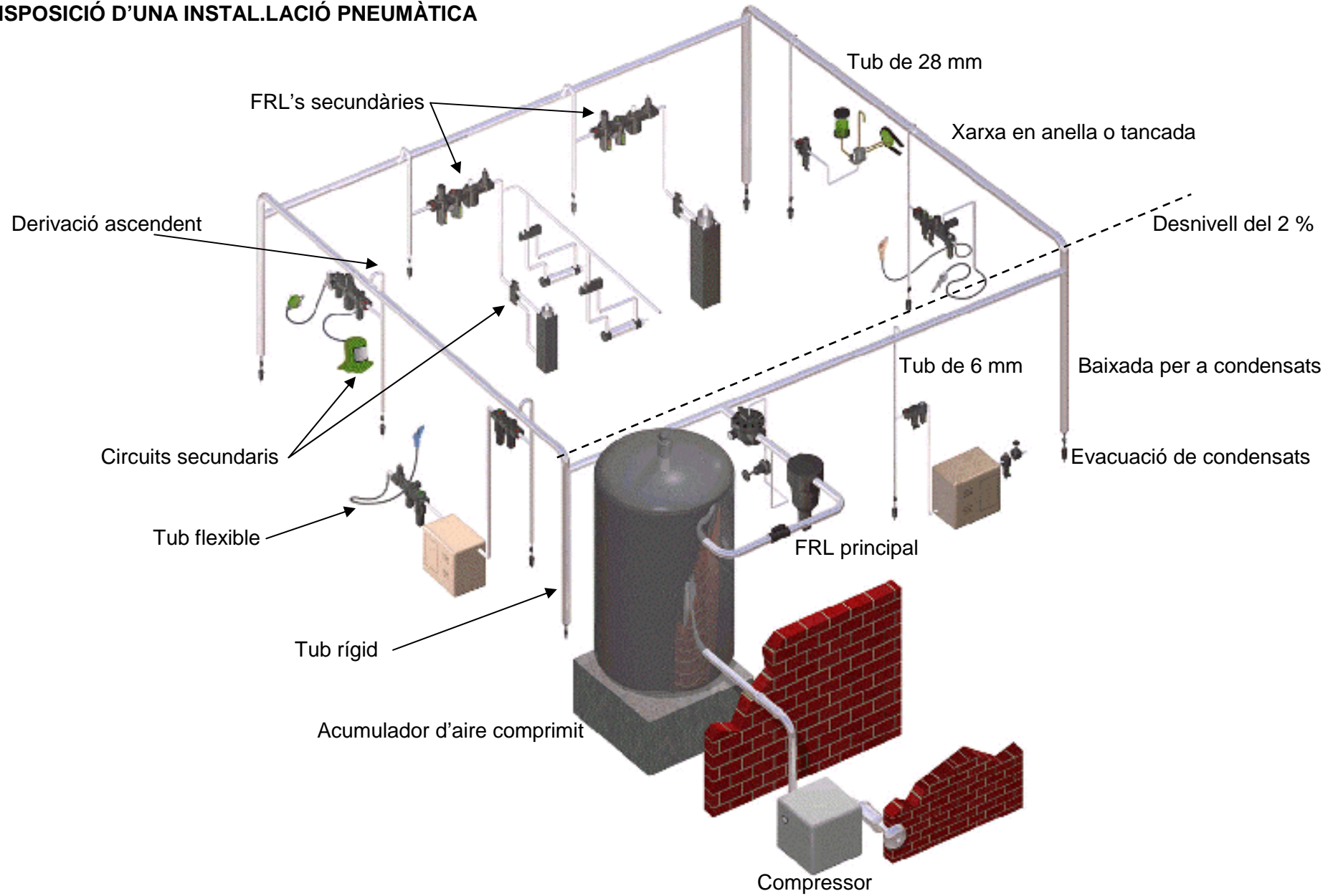


3



4

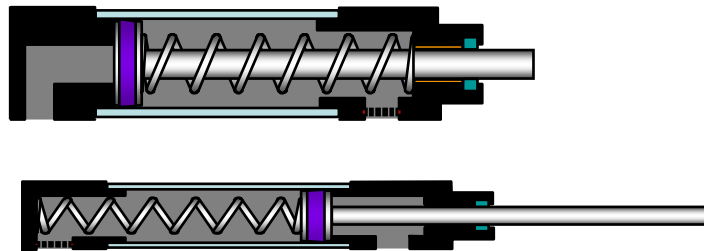
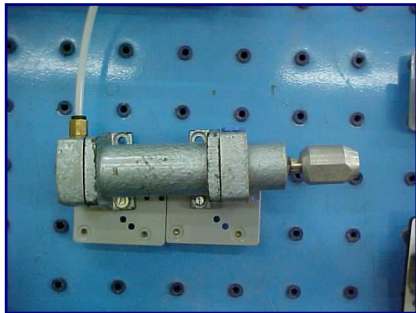
DISPOSICIÓ D'UNA INSTAL·LACIÓ PNEUMÀTICA



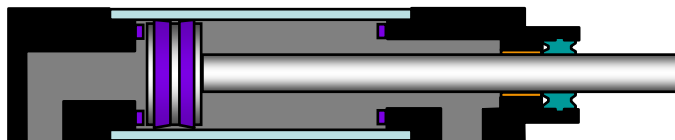
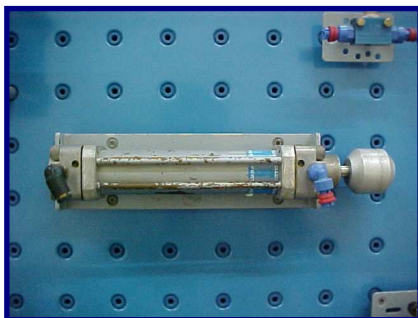
5. ELEMENTS DE LA PNEUMÀTICA

ACTUADORS.

Cilindre de simple efecte. El cilindre de simple efecte amb molla de retorn té una sola entrada d'aire la qual, en el moment de rebre la pressió del circuit, mou el pistó cap a l'exterior, donat que té més força que la molla. Quan deixa d'haver pressió en l'interior, la molla fa que el pistó torni endarrera, recuperant el seu estat inicial.

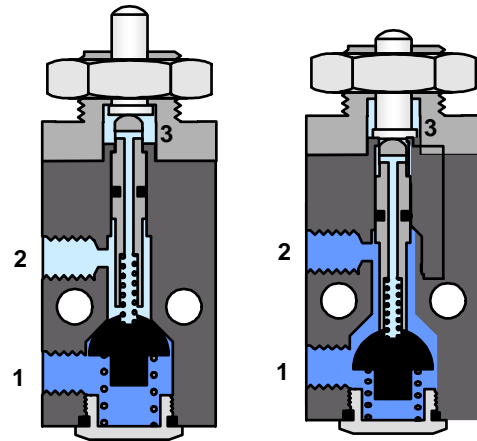
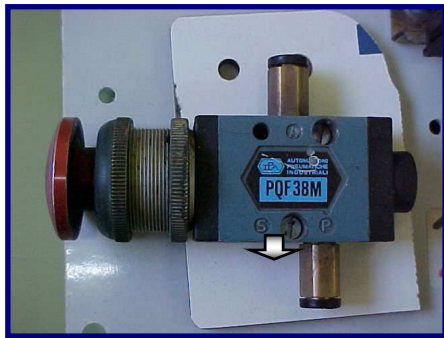


Cilindre de doble efecte. El cilindre de doble efecte té dues entrades d'aire, una per a fer sortir el pistó i l'altra per a fer-lo entrar. La diferència amb l'anterior cilindre, és el fet que aquest no té molla de retorn, i el pistó es queda sempre en l'últim lloc que se l'ha deixat, amb la qual cosa es diu que el cilindre de doble efecte té memòria.

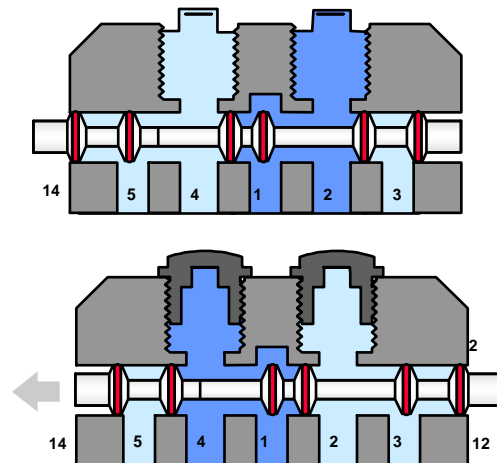


OPERADORS.

Vàlvula 3/2 de polsador. Aquesta vàlvula està formada per una entrada de pressió 1 (P), una sortida 2 (A) i un escapament 3(S). També consta de dues posicions de funcionament. Quan la vàlvula està tancada, l'entrada de pressió 1 està bloquejada. Quan es prem el polsador, l'entrada 1 es connecta amb la sortida 2, i el pistó del cilindre de simple efecte es desplaçarà. Quan es deixi el polsador, l'entrada 1 es tancarà, i la pressió emmagatzemada en l'interior del cilindre sortirà cap a l'exterior gràcies a la connexió entre la sortida 2 i l'escapament 3.

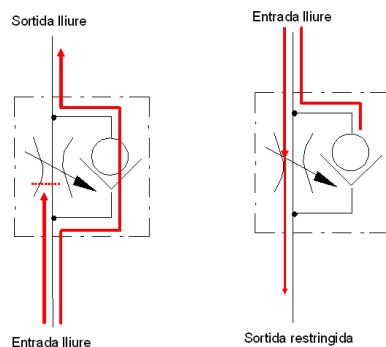
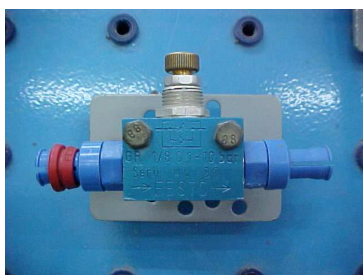


Vàlvula 5/2 de polsador. Aquesta vàlvula està formada per una entrada de pressió 1 (P), dues sortides 2 (A) i 4 (B) i dos escapaments 3(S) i 5 (T). També consta de dues posicions de funcionament. Quan la vàlvula està tancada, l'entrada de pressió 1 està connectada a la sortida 2, amb la qual cosa la pressió manté el pistó del cilindre en l'interior. Quan es prem el polsador, l'entrada 1 es connecta amb la sortida 4, i el pistó del cilindre de doble efecte es desplaçarà. En aquest moment, la sortida 2 es connecta amb la via d'escapament 3 i l'aire acumulat en l'interior s'evaqua. Quan es deixi el polsador, tornarem el pistó al seu estat inicial i la connexió entre la sortida 4 i l'escapament 5 farà que l'aire acumulat en l'interior surti.

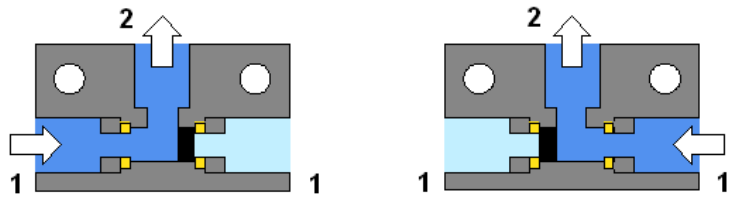
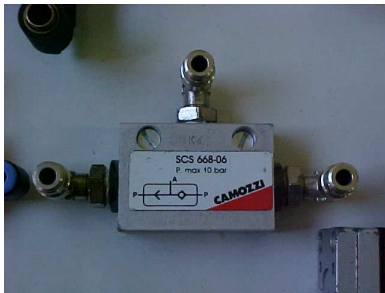


VÀLVULES

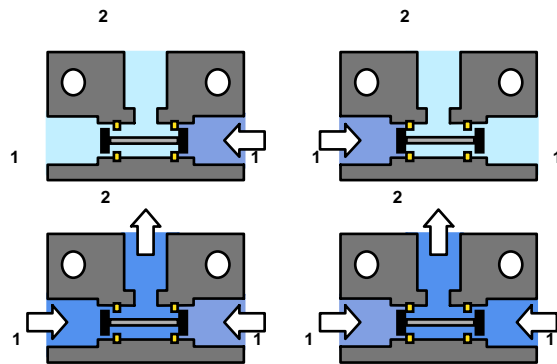
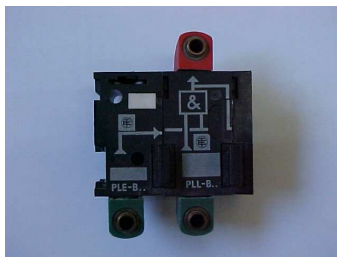
Vàlvula de restricció i antiretorn. Regula el cabal de l'aire ja sigui a la sortida o l'entrada del pistó, preferentment sempre a la sortida. Segons en la posició que es col·loca desenvoluparà una funció determinada:



Vàlvula selectora o paral.lela. Està formada per dues entrades (P) i una sortida (A). S'utilitza per a activar un cilindre des de dos llocs diferents i de forma independent. Podríem comparar aquesta vàlvula a un circuit elèctric format per dos interruptors en paral.lel que activen una bombeta.

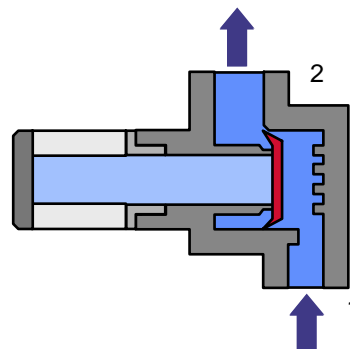
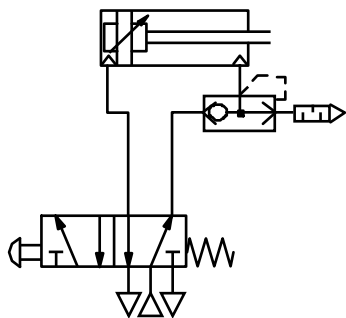


Vàlvula sèrie. Està formada per dues entrades (P) i una sortida (A). S'utilitza per a activar un cilindre des de dos llocs diferents i de forma independent. Podríem comparar aquesta vàlvula a un circuit elèctric format per dos interruptors en paral.lel que activen una bombeta.



Vàlvula d'escapament ràpid. Al contrari de les vàlvules de regulació que limiten el pas de l'aire, el que fan les vàlvules d'escapament ràpid és deixar que l'aire de dintre del cilindre surti sense cap tipus de retenció.

Aquesta vàlvula es posarà a la sortida del cilindre i la utilitzarem quan es vulgui que el pistó d'aquest cilindre entri ràpidament per qüestions de funcionament especial.

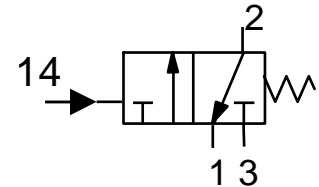


ACTIVACIÓ INDIRECTA DE CILINDRES

Vàlvula 3/2 monoestable. És una vàlvula que a diferència de les de polsador s'activa per un circuit d'aire addicional i el retorn és per molla. Així, en aquesta vàlvula caldrà diferenciar dos circuits diferents:

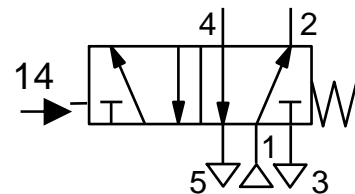
- *Circuit de potència.* És el que s'estableix entre l'entrada de pressió 1 i la sortida 2, la qual farà que s'activi el pistó d'un cilindre de simple efecte.
- *Circuit de comandament.* És el que obrirà el pas pressió d'aire del circuit de potència.

