



# **CFGS AUTOMATIZACIÓ I ROBOTICA INDUSTRIAL**

**MP 01: AUTOMATITZACIÓ I ROBÒTICA INDUSTRIAL**

**M1UF2: Automatització pneumàtica i electropneumàtica**

## **EXERCICI PN1 – COMPRESSORS**

**TREBALLEM ELS EQUIPS DE GENERACIÓ I TRACTAMENT  
D'AIRE COMPRIMIT**

**Alumne:** Jose Granados Diaz

**Professor:** Francesc X. Caballero

**Curs:** 2021-2022

**Data:** Dilluns 27 d'Octubre del 2021



## **EXERCICI PN1 – COMPRESSORS**

### **TREBALLEM ELS EQUIPS DE GENERACIÓ I TRACTAMENT D'AIRE COMPRIMIT**

## **PN1.**

Amb la documentació que tens penjada al Suro de l'assignatura al Clickedu, en els documents 2 al 3.3. de l'apartat: M1UF2 & M1UF3 PNEUMÀTICA I HIDRAULICA.

Has de fer un resum amb les teves paraules, de no més de 4-5 pàgines, sobre els equips de generació i tractament d'aire comprimit, incloent, como a mínim:

1. Sinòptic dels tipus de compressors existents.
2. Explicar els dos principis bàsics de funcionament.
3. Explicar que significa diferents etapes de compressió.
4. Característiques de cadascún d'ells i aplicacions.
5. Bombes de buit.
6. Explicar la necessitat de tractar adequadament l'aire comprimit.
7. Processos i equips de tractament d'aire comprimit.
8. Qualsevol altra informació que consideris escaient en relació a la generació i tractament de l'aire comprimit per a instal·lacions industrials i automatització.

Acompanya el resum amb alguna imatge que ajudi a la compressió de les explicacions.

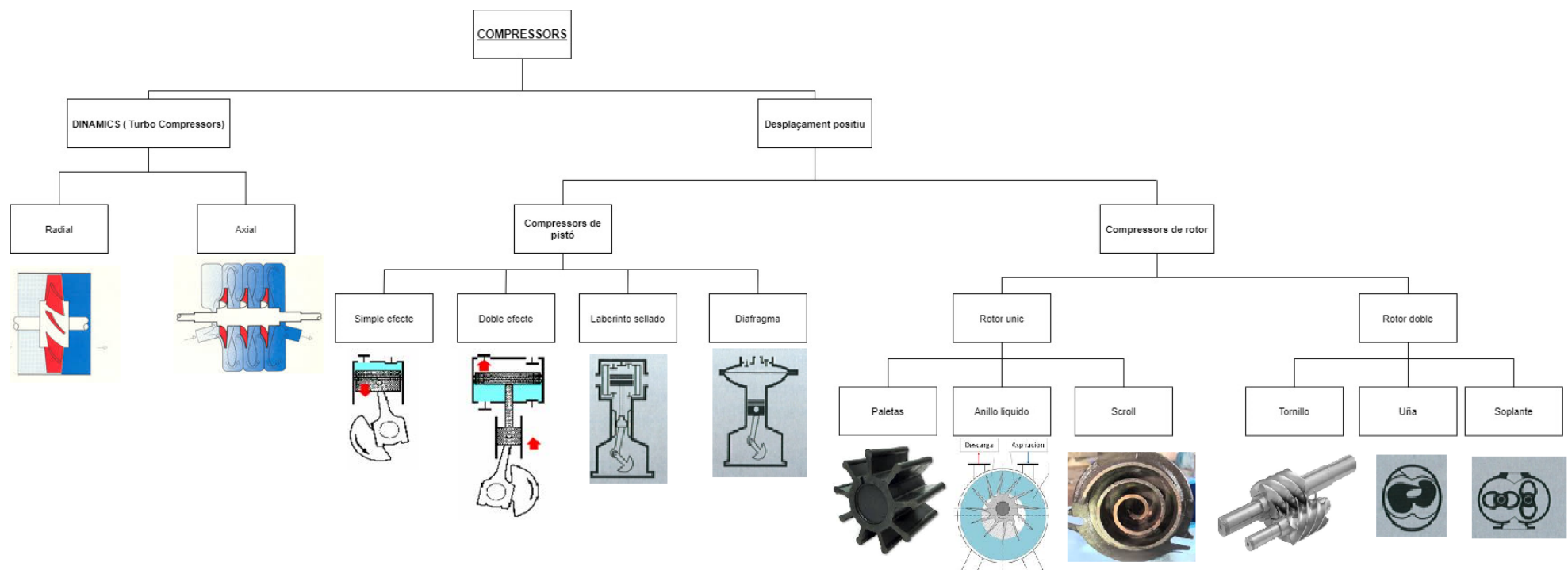
**Núm. activitat: 1** **Descripció de l'activitat:** Exercici PN1 – Compressors treballem els equips de generació i tractament d'aire comprimit

**Alumne:** Jose Granados Diaz

**Data:** 27/10/2021

**Curs:** CFGS - 1r Automatització i robòtica industrial

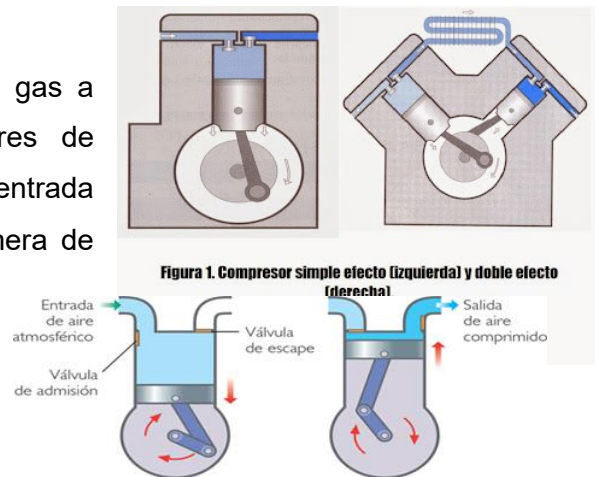
## 1. Sinòptic dels tipus de compressors existents.



## 2) Explicar els dos principis bàsics de funcionament.

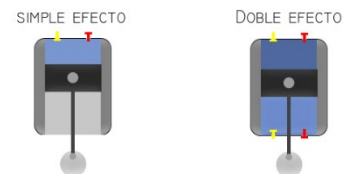
### 1. Compresors de desplaçament positiu :

Funcionament: S'obre una vàlvula i aspira l'aire o gas a pressió de l'atmosfera en una o varies càmeres de compressió on queda confinat tancant la vàlvula d'entrada del aire. El pistó puja i fa que el volum de la càmera de compressió redueixi comprimint així l'aire fins arribar a una relació de pressions establerta. Una vegada arriba a la pressió s'obra la vàlvula i l'aire es descarrega en el sistema.



Tenim dos tipus de compressors de desplaçament positiu amb pistó segons si només s'utilitza un costat del pistó per comprimir l'aire seran compressors de simple efecte.

Si s'utilitza els dos costats del pistó per comprimir l'aire es denominaran compressors de doble efecte.



### 2. Compresors dinàmics 'turbocompressor' :

En un compressor dinàmic, l'augment de pressió es donat mentre el gas flueix, estan dissenyats per un gran caudal volumètric. Les aspes d'un eix giratori acceleren el gas que flueix a gran velocitat. La velocitat del gas es transforma en pressió estàtica quan es veu obligat a desaccelerar a l'expansió en un difusor. Depenen de la direcció principal del flux de gas utilitzat es denominen compressors radials o axials.

Figura 12: Compresor axial

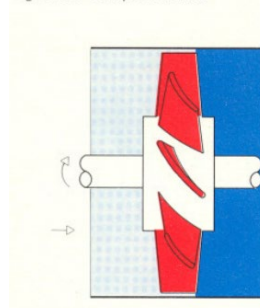
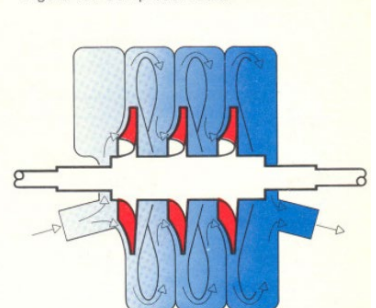