Al prémer un polsador pneumàtic exterior, la pressió d'aire d'un circuit addicional actuarà sobre l'entrada 14, la pressió de la qual farà que s'obri el circuit de potència. Al deixar d'actuar la pressió sobre aquesta entrada, una molla provocarà el tancament del circuit de potència i el retorn del pistó del cilindre al seu estat inicial..



Vàlvula 5/2 monoestable.

El circuit de comandament d'aquesta vàlvula és igual que l'anterior. La variació està en el circuit de potència, el qual actuarà sobre un cilindre de doble efecte. Mentre la vàlvula està en repòs, s'estableix pas d'aire entre l'entrada 1 i la sortida 2 del circuit de potència, mantenint el pistó del cilindre replegat. Quan una pressió exterior actua sobre l'entrada 14 del circuit de comandament, s'estableix pas d'aire entre l'entrada 1 i la sortida 4 del circuit de potència, activant-se el pistó del cilindre.



Vàlvula 5/2 biestable. El circuit de potència d'aquesta vàlvula és igual a la 5/2 monoestable.

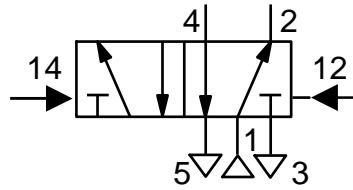
La variació està en el circuit de comandament. A diferència de la vàlvula monoestable, aquesta vàlvula activa el circuit de potència des de dos punts independents.

A l'accionar l'entrada 14 mitjançant una vàlvula exterior, s'estableix pas d'aire entre l'entrada 1 i la sortida 4 del circuit de potència, la qual cosa provocarà la sortida del pistó del cilindre de doble efecte. Encara que la pressió deixi d'actuar sobre l'entrada 14, el circuit de potència no variarà i el pistó restarà a fora.

A l'accionar l'entrada 12 mitjançant una vàlvula exterior, s'establirà pas d'aire entre l'entrada 1 i la sortida 2 del circuit de potència, retornant el pistó al seu estat inicial. Com en el cas anterior, encara que la pressió deixi d'actuar sobre l'entrada 12, el pistó no es mourà.



A aquest tipus de vàlvules biestables se'ls diu que tenen *memòria*, donat que sempre queden aturades a l'últim lloc que se les fa anar.



CANONADES DELS CIRCUITS PNEUMÀTICS.

- *Circuit de potència.* Pel que fa al circuit de potència, el diàmetre del tub anirà en funció de la grandària del cilindre. Normalment s'utilitza tub de 4 a 20 mm. de diàmetre o superior.



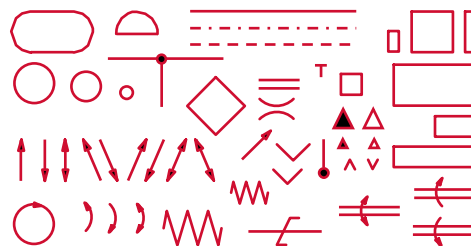
- *Circuit de comandament.* És l'encarregat d'obrir o tancar el pas de les vàlvules, amb la qual cosa la necessitat de cabal i pressió d'aire serà menor que en el circuit de potència. En aquest cas els diàmetres del tub oscil·len entre de 2 a 4 mm de diàmetre, en funció de la grandària de la vàlvula.










6. SIMBOLOGIA PNEUMÀTICA

SÍMBOLS BÀSICS.


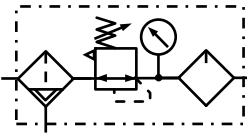


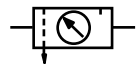

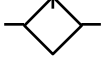
Aquestes formes i línies dibuixades en dimensions proporcionals, constitueixen un joc de símbols bàsics a partir dels quals s'obtenen els símbols pneumàtics i es construeixen els diferents esquemes de funcionament.



Simbologia de línies. Serà la manera d'explicar gràficament el funcionament i disposició de les xarxes de pressió dels circuits pneumàtics.

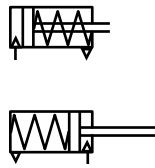
Línia		línia de pressió, retorn.
Traços		Control pilot, purga, filtre.
Traç i punt		Engloba dos o més funcions en una unitat.
Unió		Simple
Unió		Quatre vies
Encreuament		Sense connexió
Línia flexible		S'utilitzen tubs flexibles per a connectar parts en moviment

Simbologia de condicionament d'aire. Són els símbols que formen part de la unitat de condicionament o tractament de l'aire. La numeració per aquests símbols serà: 0.1, 0.2, 0.3...

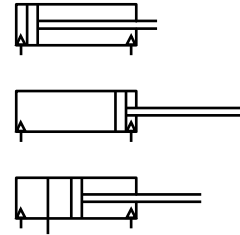
Separador d'aigua amb purga manual		Unitat de FRL combinada	
Separador d'aigua amb purga automàtica			
Filtre amb purga manual		Símbol simplificat de FRL	
Filtre amb purga automàtica			
Lubrificador			

Simbologia de cilindres o actuadors. Són els elements de pressió i s'enumeraran per: 1.0, 2.0, 3.0..., en funció del nombre de cilindres que hi hagi en un mateix circuit.

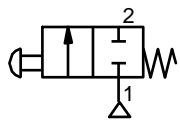
Simple efecte.



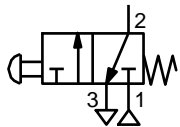
Doble efecte.



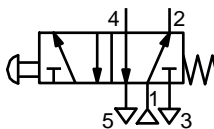
Simbologia de vàlvules manuals. En les representacions esquemàtiques, les vàlvules sempre es representaran en estat de repòs, i es podran identificar les entrades i sortides, així com la vàlvula en sí mateixa.



Vàlvula 2/2



Vàlvula 3/2



Vàlvula 5/2

Identificació de vàlvules manuals

Quan una vàlvula s'utilitza per activar la SORTIDA del pistó, portarà el número del cilindre seguit d'un número parell: 1.2, 1.4, 1.6 o 2.2, 2.4, 2.6.

Quan una vàlvula s'utilitza per activar l'ENTRADA del pistó, portarà el número del cilindre seguit d'un número senar: 1.3, 1.5, 1.7 o 2.3, 2.5, 2.7.

Simbologia d'activació de vàlvules.

Sistema manual

Manual general

Polsador

Estirador

Polsador / estirador

Palanca

Pedal

Pedal amb protecció

Actuador giratori

Sistema mecànic

Botó

Retorn per molla

Rodet

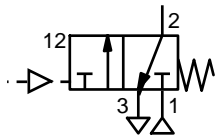
Rodet unidireccional

Pressió

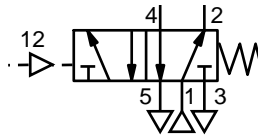
Simbologia de vàlvules activades per pressió d'aire. A l'hora d'accionar aquestes vàlvules es substituirà el sistema manual per un de pressió, la qual cosa significa que hi haurà dos circuits d'aire: el de **comandament** (activació de la vàlvula) i el de **potència** (activació del cilindre). La identificació genèrica d'aquestes vàlvules es farà amb el número del cilindre seguit sempre d'un 1. Ex. 1.1, 2.1, 3.1...

Pel que fa a la numeració del circuit de comandament, s'utilitzarà un 12 per a vàlvules monoestables.

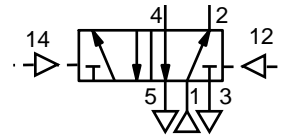
Per a biestables, el 14 per a la sortida del pistó i el 12 pel replegament del mateix.



1.1



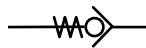
2.1



3.1

Simbologia de vàlvules auxiliars. Las vàlvules auxiliars són aquelles que, sense ser imprescindibles en els circuit pneumàtics, tenen una importància força destacable. La seva identificació dependrà de si actuen sobre la sortida o entrada del pistó.

Vàlvula Antirretorn



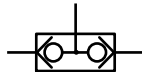
1.02, 1.04... en cas de sortida del pistó
1.03, 1.05... en cas d'entrada del pistó

Regulador de cabal unidireccional



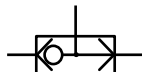
1.02, 1.04... en cas de sortida del pistó
1.03, 1.05... en cas d'entrada del pistó

Vàlvula 'Y'



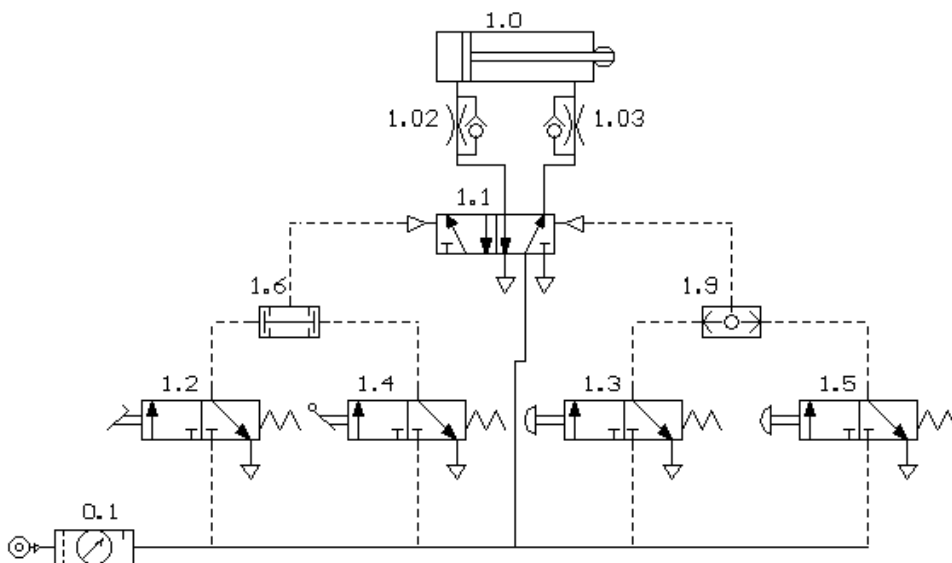
1.2, 1.4... en cas de sortida del pistó
1.3, 1.5... en cas d'entrada del pistó

Vàlvula 'O'



1.2, 1.4... en cas de sortida del pistó
1.3, 1.5... en cas d'entrada del pistó

EXEMPLE DE CIRCUIT AMB NOMENCLATURA

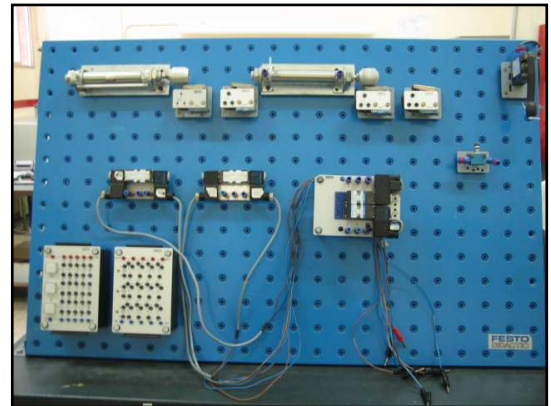


7. ELECTROPNEUMÀTICA

INTRODUCCIÓ.

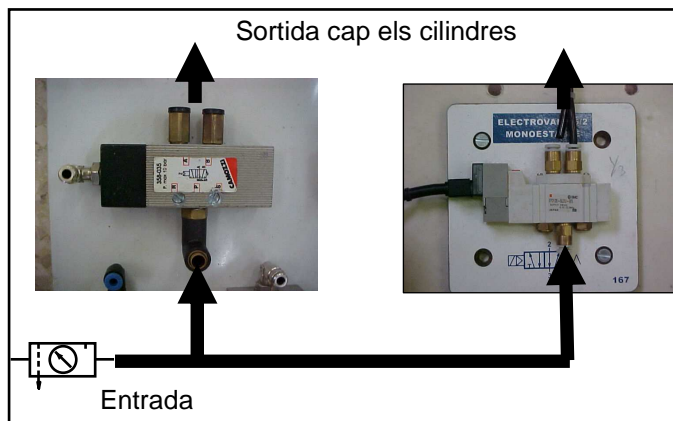
Quan les distàncies a cobrir per les conduccions pneumàtiques són grans, els senyals de comandament es debiliten i retarden els seus efectes degut a la pèrdua de càrrega, la qual cosa significa que ja no són ni ràpides ni segures. Per altra banda, les conduccions llargues tenen un consum molt elevat d'aire i les despeses que d'ella se'n deriven poden resultar intolerables.

Per tot això les fàbriques que funcionen amb elements pneumàtics, recorren a l'electropneumàtica per millorar i optimitzar les seves instal·lacions.



DIFERÈNCIA ENTRE PNEUMÀTICA I ELECTROPNEUMÀTICA.

Circuit de potència. El circuit de potència no varia, i és igual en pneumàtica que en electropneumàtica. Tots dos disposen de vàlvules monoestables i biestables que s'alimenten de la xarxa principal de pressió d'aire.



Circuit de comandament. El circuit de comandament en pneumàtica funciona per pressió d'aire, en canvi el circuit electropneumàtic està format per electrovàlvules que s'activen mitjançant un circuit electricitat de corrent continu.

Circuit de comandament de pressió d'aire que activa el circuit de potència.



Circuit de comandament elèctric que activa el circuit de potència.



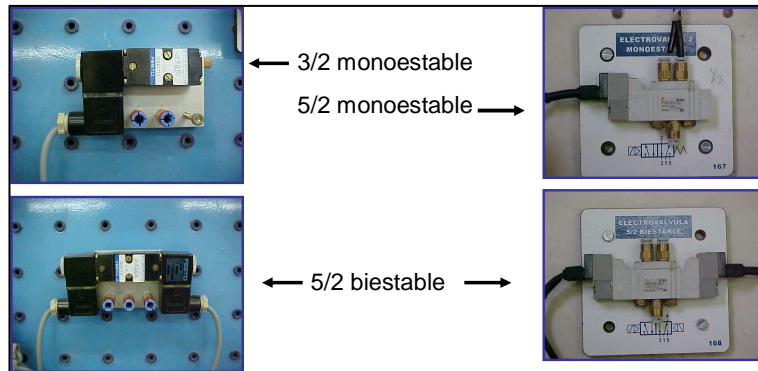
ELEMENTS ELÈCTRICS EN PNEUMÀTICA

Electrovàlvules. Les electrovàlvules són vàlvules de pas d'aire que s'activen mitjançant un circuit electromagnètic.

L'estat del senyal elèctric d'entrada controla l'estat de la sortida del circuit de potència pneumàtic.

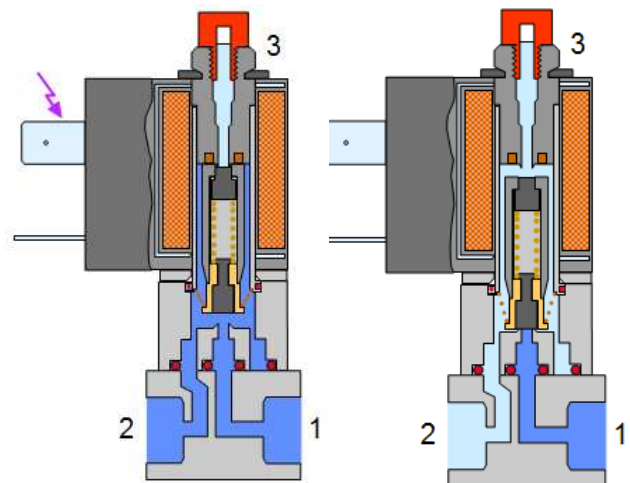
Les electrovàlvules són l'enllaç entre els sistemes de control elèctric i la potència pneumàtica.

Poden ser de dos tipus: monoestables (3/2 i 5/2) i biestables (5/2).



Bobines o electroimants.

- Una electrovàlvula es dissenya per a treballar en corrent altern o corrent continu.
- La funció de les bobines és crear un camp electromagnètic per tal que l'entrada de pressió P (1) obri el seu pas i deixi fluir l'aire cap a la sortida A (2).
- Caldrà anar en compte amb la tensió de funcionament de les electrovàlvules, en el nostre cas sempre seran de 24 V cc.