Figura 13: Compresor radial

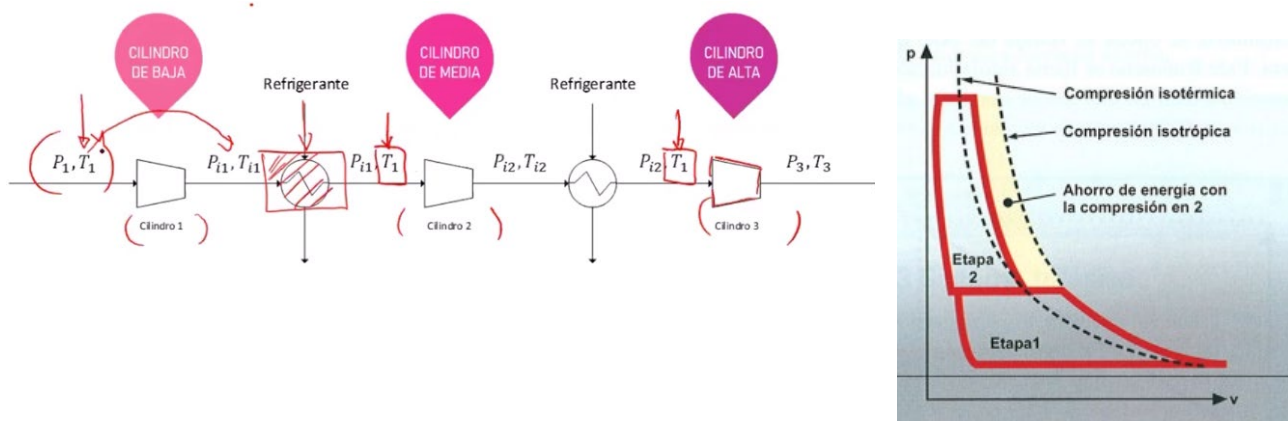


### 3) Explicar que significa diferents etapes de compressió.

Quan necessitem comprimir amb relacions molt elevades es procedeix en comprimir per etapes per minimitzar el treball del compressor.

Per poder evitar malgastar el màxim treball del compressor en comprimir a una certa pressió el que es fa es evitar l'escalfament del gas a comprimir. Si comprimíssim amb una sola etapa aquest gas s'escalfaria i provocaria una quantitat mes gran d'esforç al compressor per arribar a la pressió, llavors hauríem de refredar el gas per tornar a comprimir un altre cop, això produeix que no sigui tant eficient.

Per l'altra costat quan comprimim en etapes el que aconseguim es comprimir una primera etapa i abans de comprimir la segona etapa es refrigera el gas per poder tornar a la temperatura isotèrmica d'ell, llavors es comprimeix la segona etapa produint aixis que es torni a escalfar el gas, però abans de tornar a comprimir un altre etapa es torna a refrigerar el gas per tornar a aconseguir la temperatura isotèrmica d'ell. Amb això aconseguim el doble d'eficiència aconseguint esforços de compressió molt elevats.



### 4) Característiques de cadascun d'ells i aplicacions.

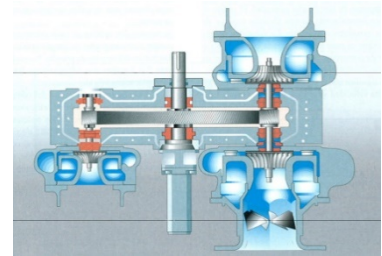
**1. Compressors Dinàmics (Turbo compressors) :** Es una maquina de caudal variable i pressió variable. Estan dissenyats per grans caudals de aire. Un canvi en la temperatura d'entrada té com a conseqüència un canvi de la capacitat.

### 1.1 Compressors dinàmics Radials ( Compressors centrífugs):

Te un flux de descarrega radial, l'aire entra per un eix amb aspes i es impulsat cap al perímetre per les forces centrífugues, augmenta la pressió i l'energia cinètica, abans de la següent etapa de compressió l'aire passa per un difusor i carcassa en espiral i converteix l'energia cinètica en pressió.. A cada etapa augmenta la pressió del compressor.

Les unitats de baixa pressió amb una sola etapa s'utilitzen per exemple en plantes de tractament d'aigües residuals.

Les unitats de alta pressió amb mes d'una etapa refrigeren en cada etapa per reduir la potencia requerida. S'utilitza normalment amb les industrials de gas, petroli...



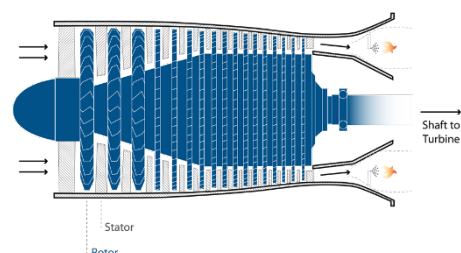
### 1.2 Compressors dinàmics Axials:

Els compressors dinàmics axials tenen un flux axial. L'aire circula paral·lel al eix a través de les aspes giratòries i estacionàries. D'aquesta manera la velocitat de l'aire augmenta gradualment al mateix temps les aspes estacionàries converteixen l'energia cinètica en pressió.

Normalment el compressor porta incorporat un tambor d'equilibri per contrarestar la força axial.

Son mes petits i lleugers que els radials. Funcionen a majors velocitats, s'utilitzen per elevats caudals constants amb una pressió relativament moderada. Es poden utilitzar per exemple en sistemes de ventilació. Amb la seva alta velocitat es pot unir a turbines de gas per generar electricitat i per propulsió de avions.

► Single-spool Axial Compressor

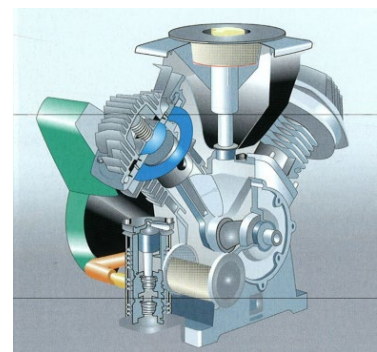


**2. Compressors de desplaçament positiu:** Es una maquina de caudal constant i pressió variable. Proporciona una relació de pressions mes alta inclús a baixes velocitats.

### 2.1 Compressors de pistó:

Es el mes antic i el mes comú en de tots els compressors industrials. Hi poden haver de simple efecte o doble efecte, lubricat o exempt d'oli i amb diversos números de cilindres i en diferents configuracions.

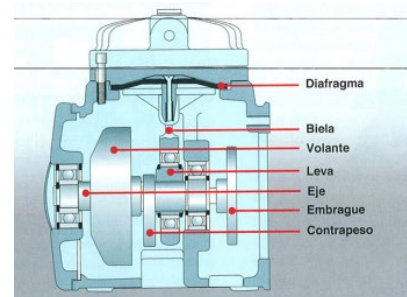
Els compressors lubricats amb oli funcionen normalment amb lubricació per salpicadurà o lubricació a pressió. Porten vàlvules auto accionades, son vàlvules que obren i tanquen per el efecte de les diferencies de pressió.



### 2.2 Compressor de diafragma:

El diafragma s'acciona mecànica o hidràulicament. Els compressors de diafragma mecànic s'utilitzen per petits caudals i pressions baixes o com a bombes de buit.

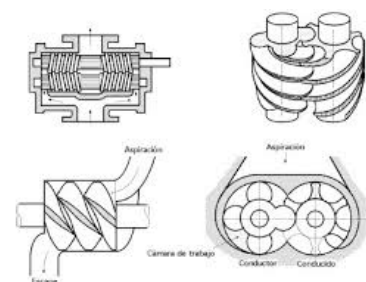
Els compressors de diafragma hidràulic s'utilitzen per les aplicacions d'alta pressió.



### 2.3 Compressors de 'Tornillo':

Es un compresor de desplaçament rotatiu en forma de cargol ofereix un caudal elevat i estable amb condicions de pressió variables.

Es constitueix de dos rotors mascle i femella, que giren en direccions oponents mentre disminueix el volum entre ells i la carcassa. Cada element del cargol te unes relacions de pressió fixes que es deuen a la longitud del pas del cargol i la forma. Per aconseguir una màxima eficiència, la relació de pressions integrada s'ha d'adaptar a la pressió de treball requerida.