Amb electricitat

Sense electricitat

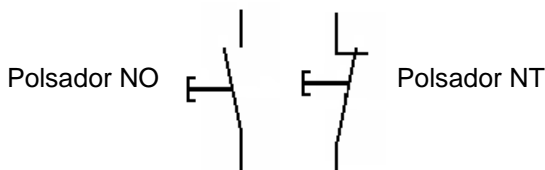
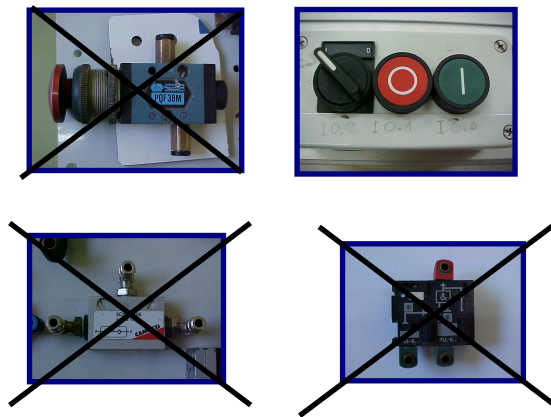
ELEMENTS COMPLEMENTARIS EN ELECTROPNEUMÀTICA.

Font d'alimentació. És la que subministra la tensió de funcionament a les electrovàlvules i relés electromagnètics. Es caracteritza per tenir un circuit rectificador de c.a. a c.c. amb un canvi de tensió de 220/24 V. És a dir, els receptors elèctrics dels circuits electropneumàtics funcionen a 24 V en corrent continu, la qual cosa significa que caldrà tenir en compte la polaritat (+, -) del circuit. Per diferenciar-ho, el pol positiu es caracteritza per tenir el color vermell en els seus fils, mentre que el pol negatiu té el color negre.



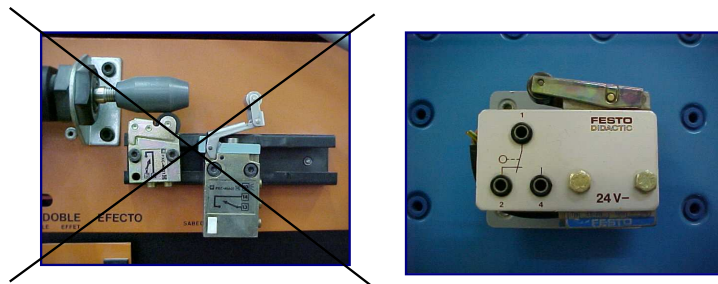
Polsadors. En els circuits de comandament electromagnètics substituïm els polsadors pneumàtics per polsadors elèctrics que posteriorment activaran l'electrovàlvula o el relé electromagnètic. De la mateixa forma que les vàlvules de polsador podien ser NT o NA, els polsadors també són o normalment oberts (NO) o normalment tancats (NT), encara que funcionen al revés de les vàlvules de pressió (veure taula).

En electropneumàtica desapareixen les vàlvules paral·leles O i les sèrie Y.



Vàlvules de polsador	Polsadors elèctrics
NT – no deixa passar l'aire	NT- deixa passar el corrent
NO – deixa passar l'aire	NO – no deixa passar el corrent
<i>Tot això sense prémer els polsadors</i>	

Fi de curses. Són polsadors elèctrics que s'activen per influència del cilindre. Els fi de cursa poden tenir un contacte obert i un de tancat, que s'activen alternativament en funció del moviment del pistó, també poden ser commutadors. Substitueixen els fi de curses activats per pressió d'aire en els circuits pneumàtics.



El relé electromagnètic.

És un dispositiu interruptor o commutador accionat per un electroimant.

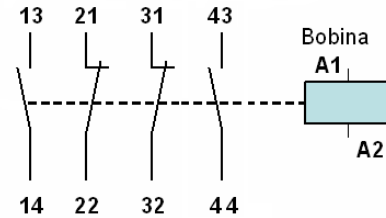
Característiques del relé electromagnètic.

- Pot accionar o interrompre petits corrents mitjançant un circuit de contactes elèctrics oberts o tancats.
- Els interruptors o commutadors són accionats per un circuit electromagnètic de reduïda intensitat.

- El relé pot realitzar comandaments manuals o automàtics (activats per temporitzadors, detectors, fi de curses) independentment de l'actuació humana.
- Multiplica els llocs de comandament de les màquines i les apropa a l'operari.

Parts d'un relé electromagnètic.

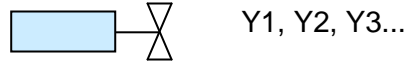
- Circuit electromagnètic format per un electroimant amb una bobina de 24 V en cc.
- Contactes NO (normalment oberts, acabats en 3-4)
- Contactes NT (normalment tancats, acabats en 1-2)



SIMBOLOGIA

Simbologia electropneumàtica.

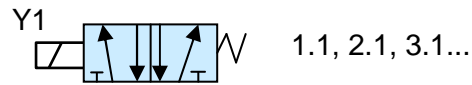
- Bobina de l'electrovàlvula



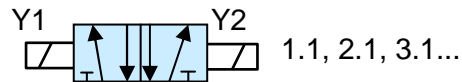
- Electrovàlvula monoestable 3/2 NT



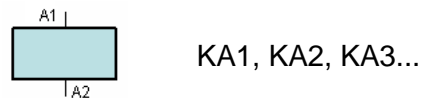
- Electrovàlvula 5/2 monoestable



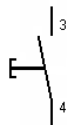
- Electrovàlvula 5/2 biestable



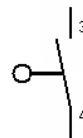
- Bobina del relé electromagnètic



- Polsador NO

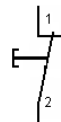


- Fi de cursa NO

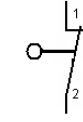


- S1, S2, S3....

- Polsador NT



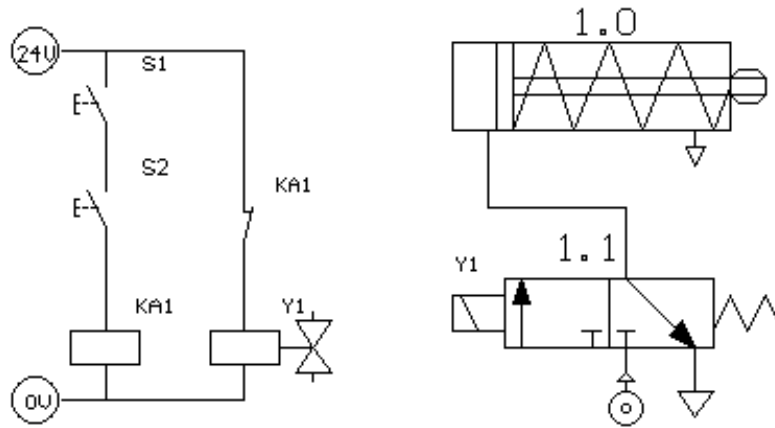
- Fi de cursa NT



- S1, S2, S3

Simbologia pneumàtica. Els elements que no varien tant si és pneumàtica com electropneumàtica són: els cilindres, les vàlvules de restricció i antiretorn, els escapaments, la unitat de condicionament i l'alimentació pneumàtica.

Exemple de circuit amb simbologia electropneumàtica.

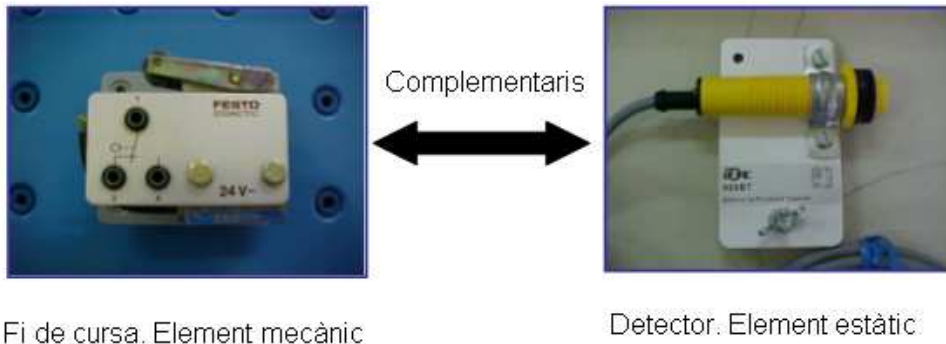


8. ELS DETECTORS DE PROXIMITAT

CONCEPTE.

Els aparells de comandament auxiliars accionats mecànicament (fi de curses), permeten resoldre un gran nombre de problemes en la seqüenciació industrial. Però quan les seves característiques resulten insuficients, poden ser substituïts pels detectors de proximitat estàtics.

Aquests no tenen peces de comandament (polsadors, palanques...) i el contacte elèctric és substituït per un element semi-conductor (tiristor o transistor).



CARACTERÍSTIQUES GENERALS DELS DETECTORS.

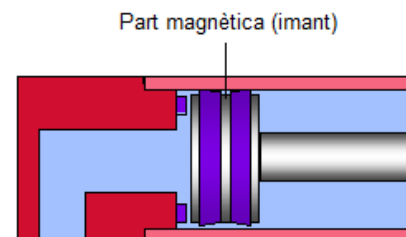
- No tenen cap peça mòbil.
- La seva durada és independent del nombre i freqüència de maniobres que es facin.
- No són afectats per ambients humits, viscosos, pols, corrosius...
- Tenen un temps de resposta molt curt, una vegada detecten el senyal.
- Realitzen amb gran fiabilitat la commutació de petits corrents.
- Permeten controlar elements mòbils (cintes, moviments aleatoris...) independentment de la velocitat.
- Poden ser utilitzats en automatismes connectats a corrent continu o corrent altern.
- La detecció dels elements es fa sense contacte físic.

TIPUS DE DETECTORS

1. Proximitat elèctrics
2. Inductius
3. Capacitius
4. Fotoelèctrics

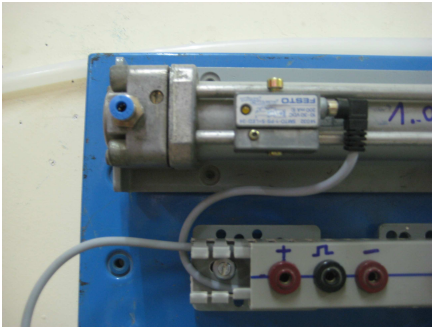
1. Detector de proximitat elèctric

Característiques i funcionament. Un detector de proximitat elèctric s'utilitza en els cilindres de simple o doble efecte per a detectar la sortida o l'entrada del pistó. La tecnologia de funcionament està basada en el fet de que aquest aparell detecta la posició que ocupa l'èmbol del pistó del cilindre, de tal manera, de tal manera que el contacte intern tipus Reed és activat magnèticament per l'èmbol del pistó.



Alimentació. S'alimenta en c.c. a una tensió de 24 V .

Connexió



- + Connectat al pol positiu de la font d'alimentació.
- Connectat al pol negatiu de la font d'alimentació.
- Connexió a l'element receptor (el contacte és obert).

2. Detector inductiu.

Característiques i funcionament. Un detector de proximitat inductiu detecta la presència de qualsevol objecte metàl·lic sense necessitat de contacte. La tecnologia dels detectors inductius es basa en la variació d'un camp electromagnètic quan s'acosta aquest objecte metàl·lic.

Alimentació. Depenent dels models poden alimentar-se en c.c. o c.a. Normalment s'utilitzen detectors de 24 V a c.c.

Connexions del detector inductiu.



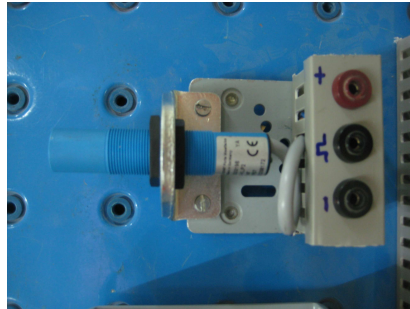
- + connectat al pol positiu
- connectat a la bobina del receptor (contacte obert)
- connectat al pol negatiu.

3. Detector capacitiu.

Característiques i funcionament. Un detector de proximitat capacitiu detecta la presència de qualsevol objecte, fusta, paper, plàstics, metalls... sense necessitat de contacte. La tecnologia dels detectors capacitius es basa en la variació d'un camp elèctric quan s'acosta qualsevol objecte.

Alimentació. Depenent dels models poden alimentar-se en c.c. o c.a. Normalment s'utilitzen detectors de 24 V a c.c.

Connexions del detector capacitiu. Els detectors de 3 fils s'alimenten en c.c, disposen de dos fils per a l'alimentació i un tercer per a la transmissió del senyal de sortida, talment com els detectors inductius i de detecció elèctrics.

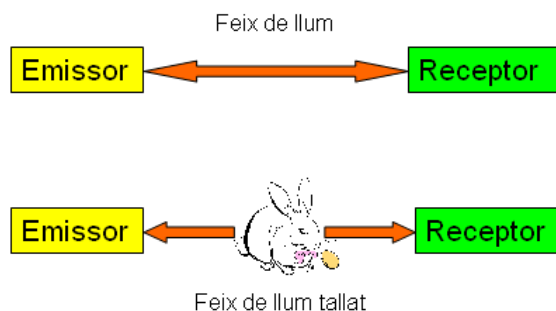


4. Detector fotoelèctric.

Característiques i funcionament. Permeten detectar tot tipus d'objectes (opacs, transparents, reflectants...) Un detector fotoelèctric realitza la detecció gràcies a un feix lluminós que incideix sobre una superfície situada a una distància determinada. Els components bàsics són:

- EMISSOR, element principal del sistema encarregat de llençar el feix lluminós.
- RECEPTOR, element que rep el feix de llum.

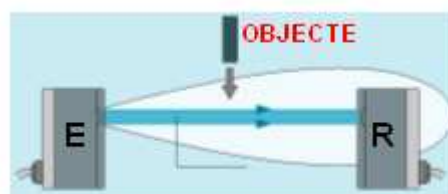
La detecció de qualsevol objecte es fa efectiva quan aquest penetra en el feix de llum establert entre emissor i receptor i modifica o anul·la la trajectòria del mateix, tallant la comunicació entre l'emissor i el receptor. En el moment que es talla aquesta comunicació, s'activa un contacte elèctric que fa que es posi en funcionament, per exemple, un circuit d'alarma, o que s'obri una porta...



Tipus de detectors fotoelèctrics

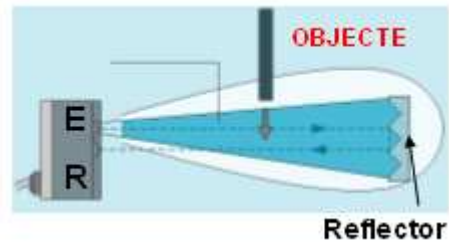
Sistema de barrera.

- Per a distàncies llargues i objectes reflectants.
- L'emissor i el receptor estan separats.



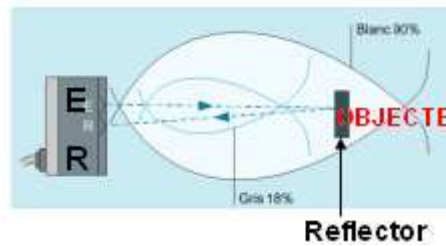
Sistema reflex.

- Per a distàncies curtes o mitjanes.
- Emissor i receptor estan incorporats a la mateixa caixa. El retorn del feix lluminós es realitza mitjançant un reflector col·locat al davant.



Sistema de proximitat.