- Compressors de 'Tornillo' exempts d'oli:

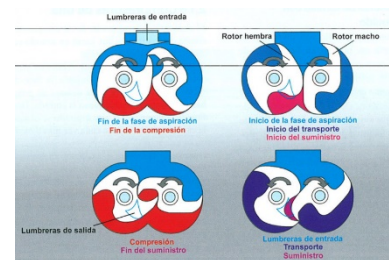
La relacions de pressions esta limitada per la temperatura entre la aspiració i la descarrega.

- Compressors de 'Tornillo' amb injecció de líquid:

Tenen una alta relació de pressions normalment amb una etapa de compressió amb pressions de 14 fins a 17bar, a costa de reduir la eficiència energètica sinó amb mes etapes.

### 2.4 Compressors de 'uña':

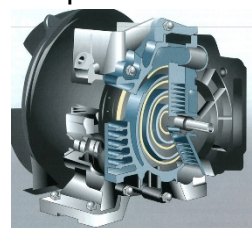
Es un compresor de desplaçament rotatiu que consta de dos rotors que giren en sentit contrari en una càmera de compressió. El procés es divideix en aspiració, compressió i impulsio. La relació de pressions màxima que es pot obtenir es amb un compresor de 'uña' exempt d'oli esta limitat per la temperatura entre la aspiracions y la descarrega. Per pressions mes altes es necessiten mes etapes amb refrigeració.



### 2.4 Compressors de 'Scroll':

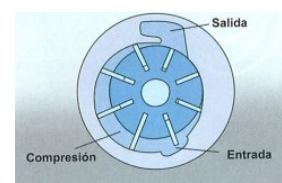
Es un tipus de compresor de desplaçament rotatiu normalment exempt d'oli amb desplaçament orbital. Es compon d'una espiral fixa en una carcassa i una espiral mòbil excèntrica.

Proporciona un flux d'aire pràcticament constant i sense pulsacions. El procés es relativament silenciós i sense vibracions.



### 2.5 Compresores de 'Paletas':

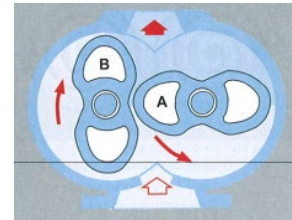
Es un tipus de compresor de desplaçament rotatiu amb un rotor de paletes flotants. Amb un procés d'aspiració, compressió i sortida. Te una pressió limitada i un caudal limitat.





## 2.6 Soplantes Roots

Es un compressor de desplaçament rotatiu sense vàlvules i sense compressió interna. Constituïts per dos rotors simètrics que giren en sentis oposats, normalment es refrigera amb aire sense oli. Tenen una baixa eficiència, estan limitats a aplicacions de molt baixa pressió i amb una etapa de compressió. Normalment s'utilitzen com a bombes de buit i transport pneumàtic. Fan molt soroll.



## 3. Altres compressors:

### 3.1 Compressors 'Booster'

Un compressor 'Booster' es aquell que comprimeix el aire comprimit a una pressió major. Es pot utilitzar per compensar la caiguda de pressió en les canonades llargues o en aplicacions que es necessita una pressió mes alta que la de la línia.

Poden tenir una o varies etapes i poden ser dinàmics o de desplaçament positiu, encara que els mes comuns son de pistó.



### 3.2 Intensificadors de pressió:

Son una forma de compressor 'Booster' accionat per el mateix aire comprimit ( Conegut com a propulsor). Poden augmentar la pressió, s'utilitzen normalment per aplicacions especials com : assajos de vàlvules, canonades i manegues en laboratoris.

Una pressió de 7 bar es pot augmentar en una sola etapa fins a 200bar, o fins a 1700 bar en equips multi etapes.

Nomes es pot utilitzar en caudals molt petits.



### 5) Bombes de buit.

El buit significa una pressió més petita que la de l'atmosfera. Una bomba de buit és un compressor que comprimeix un buit a pressions més grans, normalment la pressió de l'atmosfera. Una característica de les bombes de buit és que es pot treballar amb una pressió molt gran això explica perquè les més habituals són de varies etapes.