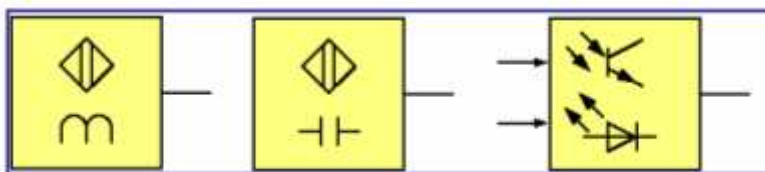
- Per a distàncies curtes.
- Emissor i receptor estan incorporats a la mateixa caixa. El retorn dels feix lluminós el realitza el propi objecte al passar pel davant.



Simbologia: Inductiu

Capacitiu

Fotoelèctric



9. AUTÒMATS PROGRAMABLES

DEFINICIÓ.

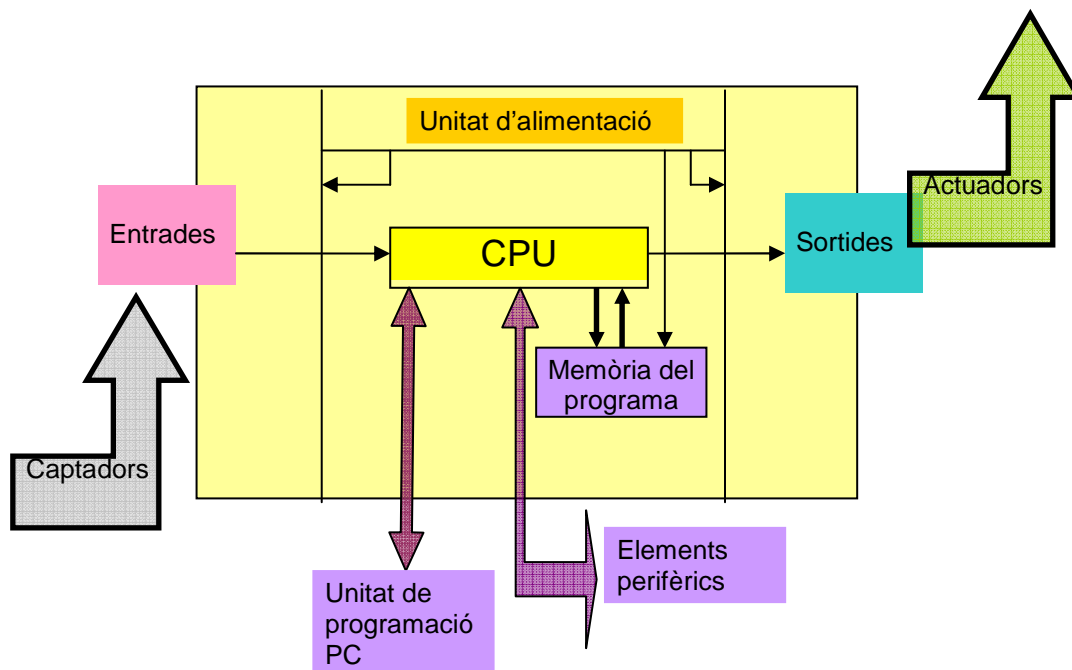
S'entén per Controlador Lògic Programable (PLC), o Autòmat Programable, a tota màquina electrònica dissenyada per a controlar en temps real i en un mitjà industrial processos seqüencials.

AVANTATGES EN RESPECTE A LA LòGICA CABLEJADA.

- Nivell més elevat d'automatisme, control i simplicitat en els processos.
- Ajuda amb missatges al control d'avaries.
- Poden estar units a ordinadors que controlin els processos.
- Poden tenir sortides d'informació a impressores o pantalles de TV.
- Redueix el volum d'automatismes.
- Augmenta el grau de seguretat de les instal·lacions que controla.

ESTRUCTURA D'UN PLC

- Unitat central de procés o CPU.
- Font d'alimentació.
- Suport del programa; en la memòria o diferents memòries.
- Interconnexió amb l'exterior; mòduls d'entrada i mòduls de sortida (cartes d'E/S)
- Terminal o maleta de programació
- Perifèrics auxiliars (elements opcionals)



Unitat central de procés CPU.

És el cervell del sistema i on es processa tota la informació que es va llegint de l'estat de les entrades i, depenent de l'estat de les instruccions del programa gravat a la memòria, activa o no les sortides i funcions auxiliars.

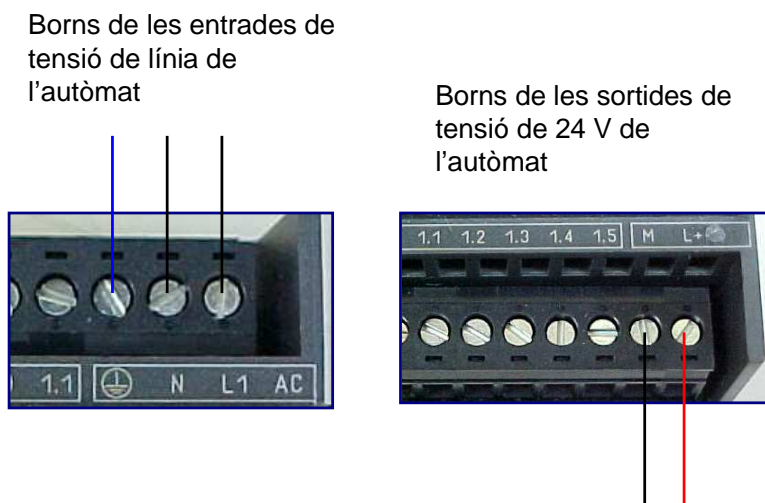
Funcionament de la CPU. Quan un programa es carrega a la CPU i aquesta es col·loca en forma RUN, la CPU executa el programa de la següent forma:

- La CPU llegeix l'estat de les entrades i emmagatzema el seu valor en la imatge de procés d'entrades.

- La CPU utilitza les entrades per avaluar (o executar) la lògica del programa de control.
- A continuació la CPU emmagatzema els resultats de la lògica en la imatge de processos de sortides.
- Al final del programa, la CPU escriu les dades de la imatge del procés de les sortides en les sortides físiques (reals).
- El cicle es va repetint indefinidament.

Font d'alimentació. S'encarrega d'adaptar la xarxa d'alimentació (220 V en ca), a tensions de corrent continu compreses entre 5 i 24 V, necessàries per alimentar tota la circuiteria, així com els elements auxiliars d'entrada i sortida.

En el cas del S7-200 de Siemens, alimentació serà a 220 V, però tot el circuit de comandament i elements exteriors -bobines de contactors, làmpades o electrovàlvules-, hauran de funcionar a 24 V cc.



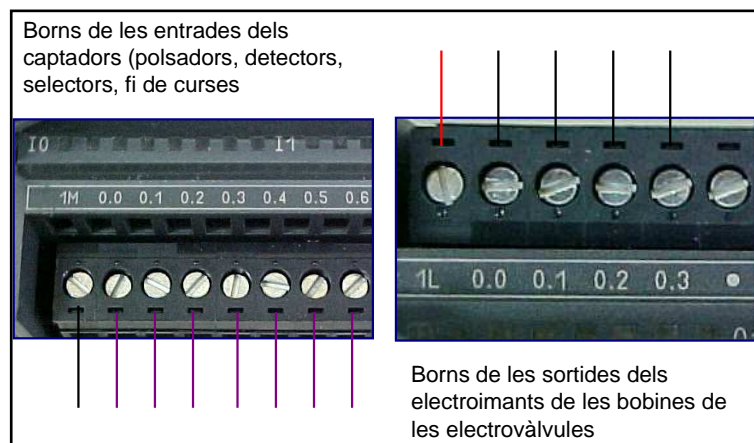
Suport del programa. És on l'usuari grava, en el llenguatge específic de la màquina, el programa que es pretén executar. Els autòrats actuals treballen amb quatre tipus de memòria.

- **RAM**, memòria d'accés aleatori de lectura-escritura. En ella s'emmagatzemen les dades que necessita i que va generant la CPU. La informació es grava i s'esborra per procediments elèctrics -quan s'apaga l'ordinador- és una memòria volàtil.
- **ROM**, memòria de lectura. Només poden llegir-se les dades gravades pel fabricant i conté les normes i instruccions amb els quals l'usuari elabora el programa de l'autòmat.
- **EPROM**, memòria no volàtil on es pot guardar informació indefinidament. La informació es grava per mitjans elèctrics i s'esborra mitjançant raigs ultraviolats.
- **EEPROM**, semblant a l'anterior, encara que el gravat i esborrat es realitzen per mitjans elèctrics.

Interconnexió amb l'exterior

Mòduls d'entrada. On es connectaran els dispositius captadors que proporcionen un senyal en forma de presència o absència de senyal elèctric (captadors digitals). Seran els interruptors, pulsadors, fi de curses, detectors...

També hi ha dispositius capaços de convertir senyals de tipus físic (pressió, temperatura...) en una variable elèctrica com tensió, intensitat...



Mòduls de sortida. On es connectaran els dispositius actuadors que rebran un senyal elèctric en funció de les disposicions del programa realitzat. En el nostre cas les sortides seran les electrovàlvules, però també podem connectar làmpades, bobines de contactors...

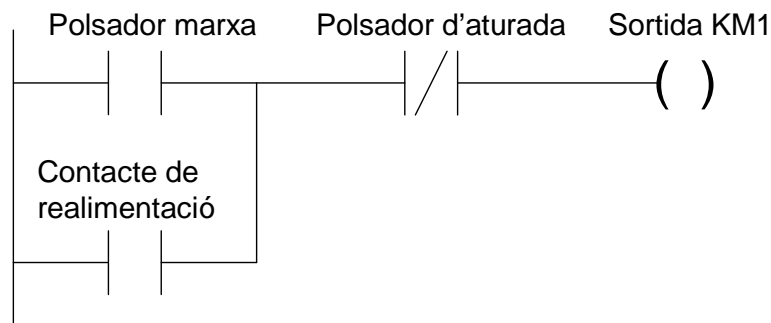
Terminal o maleta de programació. És un dispositiu independent de l'autòmat que es connecta al mateix quan es desitja realitzar o modificar una programació. Avui dia es realitza a través d'un ordinador personal, mitjançant un programari adequat.

Perifèrics auxiliars. Dispositius físicament independents de l'autòmat. Realitzen funcions específiques però no intervenen directament en l'execució del programa. Són les impressores, pantalles...

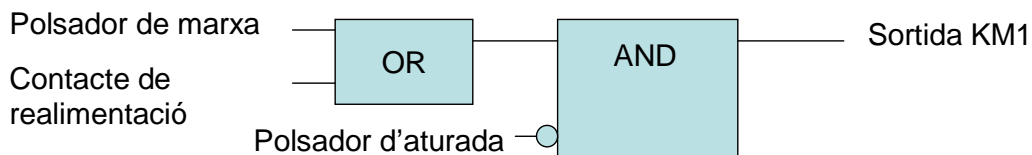
FUNCIONAMENT DEL S7-200

Sistema de programació. Hi ha tres sistemes compatibles per a poder realitzar els programes d'automatització:

- **Editors KOP.** És un sistema d'edició d'esquema de contactes que permet crear programes similars als elements d'un esquema de circuits elèctrics. És el sistema més utilitzat i preferit pels programadors i encarregats de manteniment.



- **Editors FUP.** És un sistema d'edició de diagrama de funcions que permet visualitzar les operacions en forma de quadres lògics -similars a les portes lògiques-. És el sistema que s'assembla més a lògic de Siemens.



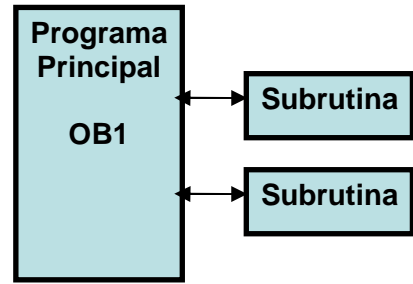
- **Editors AWL.** Sistema d'edició per llista d'instruccions que permet crear programes de control introduint la mnemotècnica de les operacions. Bàsicament reservada a programadors experts.

```
LD  I0.0
O   Q0.0
AN  I0.1
=   Q0.0
```

ORGANITZAR UN PROGRAMA

El programa de control de la CPU S7-200 comprèn els següents tipus d'organització del programa.

- *Programa principal.* OB1. Es on es disposen les operacions de control del programa dissenyat. Les operacions d'aquest programa s'executen de forma seqüencial en cada cicle de la CPU.
- *Subrutines.* És un joc opcional d'operacions dipositat en un bloc per separat que s'executa només quan es crida des del programa principal OB1. Les subrutines s'utilitzen, bàsicament, quan un programa determinat s'ha de repetir diverses vegades, d'aquesta forma es redueix espai a l'hora de construir-lo.



ELEMENTS KOP I FUNCIONAMENT.

L'esquema de contactes KOP és un llenguatge de programació gràfic amb components similars als elements d'un esquema de circuits. Al programar amb KOP, es creen i es disposen components gràfics que conformen un segment d'operacions lògiques. Per a crear programes disposa dels següents elements:

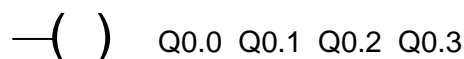
Contactes. Representen un interruptor per on passa el corrent. Hi ha contactes NO i contactes NT o negats NOT.



Al tractar-se de sistemes de funcionament digital, les diferents entrades es coneixeran per la nomenclatura següent:

I0.0 I0.1 I0.2 I0.3 I0.4 I0.5 I0.6 I0.7 (vuit bytes)
I1.0 I1.1 I1.2 I1.3...

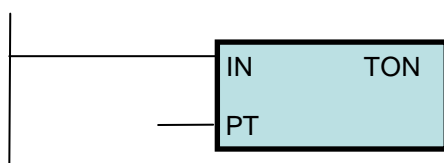
Bobines. Representen un relé o una sortida excitada pel corrent.



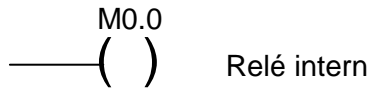
Les sortides també poden ser Set o Reset, que s'utilitzaran per a sistemes de programació en Grafcet.



Quadres. Representen una funció, per exemple un temporitzador, un comptador, una operació aritmètica, que s'executa quan el corrent arriba al quadre.



Marques. Són relés interns que no tenen sortida a l'exterior i s'utilitzen, bàsicament, per la programació en grafcet.



Negació d'un resultat. A l'utilitzar el contacte NOT s'invertirà tot el que hagi a continuació. Si és 1 passa a ser 0 i viceversa.

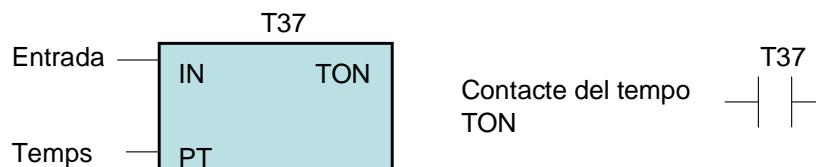


Temporitzadors.

1. *Temporitzador TON a la connexió.* Aquest temporitzador no té sortida ENO la qual cosa significa que a l'hora de connectar els contactes aquestos seran independents. La sortida s'activarà passat el temps de comptatge i mentre es mantingui un 1 a l'entrada.

La base de temps determinarà el número de temporitzador a utilitzar i els contactes del mateix.

Base de temps de 100 ms temporitzadors T37 a T63 o T101 a T255



2. *Temporitzador TONR a la connexió memoritzat.* És un temporitzador sense sortida ENO i, com en al cas anterior, necessitarà contactes addicionals. Alhora serà un tempo amb realimentació, és a dir, al donar un 1 a l'entrada començarà a comptar i encara que aquesta passi a ser 0 el comptatge seguirà.

La base de temps determinarà el número de temporitzador a utilitzar i els contactes del mateix.

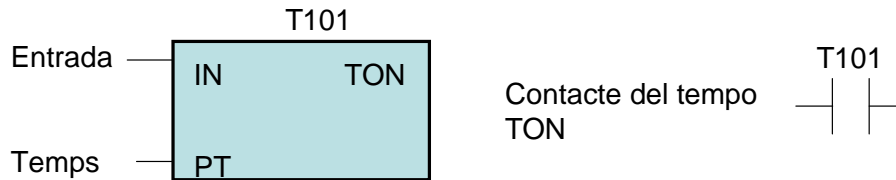
Base de temps de 100 ms temporitzadors T37 a T63 o T101 a T255



3. *Temporitzador TOF a la desconexió.* Aquest temporitzador no té sortida ENO la qual cosa significa que a l'hora de connectar els contactes aquestos seran independents. Al donar un 1 a l'entrada s'activarà el contacte corresponent. Quan l'entrada passi a ser 0, començarà el comptatge i passat el temps programat el contacte es desactivarà.

La base de temps determinarà el número de temporitzador a utilitzar i els contactes del mateix.

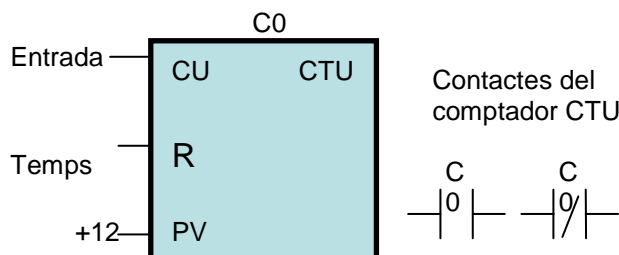
Base de temps de 100 ms temporitzadors T37 a T63 o T101 a T255



COMPTADORS

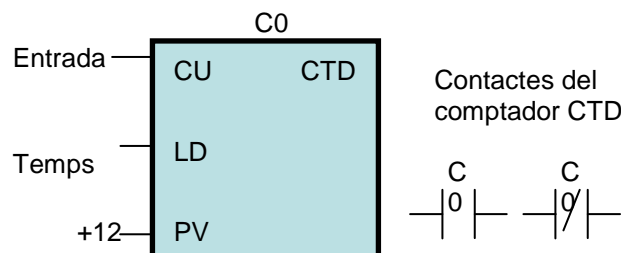
Comptador incrementador o cap a dalt.

- L'operació comptar endavant CTU compta les vegades que posem un 1 a CU.
- El comptador es posa a 0 quan posem una 1 a R (reset).
- Els contactes canvien de posició quan s'arriba al valor de preselecció.
- El comptador pot comptar fins un valor màxim de 32.767



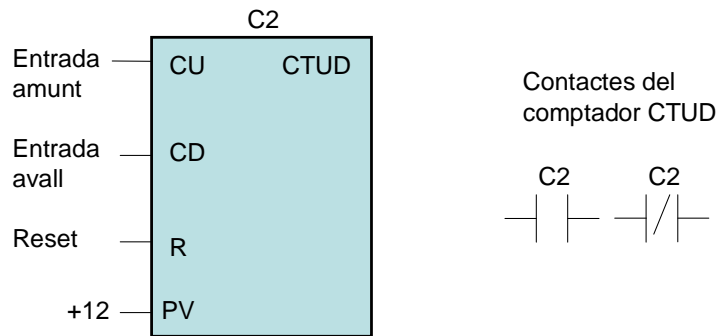
Comptador decrementador o cap a baix.

- L'operació comptar cap a baix (regressiu) CTD compta les vegades que posem un 1 a CTD.
- El comptador es posa a 0 quan posem una 1 a LD (càrrega).
- Els contactes canvien de posició quan s'arriba al valor 0.
- El comptador s'atura quan arriba al valor 0



Comptador reversible.

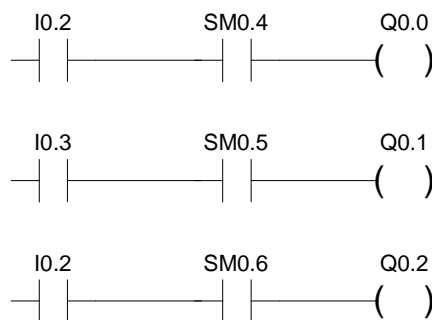
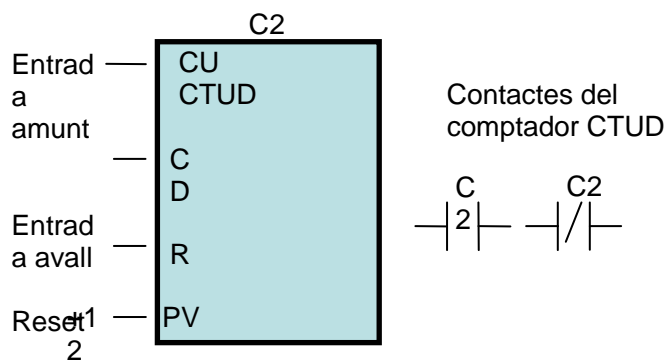
- El comptador reversible es una combinació del CTU i el CTD.
- Si posem un 1 a CU, compta endavant.
- Si posem un 1 a CD, compta endarrera.
- Si posem un 1 a R (reset), es posa a 0.
- Els seus contactes canvien de posició quan el valor del comptador és igual o superior al valor preseleccionat.



GENERADORS D'IMPULSOS (intermitència).

La CPU té uns generadors d'impulsos programats que fan les següents funcions.

- SM0.4 és un generador d'impulsos que està 30 segons en ON i 30 segons en OFF.
- SM0.5 és un generador d'impulsos que està 0,5 segons en ON i 0,5 segons en OFF.
- SM0.6 és un generador d'impulsos que està 1 scan en ON i 1 scan en OFF.



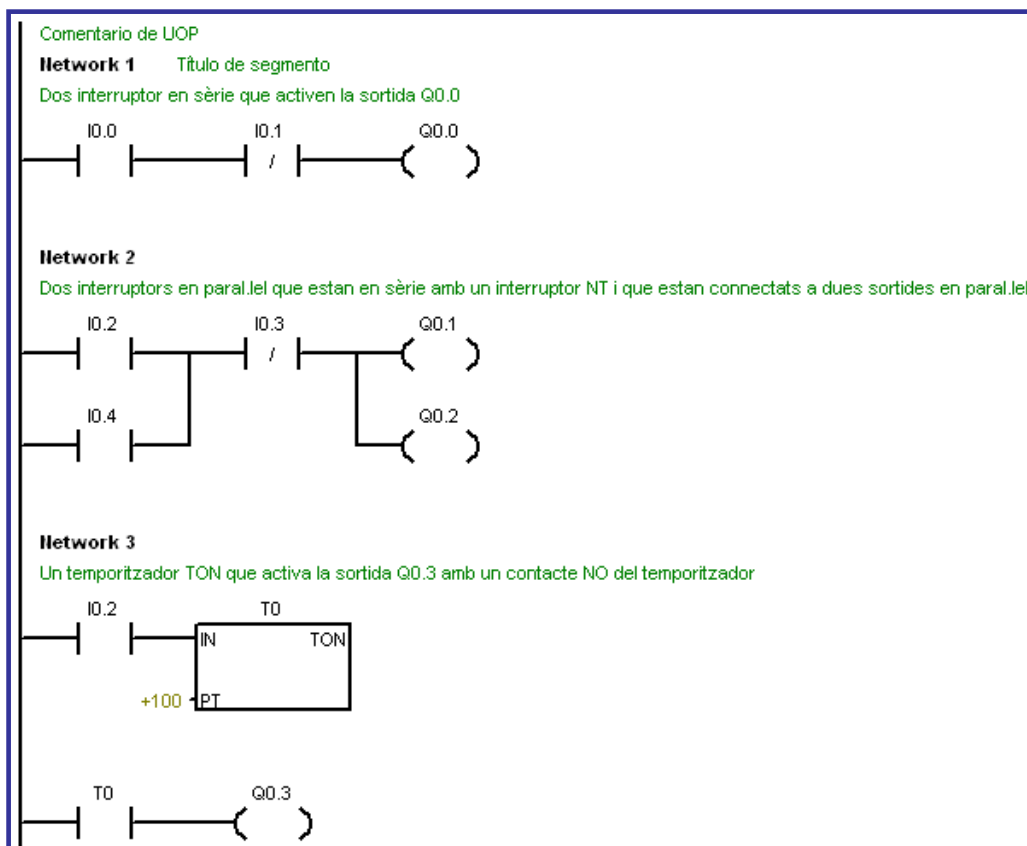
REGLES PER A CONSTRUIR SEGMENTS SENZILLS EN SÈRIE I PARAL·LEL EN PROGRAMACIÓ KOP.

- **Regles per a disposar contactes**
 - Cada segment ha de començar amb un contacte.
 - Un segment no pot acabar en un contacte.

- **Regles per a disposar bobines**
 - Un segment no pot començar amb una bobina.
 - Les bobines s'utilitzen per acabar un segment.
 - Un segment pot acabar amb diverses bobines en paral·lel.

- **Regles per a disposar quadres**
 - Si un quadre té una sortida d'habilitació ENO, la circulació del corrent continua darrera del quadre.
 - En un mateix segment es poden connectar quadres en sèrie que disposin de sortides d'habilitació ENO.
 - Si un quadre no té ENO , no es pot col·locar cap operació a la seva sortida.

EXEMPLES



10. ELS MANIPULADORS

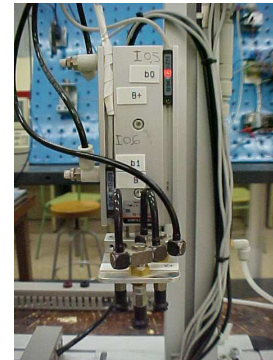
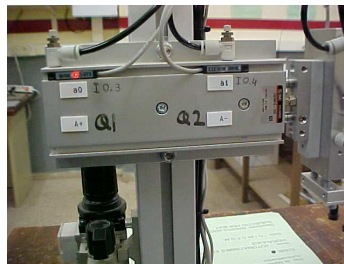
MANIPULADOR DE DOS EIXOS AMB SUBJECCIÓ PER BUIT.

Descripció. Es tracta d'un equip didàctic que consisteix en un manipulador cartesià de dos eixos que desplaça una peça (rodament) des d'una posició a una altra, subjectant l'esmentada peça per mitjà d'un conjunt de tres ventoses de buit.

Especificacions.

- Alimentació elèctrica: 24 Vcc
- Pressió d'alimentació: 6 bar
 - Unitat de tractament d'aire: Filtre.
 - Regulador de pressió.
 - Manòmetre.
 - Vàlvula de pas i purga.

- *Actuadors:*
 - Dos cilindres de d.e. pistons paral·lels.
 - Tres ventoses.
 - Un ejector de buit.



- *Bloc d'electrovàlvules:*
 - Una electrovàlvula biestable 5/2
 - Una electrovàlvula monoestable 5/2.
 - Una electrovàlvula monoestable 3/2.



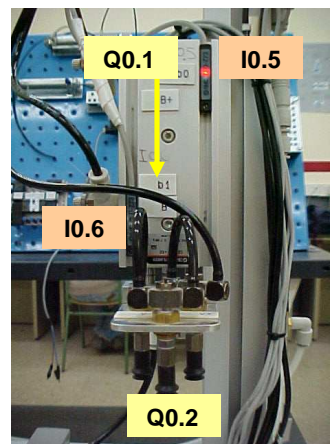
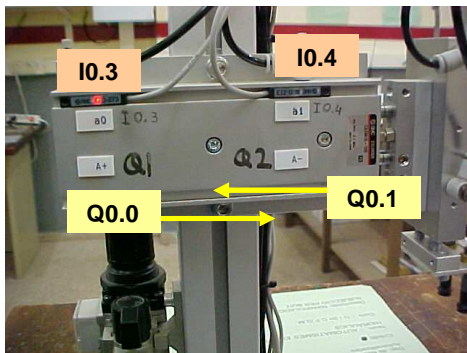
- *Sensors:* Quatre detectors de final de cursa tipus reed.



- *Reguladors:* Quatre reguladors de cabal unidireccional

IDENTIFICACIÓ DELS ELEMENTS

Polsador verd (NO)	I0.0	} Entrades		
Polsador vermell (NO)	I0.1			
Selector (NO)	I0.2			
Detector interior cilindre A (NO)	I0.3			
Detector exterior cilindre A (NO)	I0.4			
Detector interior cilindre B (NO)	I0.5			
Detector exterior cilindre B (NO)	I0.6			
Sortida del cilindre A	Q0.0	Electrovàlvula Y1	} 5/2 Biestable	} Sortides
Entrada del cilindre A	Q0.1	Electrovàlvula Y2		
Sortida del cilindre B (+2.0)	Q0.2	Electrovàlvula 5/2 (Y3)	} Monoestables	
Succió del cilindre C (+3.0)	Q0.3	Electrovàlvula 3/2 (Y4)		



ALIMENTADOR AMB EXPULSOR DE PEÇA INCORRECTA.

Descripció. Es tracta d'un equip didàctic que consisteix en un alimentador que emmagatzema peces, és dels coneguts com a alimentador de petaca o alimentador per gravetat. L'operació d'extreure la peça de la base es fa mitjançant un cilindre pneumàtic. Quan arriba al final es verifica amb un segon cilindre en posició vertical. Una vegada feta aquesta verificació, un tercer cilindre empeny la peça fins arribar al final on un expulsor llençarà la peça per una rampa.

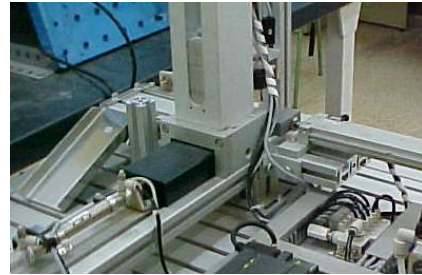
Especificacions.

- Alimentació elèctrica: 24 Vcc
- Pressió d'alimentació: 6 bar
- Unitat de tractament d'aire:
 - Filtre.
 - Regulador de pressió.
 - Manòmetre.
 - Vàlvula de pas i purga.



• **Actuadors:**

- Dos cilindres de doble efecte.
- Un cilindre de simple efecte.
- Un cilindre de doble efecte antigirament.



• **Bloc d'electrovàlvules:**

- Tres electrovàlvules 5/2 monoestables.
- Una electrovàlvula 3/2 monoestable.



• **Sensors:**

- Sis detectors de final de cursa tipus reed.

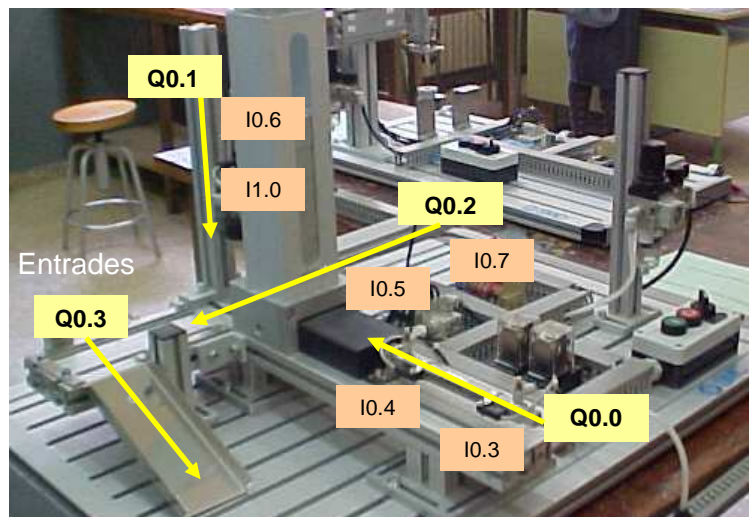


• **Reguladors:**

- Sis reguladors de cabal unidireccional.