### 6) Explicar la necessitat de tractar adequadament l'aire comprimit.

La principal raó per haver de tractar adequadament l'aire comprimit és perquè l'aire atmosfèric conté vapor d'aigua. Com més temperatura té l'aire més quantitat de vapor d'aigua conté. Quan es comprimeix l'aire augmenta la concentració d'aigua. Per poder evitar problemes en les canonades i en les màquines que utilitzin l'aire aquest s'ha de eixugar. S'eixuga aconseguint que l'aire arribi a la temperatura de 'puntu de rocío a presión' això es tracta de la temperatura en quan el vapor d'aigua es comença a condensar i en si l'aire conté menys quantitats d'aigua.

Hi han diferents tècniques per aconseguir eliminar la humitat del aire comprimit: com la refrigeració més separació, sobrecompressió, membranes, absorció i adsorció.

### 7) Processos i equips de tractament d'aire comprimit.

#### - Refrigerador posterior:

Es un intercanviador de calor que refreda l'aire comprimit calent per així precipitar l'aigua que en cas contrari es condensaria en les canonades. Pot ser refredat per aigua o aire, normalment va acompanyat d'un separador d'humitat amb purgador automàtic.

S'ha de col·locar junt al compressor.



### -Assecador frigorífic:

Amb aquest mètode, l'aire comprimit es refreda, amb el conseqüent es condensa una gran quantitat d'aigua que es pot separar. Després l'aire es torna a escalfar a temperatura ambient perquè no es formi condensació en el exterior de les canonades.

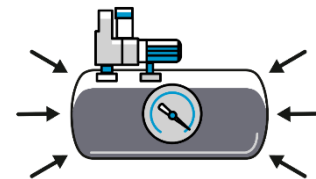
El refredament de l'aire s'aconsegueix mitjançant un sistema tancat de refrigerant.

Estan disponibles com unitats independents o com a mòduls d'eixugat integrats dintre del compressor.



### - Sobrecompressió:

Es el mètode més senzill, Es comprimeix l'aire a una pressió major que la del treball prevista. Això fa que l'aigua es concentri i seguidament es refredi l'aire i com a resultat es separa l'aire de l'aigua. Només resulta adequat per caudals d'aire molt petits degut al seu elevat consum d'energia.



### - Eixugat per absorció:

Es un procés químic, permet que el vapor d'aigua es fixi al material absorbent, El material pot ser sòlid o líquid. Es un mètode inusual i implica un gran consum de material absorbent.

### - Eixugat per adsorció:

L'aire humit flueix sobre un material 'Hidroscòpic' i s'eixuga. El material s'ha d'anar regenerant perquè es satura.

Consten de dos torres, la primera eixuga l'aire mentre la segona es regenera i es van alternant.



#### - Assecadors de membrana:

Utilitzen el procés de 'permeación selectiva' dels components del gas en l'aire. Es un cilindre que en el seu interior hi ha milers de fibres. Les fibres permeteixen que el vapor de aigua es depositi en elles i l'aire segueixi el seu circuit. Depenen de les característiques de les fibres es poden utilitzar per separar el gas del aire.

Son petits, no tenen un consum elevat, no fan soroll i no tenen peces mòbils. També tenen un manteniment facil 'Principalment filtres d'aigua en la part superior'.



#### - Filtres:

Si les partícules a separar son mes grans que el porus del filtre es podran separar per 'Efecto tamiz'. Això normalment es pot fer amb partícules mes grans de 1mm.

Pot separar el oli en forma liquida o en forma d'aerosol. Per separar l'oli en forma de vapor normalment porta un material adsorbent com carbó activat.



### 8) Qualsevol altra informació que consideris escaient en relació a la generació i tractament de l'aire comprimit per a instal·lacions industrials i automatització.

#### 1. Regulació en el compressors:

En molt cassos es necessita una pressió constant en el sistema. Per tant fa necessari regular el caudal del compressor.

Hi ha diverses maneres de regulació depenen del tipus de compressor, les variacions de pressió admissibles, la variació del consum i las pèrdues d'energia acceptables.

### **Generalment hi ha dos maneres de regulació:**

- Regulació continua del caudal: Implica el control continu del motor d'accionament o de la vàlvula d'aspiració. S'obtenen variacions petites de pressió de 0,1 a 0,5 bar.
- Regulació Tot/res es el mètode mes comú. Implica una acceptació major de la variació de la pressió entre dos valor límits. Normalment estan entre 0,3 i 1 bar de diferencia.