IDENTIFICACIÓ DELS ELEMENTS

Polsador verd (NO)	I0.0
Polsador vermell (NO)	I0.1
Selector (NO)	I0.2
Detector interior cilindre A (NO)	I0.3
Detector exterior cilindre A (NO)	I0.4
Detector interior cilindre B (NO)	I0.6
Detector exterior cilindre B (NO)	I1.0
Detector interior cilindre C (NO)	I0.7
Detector exterior cilindre C (NO)	I0.5



Sortida del cilindre A (+1.0)	Q0.0	Electrovàlvula 5/2 (Y1)	} Monoestables } Sortides
Sortida del cilindre B (+2.0)	Q0.1	Electrovàlvula 5/2 (Y2)	
Sortida del cilindre C (+3.0)	Q0.2	Electrovàlvula 5/2 (Y3)	
Sortida del cilindre D (+4.0)	Q0.3	Electrovàlvula 3/2 (Y4)	

11. EL GRAFCET

INTRODUCCIÓ.

El sistema Grafcet o (Grphe de Comande Etape Transition), és a dir, gràfic de comandament d'etapa-transició, és un mètode pel qual es descriuen en forma gràfica perfectament desenvolupada, les especificacions de qualsevol automatisme. S'aplica bàsicament a instal·lacions seqüencials ininterrompudes, com per exemple cadenes de fabricació muntades amb autòmats, però també és compatible amb els automatismes convencionals.

AVANTATGES.

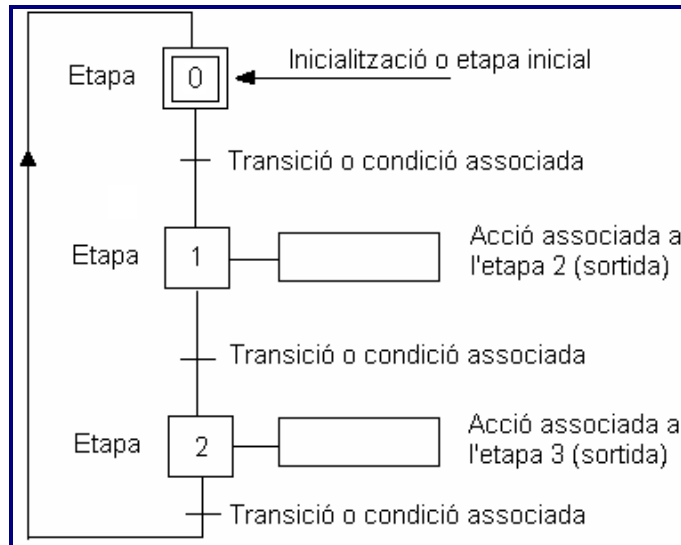
- Permet descriure tots els sistemes en els quals les evolucions puguin expressar-se seqüencialment i descompondre's en etapes, la qual cosa simplifica el disseny del circuit.
- La representació de l'automatisme és independent de la tecnologia utilitzada per la seva realització, sigui aquesta cablada, pneumàtica o hidràulica.
- Es tracta d'un mètode molt estructurat i rigorós, per tal d'evitar interpretacions dubtoses o possibilitat de conflicte en el seu funcionament.

PARTS D'UN SISTEMA AUTOMATITZAT.

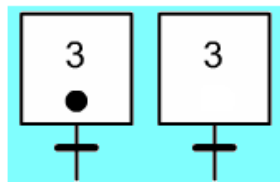
Perquè l'operari de línia pugui comunicar-se amb l'automatisme i operar sobre ell (per exemple, per realitzar un manteniment bàsic), el primer que necessita és tenir una noció de com funciona. En la seva empresa probablement disposi de diferents documents que l'ajudaran en aquest sentit. Per tal de poder desenvolupar un sistema GRAFCET de forma correcta, cal que es compleixin els tres condicionants següents:

1. Quadern de càrregues. Cal conèixer de forma detallada com es comporta l'automatisme, la seva tecnologia, funcionament i a més, els senyals d'entrada i sortida han d'estar especificats en les condicions i limitacions d'ús de l'autòmat.
2. Grafcet de nivell I. Llista d'especificacions funcionals expressada en forma de diagrama, que permet comprendre el que l'automatisme ha de fer davant les diferents situacions que puguin presentar-se. En el mateix, no s'especifica la tecnologia de l'autòmat usada per realitzar cada acció, és a dir, el llenguatge de programació, sinó que s'escriurà de forma senzilla i entenedora.
3. Grafcet de nivell II. Document on es detallen les especificacions tecnològiques del programa a utilitzar –Siemens, Omron, Hitachi- i sistema de programació –KOP, FUP, AWL- aportant informació sobre la manera exacta on l'automatisme s'insereix en el conjunt –electrovàlvules, detectors, polsadors-. De forma gràfica utilitzarem el llenguatge de programació que després s'haurà d'explicitar en el software S7-200 de Siemens que s'utilitzarà.

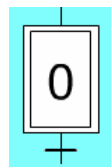
PARTS D'UN GRAFCET.



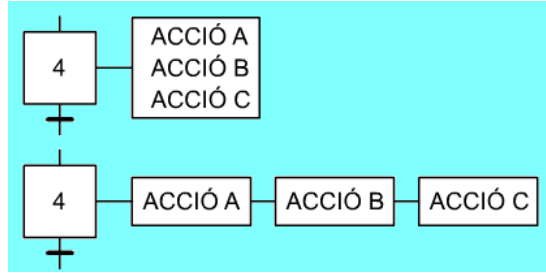
- Etapes.** Són els espais que marquen els punts de funcionament de l'automatisme. L'etapa es representa mitjançant un quadrat que ha d'anar numerat. Dues etapes no poden actuar al mateix temps. En un moment donat una etapa pot estar activa o inactiva. El fet que una etapa estigui activa s'ha d'indicar amb un punt en la part inferior del seu símbol (sota del número). Les etapes seran marques internes de l'autòmat que intervé en el procés seqüencial (M0.0, M0.1, M0.2...).



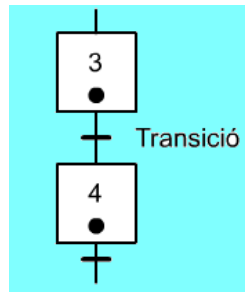
- Inicialització o etapa inicial.** Serà el principi del procés del grafcet, el lloc on l'automatisme començarà a desenvolupar la seqüència. Es representarà mitjançant un doble rectangle amb el número 0 al seu interior en cas del grafcet de 1r nivell, i amb la marca M0.0 en el grafcet de 2n nivell.



- Acció associada.** Va lligada a la seva etapa, i en ella es determinarà l'element que ha d'actuar de sortida –electrovàlvules-... Les accions associades s'especifiquen en un rectangle o etiqueta juxtaposat a la dreta del símbol d'etapa. Si les accions associades a una etapa són diverses, es pot indicar de qualsevol de les dues formes que es mostren en la figura. Les accions associades seran les electrovàlvules Q0.0, Q0.1, Q0.2...



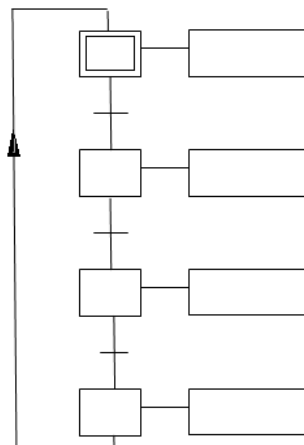
- Transició o condició associada: Serà la fase que determinarà les condicions de pas d'una etapa a una altra. És també la barrera que separa dues etapes. Indica la possibilitat d'evolucionar o avançar a l'etapa següent. Els elements que determinaran les transicions seran els pulsadors, selectors, detectors, temporitzadors, marques...



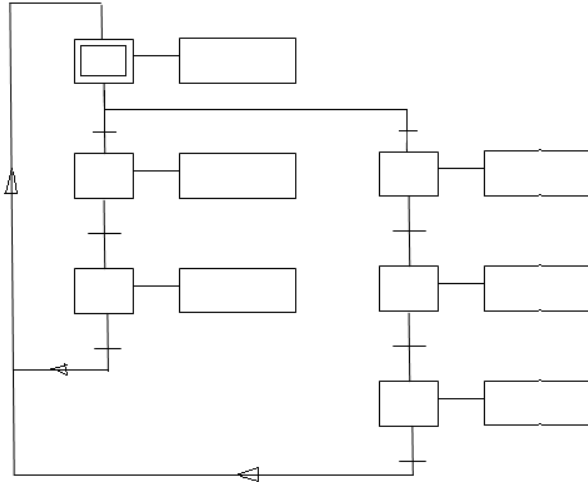
SEQÜÈNCIES.

Les seqüències són les parts de les quals està compost un automatisme en grafset, i va des de l'inici del procés que hem dissenyat fins al final del mateix, amb la possibilitat de crear un bucle per tal que la seqüència es repeteixi les vegades que calgui. Hi ha diversos tipus de seqüències, però bàsicament s'estudiarà la seqüència única i la paral·lela.

Seqüència única. És l'estructura més senzilla que pot tenir un Grafset, en la qual el diagrama consta d'una sola branca. En l'exemple de la figura s'aprecia que les etapes s'activen una després de l'altra, complint l'alternança etapa-transició, transició-etapa (recordem que aquesta alternança és obligatòria). A cada etapa li segueix una sola transició i cada transició és validada per una sola etapa.



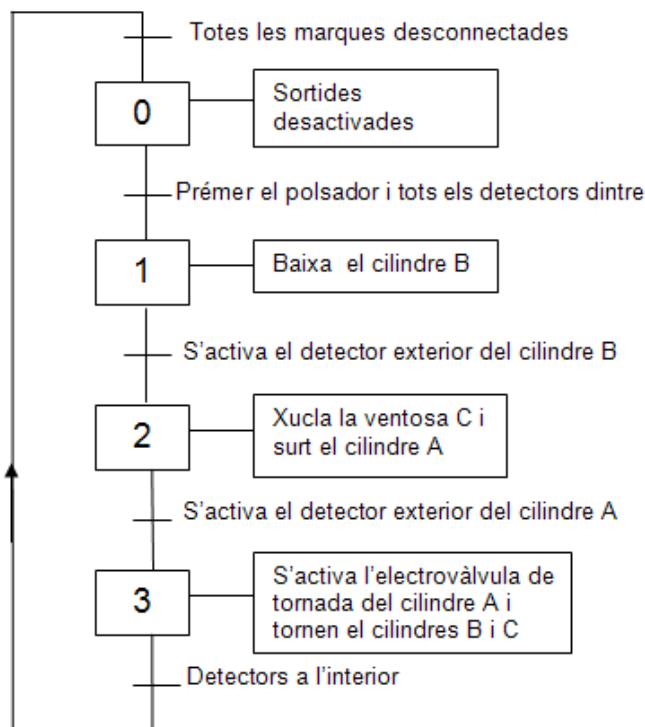
Seqüència paral·lela. En la qual el diagrama consta de dues o més branques paral·leles. En aquest es pot accedir a qualsevol de les dues branques, ara bé, una vegada s'ha optat per una branca no es podrà anar a l'altra fins que la primera no hagi recorregut tota la seqüència.



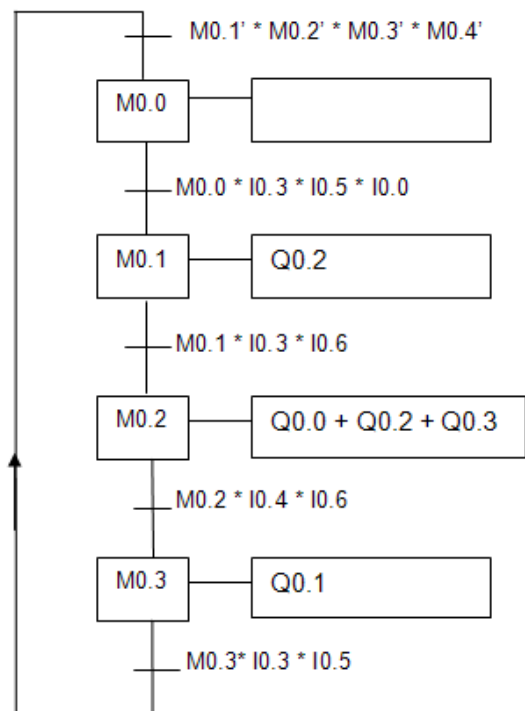
Exemple d'una seqüència del manipulador 1

Seqüenciació: Al prémer I0.0 (+B) (+A +C) (-C -B -A)

Grafcet de 1r nivell



Grafcet de 2n nivell



12. PRODUCTES PER A SISTEMES DE SEURETAT EN PNEUMÀTICA

INTRODUCCIÓ.

Els canvis en la legislació Europea a través de les Directives de “Nou Enfocament” han afectat a la indústria en general. Aquestes directives són d’aplicació directa a la CEE, però qualsevol país que exporti a Europa també ha de considerar els seus requisits.

Una d’aquestes directives és la Directiva de Màquines, que té implicacions per a qualsevol que fabrica maquinària per a ser utilitzada dintre de la CEE. Aquesta directiva no afecta directament als components pneumàtics, però sí a la maquinària en la qual van instal·lats.

1957 - CEE - TRACTAT DE ROMA

Un dels objectius del tractat de Roma va ser el de promocionar i facilitar el lliure comerç i moviment de materials entre els estats membres de la CEE eliminant barreres.

Això es va aconseguir gràcies a les propostes de la Comissió Europea al Consell de Ministres d’Estrasburg, que són el principal cos legislatiu.

Aquestes propostes es van adaptar com a Directives de “Nou Enfocament” i cada país havia d’implementar-les després d’un procés de transició, la qual cosa va assegurar que tots els estats membres treballassin en comú cobrint un ampli rang de matèries:

- Directiva de Màquines.
- Directiva de Compatibilitat Electromagnètica
- Directiva d’equips sotmesos a Pressió.
- Directiva de Baixa Tensió.

EMPRESARIS I FABRICANTS.

La responsabilitat del compliment d’aquestes directives recau sobre els fabricants de maquinària i els empresaris que les utilitzen.

DIRECTIVA DE MÀQUINES

La Directiva de Màquines afecta a tota la maquinària que utilitza components pneumàtics, així doncs, la forma en que s’apliquen els components pneumàtics és molt important, donat que freqüentment afecta a la seguretat dels sistemes.

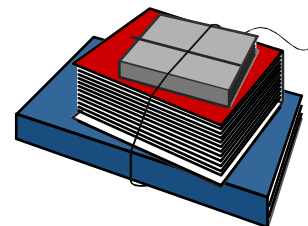
Amb la finalitat d’assegurar el seu compliment és important conèixer els requisits necessaris.

La Directiva també defineix els components de seguretat com: Components que són subministrats de manera separada per a complir amb una funció de seguretat quan, estant en us i tenint una errada o mal funcionament, es pot posar en perill la salut o seguretat de les persones.

Cinc passos per a complir.

Els passos per a complir les normes de seguretat es poden dividir en:

1. Avaluació de Riscos. El propòsit de l’avaluació de riscos és identificar qualsevol perill associat a la màquina, avaluant els nivells de risc.
2. Requisits Essencials de Seguretat i Salut. Els requisits essencials de seguretat i salut són una llista de les normes de seguretat bàsiques donades per la Directiva de Màquines.



3. Expedient Tècnic de Construcció. Comprèn:
 - Plànols de la màquina i circuits de control.
 - Relació de las Normes aplicades.
 - Avaluació de riscos.
 - Copia de les instruccions de la màquina.