## **2. Control i monitorització:**

Els sistemes de regulació mes avançats es feien servir relés, que van ser substituïts per PLC's, que a la seva vegada estan sen substituïts per sistemes basats en microprocessadors. L'objectiu es optimitzar les operacions i els costos.

### **Diferents mètodes de control:**

#### **2.1 Carga- descarrega- parada:**

Amb el mètode de regulació mes comú Tot/res es necessita tenir un control en el motor i en el sistema d'aire per saber quan es necessita aire. Quan el sistema necessita aire envia una senyal a una vàlvula solenoide en la vàlvula d'aspiració del compressor. Amb el sistema de regulació analògic es pot determinar i detectar amb molta rapidesa com canvia la pressió en el sistema, poden axis controlar-lo millor.



#### **2.2 Control de velocitat:**

Els compressors amb un motor d'accionament, es pot controlar la velocitat del mateix electrònicament. Normalment amb un convertidor de freqüència que regula la velocitat del motor d'inducció. Es pot adaptar la velocitat amb la demanda d'aire de forma continua i precisa. Es pot obtenir pressions del sistema dintre de  $\pm 0,1$  bar.

#### **2.3 Monitorització de les dades:**

Tots els compressors estan equipats amb algun sistema de monitorització per la seva protecció i evitar les pèrdues de producció. El sistema processa la informació dels transductors i envia una senyal al actuador. Tenint en compte la pressió, la temperatura...

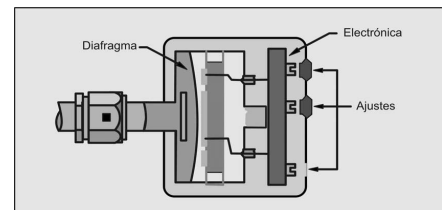
## 2.4 Mesura de la temperatura:

Per mesurar la temperatura normalment s'utilitza una sonda resistiva PTC. El mes comuns es la PTC100 es poden calibrar i comprovar amb facilitat. Connectades a un controlador que detecta el salt de resistència i envia una senyal perquè es pari el motor.



## 2.5 Mesura de la pressió:

S'utilitza un cos sensible a la pressió, per exemple in diafragma. La senyal mecànica del diafragma es converteix en senyal elèctrica. El sistema de conversió de la senyal mecànica a elèctrica pot ser sistema capacitatiu, resistiu o 'piezoelectrico'.



## 2.6 Monitorització:

L'equip de monitorització s'adapta al tipus de compressor. Això implica necessàriament una gran gamma d'equips per cobrir totes les necessitats.

Els compressors de pistó petits només estan equipats amb un interruptor de sobrecarrega convencional. Mentre que compressors de cargol grans poden incorporar varis interruptor/transductors per sobrecarrega, temperatura, pressió...

En els compressors més avançats es pot seguir el seu funcionament en un panell de control, comprovant directament la pressió, la temperatura i el estat.

## 2.7 Sistema de control integral:

Els compressors que formant part d'un sistema de varies màquines han de tenir un funcionament coordinat. Distribuïnt el temps de funcionament de les màquines es redueixen el risc de parades imprevistes.



## 2.8 Selector de seqüència de arrancades:

Es la forma mes senzilla i freqüent, el selector distribueix per igual temps i funcionament tots les arrancades entre compressors connectats. La seqüència d'arrancades es pot activar manual o automàticament seguint un programa de temps. Tots els compressors han de ser aproximadament de les mateixes dimensions.

## 2.9 Control central:

Necessita per el general un sistema relativament intel·ligent. El requisit basic es que es pugi mantenir una pressió determinada dintre d'uns límits estrets o que la instal·lació funcioni de forma econòmica. El sistema ha de ser capaç de preveure que passarà en la instal·lació i detectar a la mateixa vegada la carrega sobre els compressors.



## 2.10 Monitorització remota:

En moltes instal·lacions de compressors es necessari monitoritzar i controlar el seu funcionament a distancia. En instal·lacions petites es relativament facil connectar el compressor a una alarma, indicador de funcionament... Normalment també es possible realitzar engegades i parades a distancia. En les instal·lacions grans hi ha un gran risc degut a una gran inversió financera.