4. Declaració d'Incorporació/Conformitat. Per a una màquina capaç de funcionar per sí mateixa s'hauria d'emetre una Declaració de Conformitat. Aquesta Declaració proporciona informació bàsica: el nom i adreça del fabricant i particularitats de la màquina a la que es refereixi. Ha d'estar firmat per la persona degudament assignada o el representant autoritzat.
 Per a una màquina que se sap que es muntarà en una altra màquina o amb altres màquines, es subministrarà una Declaració d'Incorporació.
 Aquesta Declaració proporciona una informació similar a la Declaració de Conformitat.

5. Marcat CE. Qualsevol màquina que hagi estat subministrada per la CEE amb posterioritat al 1/1/95 ha de complir amb la Directiva de Màquines i ha de portar el marcat 'CE'.

EXIGÈNCIES TÈCNiques DE SEGURETAT EN ELS DISPOSITIUS DE SUBJECCIÓ PNEUMÀTICS.

1. Els elements de control (pulsadors, interruptors...) dels dispositius de subjecció pneumàtics han d'estar disposats de tal forma que no sigui possible accionar-los involuntàriament. Això es pot aconseguir mitjançant:
 - Elements de connexió accionats manualment amb tapes protectores, o amb passadors de bloqueig.

2. Es fa necessari trobar prevencions que impedeixin les ferides a les mans produïdes per dispositius de subjecció. Això es pot aconseguir mitjançant:
 - Cilindres de subjecció fora del camp d'accés dels treballadors.
 - Utilització de cilindres de seguretat, que només descarreguen tota la seva força sobre la peça a mecanitzar.
 - Utilització d'un accionament bimanual (pulsadors en sèrie).

3. Mentre es mecanitzi una peça que està subjectada per pressió d'aire comprimit, no es podrà obrir el dispositiu de subjecció encara que falti l'aire. Això s'aconsegueix mitjançant:
 - Una vàlvula antiretorn.
 - Dispositiu de control de pressió.



4. Evitar els sorolls massa forts per escapament d'aire, mitjançant:
 - Silenciadors on s'exigeix entre 80 i 85 dB màxim.



PULCRITUD EN EL MEDI AMBIENT.

A les instal·lacions pneumàtiques trobem dos tipus de contaminació que poden influir en el medi que les envolta:

Soroll. En l'escapament de les vàlvules es produeixen sons desagradables que tenen un valor de freqüència de 4 KHZ, considerats perillosos per a l'oïda humana. A les instal·lacions sense silenciador el nivell de so pot arribar al 110 dB, quan un valor d'audició acceptable està entre els 60 i 80 dB. Si anem sumant tots els escapaments d'una indústria, observarem que el valor auditiu es fa insostenible, per la qual cosa cal buscar la solució més adient, bàsicament silenciadors, filtres silenciadors o col·lectors d'escapament (concentració d'escapaments silenciadors). L'exigència de les associacions professionals situa el nivell de pressió sonora conjunta entre 80 i 85 dB.

Nebulosa d'oli. L'aire d'escapament d'eines pneumàtiques o de màquines controlades per aire comprimit i fins i tot per cilindres, conté oli polvoritzat que es manté en suspensió al medi ambient durant un llarg temps essent aspirat pels treballadors.

La major part de l'oli surt dels orificis d'escapament de les vàlvules i dels escapaments ràpids. Per aquest motiu cal estudiar seriosament quan cal lubricar, en quines màquines és necessari i reduir el seu us al màxim.

APLICACIÓ DE PRODUCTES DE SEGURETAT SEGONS NORMES EUROPEES.



Vàlvules d'aturada d'emergència. Són vàlvules 3/2 normalment obertes, és a dir, que sense polsar-les permeten el pas de l'aire. El color del polsador és vermell i les dimensions del mateix són grans, per tal de poder-hi actuar amb facilitat.

Una vegada s'han premut, queden mecànicament enclavats en la posició de desconexió. Els mètodes de desbloqueig són:

Gir de l'actuador.

Desbloqueig amb clau.

Comandament bimanual. Són vàlvules de control amb dos polsadores amagats en cadascun dels extrems. Per que s'activi el circuit cal actuar al mateix temps sobre ambdós vàlvules, les quals són normalment 3/2 NT. Una característica important és que només proporcionen el senyal de sortida mentre els polsadors estan activats.



Vàlvules de seguretat. Totes les parts d'un sistema pneumàtic han de disposar de proteccions contra sobrepessions, és a dir, quan la pressió està per damunt de la pressió màxima de treball del sistema o el rang de pressió d'un component específic.

Són utilitzades per a la protecció de pressions excessives de la central generadora de pressió o línies secundàries. L'aire es descarrega o es redueix depenent del tipus de vàlvula. Són regulables i l'aire de descàrrega es pot canalitzar cap a l'exterior (com la vàlvula d'una olla a pressió).

Fusible d'aire. S'instal·la a la capçalera del tub, circuit o mànega on ha de treballar. El fusible detecta les caigudes brusques de pressió degudes a la ruptura d'un tub. Quan la pressió disminueix, producte de la fuga, el fusible es tanca automàticament per a prevenir les pèrdues de pressió o les fuetades dels tubs flexibles que hi pugui haver. El fusible no actua quan el circuit treballa a la pressió establerta.



Reguladors de pressió pre-tarats. Moltes aplicacions requereixen un subministrament de pressió predeterminat, és a dir, la pressió ha de ser prèviament fixada i no manipulable per l'usuari, com per exemple les pistoles d'aire o el cilindres d'una instal·lació seqüencial. El regulador ve pre-tarats de fàbrica i segellat amb una caputxa anti-manipulació.

Ràcords de bloqueig. Els ràcords de bloqueig permeten que l'aire es mantingui en el cilindre en cas de fallida del subministrament principal. Van muntats directament al cilindre. Funciona com una vàlvula 2/2 normalment oberta.



Vàlvula d'arrencament progressiu. Quan s'utilitza una vàlvula d'arrencament progressiu, la pressió s'injecta gradualment, això fa que els pistons dels cilindres es moguin a l'inici suaument. Quan el sistema s'ha estabilitzat, s'agafa el punt d'obertura total, aleshores es disposa de tot el caudal i pressió de funcionament.

Vàlvula de tancament amb bloqueig. Vàlvula de bola. Aïlla la pressió d'alimentació. També s'utilitza per a purgar els trams finals de les instal·lacions de les canonades de pressió.



Silenciador d'escapament coalescent. Tots els escapaments d'un sistema poden conduir-se per canonades a un o més silenciadors. L'element coalescent elimina la boira d'oli i les partícules sòlides en un continu drenatge d'oli cap a la purga, també redueix dràsticament el soroll d'escapament.

Cilindre de bloqueig passiu en el pistó. És un dispositiu de seguretat per quan els pistons dels cilindres que estan en funcionament queden sense pressió d'aire. Quan hi ha pressió en el cilindre, el sistema de bloqueig passiu s'anul·la, i el pistó treballa lliurement. Quan no hi ha pressió i el pistó està treballant, el sistema de bloqueig s'activa i subjecta fermament el pistó a la situació on ha quedat, per a prevenir possibles moviments. Aquest sistema és ideal per a prevenir caigudes de pressió no desitjades quan el cilindre està actuant, o el cilindre està posat verticalment.



Dispositiu anti-manipulació. Per a reguladors de pressió i lubricadors. Una vegada ajustat un sistema, es pot assegurar mitjançant tancaments anti-manipulació per a prevenir canvis d'ajustament incorrectes. Es poden precintat amb un cable, o amb un candau.



SÍMBOLS BÀSICS DE SENYALITZACIÓ DE PERILL I SEGURETAT PNEUMÀTICA

 <p>¡ATENCIÓN! AIRE COMPRIMIDO</p>	 <p>ATENCIÓN AIRE COMPRIMIDO</p>	 <p>¡ATENCIÓN! ALTA PRESION</p>	 <p>ATENCIÓN A LAS MANOS</p>	 <p>PELIGRO ENCENDIDO AUTOMATICO</p>
 <p>PROHIBIDO TOCAR LA VALVULA</p>	 <p>PROHIBIDO MANIPULAR LA VALVULA</p>			

13. TÈCNIQUES MANTENIMENT PNEUMÀTIC

INTRODUCCIÓ.

Els elements pneumàtics presenten un alt rendiment de funcionament i un elevat nombre de maniobres. Això pot fer creure que els elements pneumàtics són indestructibles. Però darrera de tot això cal tenir en compte una bona elecció dels elements, una bona instal·lació i unes mesures preventives que allarguin la seva vida.

PERTORBACIONS I AVARIES.

S'entén per *pertorbacions* al mal funcionament dels elements pneumàtics sense arribar a deteriorar-se definitivament.

L'avaria és la inutilitat total d'un element pneumàtic el qual no pot funcionar.

A nivell general poden aparèixer avaries i pertorbacions a causa de:

- Desgast natural de les peces i de les línies d'aire, que pot ser per *efectes exteriors* (influències del medi ambient) i per *influències interiors*, que en el cas de la pneumàtica depèn en molta part de que l'aire comprimit sigui més o menys pur.
- El desgast dels aparells pot conduir a la ruptura, immobilització, fuites...
- L'aire contaminat, ja sigui per excés d'oli o brutícia, pot obstruir i desgastar amb més rapidesa els elements pneumàtics.
- Les línies o canonades d'aire es poden obturar, trencar per flexió, o deteriorar-se per unes condicions exteriors negatives.
- Per *sedimentació* (d'impureses, oli...), es poden formar resistències addicionals a les xarxes i als elements pneumàtics que, alhora, provoquen una caiguda de pressió en el circuit per reducció de diàmetre útil.
- Són també dolentes les caigudes de pressió provocades per fuites o quan la pressió d'entrada és oscil·lant.

MANTENIMENT.

Definició. El manteniment és un conjunt de tècniques i sistemes que permeten preveure les avaries, efectuar revisions i reparacions eficaces, donant normes de bon funcionament als operadors i contribuint als beneficis de l'empresa.

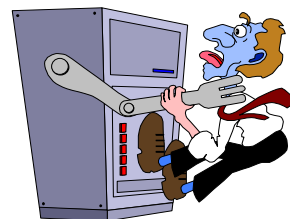
Característiques del manteniment.

El manteniment d'una màquina o instal·lació forma part del bon rendiment de la mateixa. És per això que el manteniment està relacionat amb la productivitat, objectiu últim de la màquina o instal·lació.

Una instal·lació representa una inversió inicial que es rendibilitza garantint operativitat, bon rendiment i mínimes avaries. Un adequat manteniment garanteix la correcta posta a punt de màquines i instal·lacions i minimitza les conseqüències que pot tenir una avaria per al procés productiu.

Funcions principals d'un tècnic de manteniment.

- Mantenir les instal·lacions al seu càrrec.
- Reparar les màquines quan existeixi una avaria.
- Actualitzar les màquines i els seus components.
- Recopilar i arxivar tota la documentació de les màquines al seu càrrec.
- Organitzar el material de recanvi.



- Per aconseguir els objectius d'un bon manteniment caldrà:
 - Conèixer a fons les màquines al càrrec de l'operari.
 - Tenir bons coneixements teòrics i pràctics de les tecnologies implicades.
 - Conèixer els productes que van sortint al mercat i las seves utilitats.
 - Adaptar-se de forma continuada a l'evolució de la tecnologia.

TIPUS DE MANTENIMENT.

Manteniment correctiu. Consisteix en *reparar* una màquina o instal·lació en el moment que es detecta una avaria, amb la qual cosa caldrà:

1. Desmuntar la peça o instal·lació.
2. Reparar la part o parts avariades.
3. Tornar a muntar la peça o instal·lació.

El manteniment correctiu actua inesperadament, per causa de produir-se una avaria no desitjada ni programada.

Presenta dos nivells de reparació:

1. La reparació provisional. La *xapussa* per anar tirant.
2. La reparació definitiva. Una actuació acurada i responsable.

El lema del manteniment correctiu és: ATURAT – PENSA – ACTUA.



Avantatges del manteniment correctiu.

- Aprofitament al màxim de les peces, fins que es trenquen, sense tenir en compte el temps d'utilització pel qual estaven pensades.
- No es necessita l'alta capacitat d'enginyers, ja que les tasques de reparació i recanvi l'executen treballadors de manteniment (és més important tenir manetes que tenir capacitat d'anàlisi).
- Poca infraestructura administrativa i de diagnosi.

Desavantatges del manteniment correctiu.

- Aturada de la productivitat, que pot ocasionar danys en cadena de proporcions desconegudes.
- Ambient de treball deficient per l'excessiu desgastament de les màquines (sorolls i vibracions innecessàries...)
- Nombre de treballadors relativament important en tasques de manteniment i, fins i tot, contractació d'empreses externes.

Manteniment preventiu. Es defineix com el manteniment que està orientat cap a la renovació i fiabilitat dels sistemes tècnics. Es tracta de *prevenir abans de curar*, és a dir, avançar-se a l'avaría i canviar l'element en qüestió en el moment idoni, quan el seu desgastament pot començar a crear problemes.

El manteniment preventiu avarca:

- Revisions periòdiques (visuals, sense diagnosi).
- Detectar anomalies abans de produir-se l'avaría.
- Neteja i protecció anticorrosiva d'elements.
- Lubrificació de les màquines.
- Reparació i recanvis planificats.



En el manteniment preventiu és necessari portar un control personalitzat de cada màquina o element mitjançant un *arxiu*, on es registren les característiques de l'element, hores de funcionament, avaries que hagi pogut tenir..., i es planifica el canvi del component quan la seva vida mitjana està a punt d'acabar.

Tipus de manteniments preventius (segons temps)

Diàriament.

- Cal purgar la condensació dels filtres que siguin manuals.
- Controlar el nivell d'oli en els lubricadors.

Setmanalment.

- Controlar que no hagi partícules de pols sedimentades o impureses en els fi de curses o detectors.
- Controlar, mitjançant el manòmetre, que la pressió de treball sigui l'adequada.
- Verificar que la lubricació funcioni correctament.

Trimestralment.

- Verificar d'estanqueïtat de les juntes de les connexions (evitar les fuites).
- Renovar les canonades que estan sotmeses a moviments.
- Netejar amb aigua i sabó els cartutxos dels filtres i eixugar-los amb aire comprimit en sentit contrari al funcionament normal.
- Comprovar el funcionament de les vàlvules de purga.

Avantatges del manteniment preventiu.

- Reducció dels temps perdut en avaries.
- Augment de la productivitat.
- Disminució en la immobilització de capital en el magatzem de recanvis.
- Major rendiment del personal de manteniment.
- Reducció de treball rutinari.

EINES PER ALS TREBALLS DE REPARACIÓ.

Per a llocs on hagi gran nombre de peces a reparar o per a treballs de reparació amb una freqüència de repetició elevada, és aconsellable tenir eines especials per a desmuntar els elements o substituir les peces desgastades. D'aquesta forma tractarem els elements més cuidadosament, i alhora es garantirà la substitució ràpida i correcta de les peces deteriorades.

CONSELLS PER AL MANTENIMENT DE LES INSTAL·LACIONS PNEUMÀTIQUES.

Tenint en compte que cada instal·lació o circuit és diferent en funció del seu disseny, components, usos, capacitat, etc, donarem uns consells generals que millorin la Fiabilitat d'una Instal·lació pneumàtica:

- Un disseny adequat i un dimensionament correcte evitarà problemes y estalviarà consum energètic. Això inclou l'elecció del tipus de compressor, núm. i volum dels dipòsits d'aire comprimit, etc.
- La ubicació del compressor o compressors ha de permetre la seva refrigeració, i una correcta aspiració d'aire fresc.
- Portar un control de la instal·lació del compressor, realitzant comprovacions del nivell d'oli engreixant i substitucions periòdiques del mateix.
- Revisar l'estat i tensió del sistema de corretges de transmissió del motor al compressor.
- Els filtres d'entrada d'aire al compressor s'han de netejar i substituir d'acord amb les dades del fabricant i en funció del **Pla de Manteniment Preventiu**.

- Les *trampes de drenatge* (purgues) automàtiques o manuals d'acumulació d'aigua en els trams finals de les canonades han de ser comprovades de forma habitual.
- Cal revisar i substituir els *filtres d'aire del circuit pneumàtic* quan augmenti la seva pressió de treball. Com a mínim han de ser revisats a fons anualment.
- Comprovar, a ser possible monitoritzant-ho de forma continua, la pressió i el flux de l'aire a pressió, així com el filtrat, per tal de garantir una bona qualitat de l'aire subministrat als equips pneumàtics de la instal·lació, d'aquesta forma s'evitaran avaries i parades, es reduiran despeses i s'allargarà la vida útil de la instal·lació i maquinària.
- Cal revisar a fons les *fuites del circuit pneumàtic*, en especial en connectors, acoblaments, extensions, actuadors pneumàtics, vàlvules, filtres, mesuradors de pressió i/o cabal pneumàtic, etc. Les fuites d'aire a pressió en una instal·lació pneumàtica produeix molts inconvenients com: malbaratament energètic, escalfament excessiu de compressors i vàlvules, menor durada de sistemes de engruixament i filtratge, major contaminació i residus, etc.
- Finalment dir que cal complir **TOTES LES NORMES DE SEGURETAT** dels fabricants de cadascun dels components de la instal·lació pneumàtica, especialment en quant a ubicació, subjecció, pressió i volum de treball, i sistemes contra sobrepressions, protecció de riscos mecànics, etc.

14. MANTENIMENT D'ALIMENTACIÓ

L'AIRE ÉS GRATUÏT NO ÉS GRATUÏT.

- Comprimir-lo és car!
- Hi ha varies maneres d'estalviar en despeses de servei i de millorar l'eficiència.
- Una indústria típica pot estalviar fins un 30% d'energia en la creació d'aire comprimit si les condicions són les adequades.

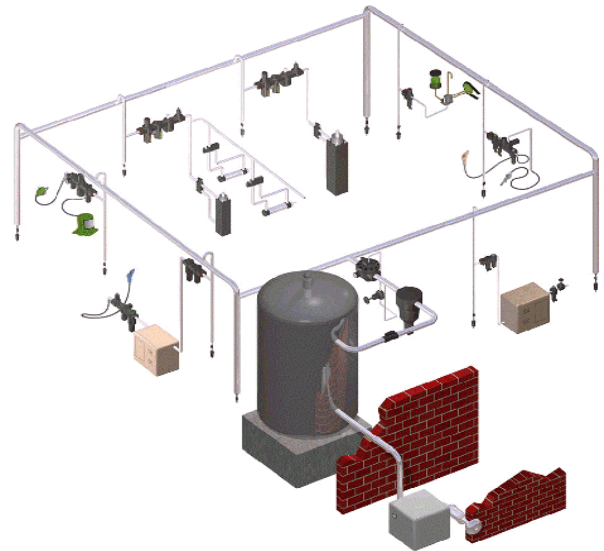
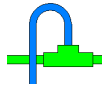
PÈRDUES ENERGÈTIQUES.

Es consideren pèrdues energètiques:

- Fuites que provoquen caigudes de pressió.
- Usos incorrectes dels cilindres per a la funció que han de fer.
- Sobre pressions, quan apliquem més pressió de la normal al circuit i els pistons del cilindres treballen sobre saturats.
- Les pèrdues energètiques provoquen un cost unitari per kW/h elèctric de compressió que pot augmentar 10 vegades després de comprimir-lo i convertir-lo en energia mecànica.

INSTAL·LACIÓ. Condicions

- L'instal·lació principal ha de ser en anell.
- Cal que hi hagi trams de canonada morta amb purgues en cada angle per a evacuar l'aigua condensada.
- Les canonades principals horitzontals cal que estiguin en pendent.
- La canonada secundària que baixa de la principal cal que derivi de la part superior d'aquesta última, per a evitar recollir condensacions i impureses cap a la màquina o cilindres.
- Unitats FRL abans de cada aplicació.



FUITES

Cap instal·lació pneumàtica està completament lliure de fuites, ara bé, les causes en les quals es considera la fuga com una avaria són:

- Connexions o empalmaments que s'hagin realitzat de forma deficient.
- Canonades danyades, ja sigui per corrosió o trencament per vibracions.
- Juntes de goma defectuoses, les quals han sofert un desgastament per excés de funcionament o aire comprimit brut.
- Unions de canonada defectuoses.
- Aixetes de purga obertes, no és una avaria, però pot provocar problemes si no es té en compte.
- Canonada corroïda quan és de coure, la qual cosa pot provocar que es foradi i tingui porus que provoquen les fuites.

COMPRESSOR, DIPÒSITS.

Les condicions que ha de reunir el compressor i dipòsits són:

- Utilitzar compressores amb sistemes que controlin l'energia de consum.
- Que l'entrada d'aire una vegada filtrat, sigui el més fresc, sec i lliure de gasos i brutícia possible.
- Que el dipòsit estigui col·locat en lloc fresc i que estigui suficientment dimensionat per a suportar breus i sobtades demandes de cabal d'aire elevat.

QUALITAT DE L'AIRE.

La qualitat de l'aire comprimit és essencial per al bon funcionament de cilindres i màquines que funcionen amb aire. Per a tenir un aire comprimit que garanteixi aquest bon funcionament dels seus elements cal:

- Fer circular l'aire per un assecador per tal d'eliminar la humitat que pugui tenir en el moment de captar-lo des de l'exterior.
- Tenir uns elements de filtratge en condicions òptimes per tal que les impureses que es puguin captar de l'exterior, partícules d'arena quan fa vent, pol·len, fums, gasos... sigui el menor possible.

CABALÍMETRE PORTÀTIL

És un aparell que té la funció de mesurar les condicions dels gasos. Si inserim temporalment un cabalímetre portàtil en una instal·lació pneumàtica pot ajudar a identificar deficiències en el sistema com.

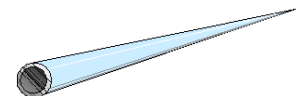
- Fuites.
- Quantitat d'aire comprimit que passa pel circuit.
- Mesura de la velocitat i temperatura de l'aire.



MINIMITZAR LAS CAIGUES DE PRESSIÓ

Per tal de que les pèrdues de pressió d'aire siguin el més petites possible, cal fer una sèrie d'actuacions i previsions:

- Quan més gran sigui el diàmetre de la canonada, menor serà la caiguda de pressió.
- A major longitud de canonada, major caiguda de pressió.
- A major complexitat de canonades (corbes, derivacions..., major caiguda de pressió.



VÀLVULES DE BOLA AMB DESCÀRREGA

Les vàlvules de bola permeten un pas de cabal d'aire suau i eficaç. S'utilitzen com a vàlvules de purga i també per aïllar diferents parts d'una instal·lació per tal de realitzar un manteniment efectiu.



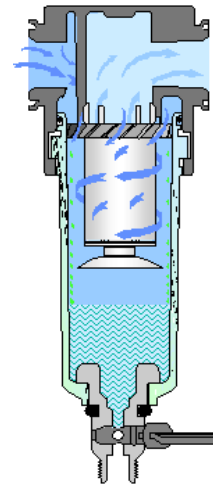
FILTRES.

Per què necessitem utilitzar filtres?

- Per a protegir la instal·lació d'impureses.
- Augmentar la vida mitjana dels components.
- Frenar la corrosió.
- Augmentar l'eficiència.
- Reduir despeses.

Els filtres també:

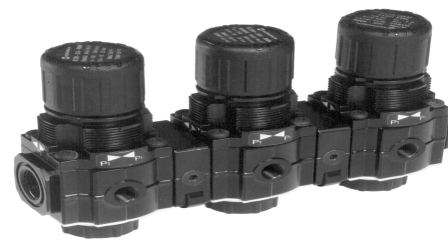
- Redueixen despeses perquè protegeixen la instal·lació.
- Separen i retenen contaminants.
- Les gotes d'aigua i les partícules sòlides són aïllades i pugades.
- L'element filtrant atrapa les partícules més petites.



REGULADORS DE PRESSIÓ.

Utilitzar reguladors de pressió ajuda a reduir l'alimentació d'aire al valor òptim, si per qualsevol motiu hi ha pressions d'aire elevades innecessàriament es poden provocar:

- Despeses energètiques innecessàries.
- Rendiments menors dels elements de funcionament.



Reguladors de pressió pretarads.

Són reguladors de pressió segura i fixa als quals no podem variar el seu valor donat que venen precintats des de fàbrica. Ideals per a alimentar pistoles d'aire i cilindres segons les recomanacions de seguretat i bon funcionament que proporciona el fabricant, a part, també ajuden a l'estalvi d'energia.



LUBRICADORS



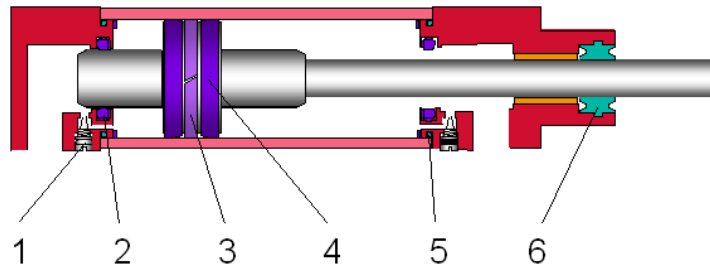
Si augmenta la fricció, per falta de lubricació, es necessita més pressió de treball i la vida útil del cilindre disminueix, per tant, la lubricació augmenta la vida mitjana de les màquines o eines pneumàtiques fins a 10 vegades.

Ara bé, també cal tenir en compte que una lubricació excessiva pot provocar problemes de sedimentació de l'oli, per tant, cal anar molt en compte amb la quantitat i la qualitat de l'oli que s'utilitza, sempre en funció del lloc i la màquina que cal lubricar.

15. MANTENIMENT DE CILINDRES

JUNTES.

Les juntes són els elements més vulnerables que presenten els cilindres i per tant el focus d'avaría més usual.



- 1 Junta del cargol d'amortiment.
- 2 Junta d'amortiment.
- 3 Aro guia.
- 4 Junta de l'èmbol.
- 5 Junta de la camisa.
- 6 Junta fregadora.

Las fuites d'aire a través de juntes danyades provoquen:

- Disminució d'eficàcia del cilindre.
- Augment del consum d'aire.

MANTENIMENT I CONSERVACIÓ.

Condicions de muntatge dels cilindres.

- Assegurar una perfecta alineació del cilindre en referència a l'esforç que ha de realitzar. L'eix del cilindre ha de ser perpendicular a la superfície que empeny.
- La pressió de treball ha de ser el més constant possible.
- Cal observar las condicions de treball del cilindre que proporciona el fabricant:
 - Pressió màxima.
 - Pressió mínima.
 - Temperatura màxima de treball.

Avaries en cilindres.

- La causa fonamental és una selecció incorrecta d'acord amb el treball a realitzar, tant si es refereix a cilindres petits que fan esforços excessius, com grans cilindres per a esforços petits.
- Si la velocitat és alta els cilindres han de portar amortiment al sortir i entrar, per tal de que no es provoquin xocs de contacte perillosos.
- Tenir en compte les condicions ambientals: pols calcària, arenosa, humida, ambient corrosiu, temperatura,...
- Evitar esforços de flexió en el pistó del cilindre.

Detecció d'averies.

- Si la força del cilindre disminueix és que hi ha l'eix gripat (ratllat), per culpa de la pols o brutícia.
- Les fuites al pistó són provocades perquè la junta d'estanqueïtat està danyada.

**Muntatge i desmuntatge.**

Per a retirar un cilindre de la instal·lació i canviar-lo per altre cal:

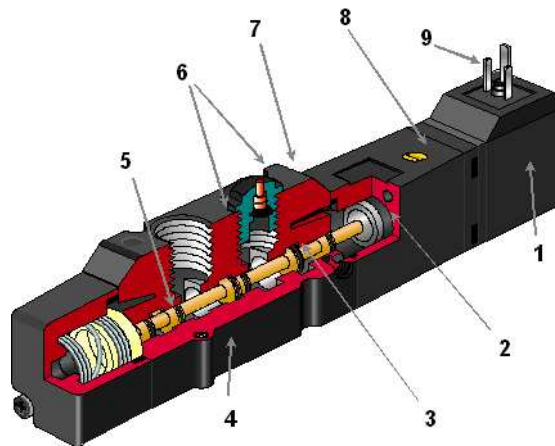
1. Comprovar que el cilindre no estigui pressuritzat.
2. Desconnectar els racors d'alimentació, vigilat que no entri brutícia a l'interior.
3. Desmuntar el cilindre del mecanisme.
4. Descargolar i cargolar evitant distorsions.
5. Desmuntar les peces y desengreixar-les.
2. Examinar detingudament les parts interiors.

15. MANTENIMENT DE VÀLVULES

VÀLVULA TÍPICA

Components d'una electrovàlvula 5/2 de retorn per molla:

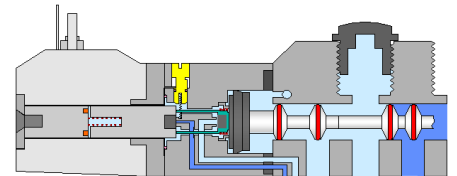
- Solenoide (15mm).
- Pistó.
- Corredora amb juntes de disc.
- Cos de la vàlvula.
- Molla de retorn.
- Vies alternatives 2, 4.
- Indicador de pressió.
- Control manual.
- Connectors elèctrics.



MUNTATGE DE VÀLVULES

Condicions de muntatge

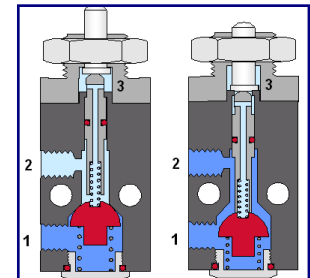
- Observar les condicions de treball donades pel fabricant.
- Retirar el distribuïdor del circuit abans de desmuntar-lo.
- No es precisen eines especials.



MANTENIMENT I CONSERVACIÓ DE VÀLVULES

Seqüència prèvia a la substitució

- Assegurar mecànicament les càrregues suspeses.
- Descomprimir el sistema.
- Buidar els acumuladors.
- Desconnectar l'electricitat.



Avaries en distribuïdors

- La major part d'avaries es produeixen per excés de brutícia a la línia.
- Altres errades poden ser causades per:
 - Excés de pressió d'aire.
 - Impureses a través dels escapaments.
 - Lubricació inadequada.
 - Esgarrapades i rebaves en el cos, corredora o allotjament de les juntes.

Detecció d'avaries

- *Fuita per escapament.* La vàlvula té alguna junta danyada.
- *Retard en el retorn.*
 - Hi ha brutícia a l'interior de les parets de l'èmbol.
 - Molla danyada (en cas de monoestables).
- *Fuita pels orificis d'accionament.* Les juntes de l'èmbol estan desgastades.
- *Èmbol bloquejat.*
 - Oli de lubricació incorrecte.
 - Pressió per ambdós costats (en cas de biestables).

Muntatge i desmuntatge

- Descargolar i cargolar l'accionament evitant distorsions.
- Desengreixar i examinar l'interior de l'èmbol.
- Netejar l'èmbol després de retirar les juntes.
- La substitució de juntes no ha de danyar-les.
- Reintroduir l'èmbol evitant deterioraments.

Manteniment i reparació

- Es poden comprovar fuites a través de les juntes alimentant els diferents orificis.
- Les vies que en una posició determinada estan connectades amb l'alimentació es taponen.
- Si existeixen fuites es detectaran en les vies no connectades amb l'alimentació d'aire.
- Les proves han de realitzar-se a diferents pressions, des de la màxima a la mínima donades pel fabricant.