

# Unitat didàctica 03

## Creació, tractament i distribució de l'aire comprimit

v18-05-2009

apunts

versió beta

# Obtenció d'aire comprimit. Els compressors

## Compressor

### Definició

- Màquina que, per procediments mecànics, te com a finalitat augmentar la pressió d'un gas, tot disminuint-ne el volum. Aquest augment es realitza mitjançant un intercanvi d'energia en el qual el treball exercit pel compressor és transferit al gas, de forma que aquest gas te un increment d'energia potencial. La relació de compressió és la diferència entre la pressió existent abans de la compressió i l'obtinguda una vegada comprimit el gas.
- Els compressors solen trobar-se a:
  - La majoria d'indústries, com a sistema d'energia per accionar màquines i/o eines.
  - Sistemes de refrigeració, tant industrials com domèstics.
  - En vehicles, usualment per produir l'energia neumàtica que en trens, autobusos i camions acciona frens, obertura de portes, climatització, suspensions... . En avions, per a fer funcionar el sistema anti-gel de plans, pressurització dipòsits, arrancada dels motors, obertura portes tren aterratge... En els vaixells també hi ha dispositius que funcionen amb energia pneumàtica proporcionada per compressors. Darrerament també trobem compressors en cotxes (turbocompressor, climatització, suspensió pneumàtica...)
  - En algunes indústries i en vehicles hi ha compressors + dipòsits com energia auxiliar d'emergència. Els compressors mantenen ple el dipòsit d'aire, el qual s'utilitza en cas d'emergència.
  - Plantes petro-químiques, les quals necessiten grans compressors per a traslladar els diferents gasos d'un lloc a altre de les seves instal·lacions.
  - Empreses de distribució de gasos, les quals disposen de grans compressors que transporten els gasos que comercialitzen.
- És molt habitual trobar-los, a prop del compressor, un dipòsit d'aire i també d'un motor, sovint elèctric o tèrmic, el qual acciona el compressor.

[http://www.enciclopedia.cat/fitxa\\_v2.jsp?NDCHEC=0225793](http://www.enciclopedia.cat/fitxa_v2.jsp?NDCHEC=0225793) Definició de compressor

[http://en.wikipedia.org/wiki/Gas\\_compressor](http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_compressor) Definició de compressor

<http://ca.wikipedia.org/wiki/Compressor> Definició de compressor

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ventilador> Definició de ventilador

<http://www.puska.com> Fabricant de compressors per a la indústria

<http://www.boge.com> Fabricant de compressors per a la indústria

<http://www.betico.com> Fabricant de compressors per a la indústria

<http://www.kaeser.es> Fabricant de compressors per a la indústria

<http://www.howden.com/es/Products/Compressors/default.htm> Fabricant de diversos tipus de compressors. MOLT BONA WEB

<http://www.climaveneta.it> Fabricant de sistemes de climatització domèstica i industrial

<http://www.eaton.com> Fabricant de compressors per automoció

### Característiques més rellevants d'un compressor

- Les dues més importants són:
  - Cabal proporcionat.
  - Pressió màxima que pot suportar.
- A més, però, cal tenir en compte:
  - El tipus d'energia que acciona el motor del compressor.
  - El grau de netedat de l'aire que surt.

## Energies que accionen un compressor, tipus de motors

### Energia elèctrica

- La majoria de compressors estacionaris fan servir motors elèctrics ja que sónels que ofereixen un rendiment més gran, com també prestacions avantatjoses (menys soroll, dimensions reduïdes, no cal dipòsit de combustible, no emeten fums...).

[http://www.puska.com/pages/piston\\_industrial/uncilindro.htm](http://www.puska.com/pages/piston_industrial/uncilindro.htm)

## Energia tèrmica. Motor de gasolina o bé de gasoil

- Sovint es fa servir aquesta tecnologia en compressors portàtils o bé quan hom vol disposar d'energia pneumàtica independentment de l'energia elèctrica (sistema substitutiu en cas de manca d'electricitat).

[http://www.puska.com/pages/piston\\_industrial/motor\\_combustion.htm](http://www.puska.com/pages/piston_industrial/motor_combustion.htm)

## Energia tèrmica. Motor accionat per vapor

- Actualment només s'implementen aquests motors en els compressors quan és possible aprofitar el vapor sobrant d'algun procés (VAPOR, en anglès és STEAM)

[http://www.boge.com/INT/Produkte/Druckluft\\_spezial/Turbinen/turbinen.html](http://www.boge.com/INT/Produkte/Druckluft_spezial/Turbinen/turbinen.html)

## Classificació dels compressors

### En funció del cabal

- És molt important saber que en funció del cabal i/o pressió necessaris LES CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES I EL PRINCIPI DE FUNCIONAMENT SÓN MOLT DIFERENTS.
- Es divideixen en:
  - Petit cabal.
    - En el seu full de característiques tècniques el cabal sol expressar-se en litres/minut.
    - Usualment suporten pressions no superiors a 8bar.
    - Utilitzats en tallers, agricultura, dentistes, bricolatge.
    - En aquests compressors la seva energia es fa servir de forma eventual, ja sigui per bufar, per inflar, clavar claus, per accionar mecanismes auxiliars...
  - Mitjà i gran cabal.
    - En el seu full de característiques tècniques el cabal sol expressar-se en m<sup>3</sup>/minut.
    - Usualment suporten pressions no superiors a 10bar. A l'indústria d'envasos de plàstic les pressions arriben a 45bar i en altres indústries molt puntuals als 200bar (i superiors).
    - Comunament els trobarem a mitjanes i grans empreses.
    - L'energia generada és utilitzada constantment per accionar mecanismes de màquines (actuadors lineals, giratoris...).
  - Molt gran cabal.
    - En el seu full de característiques tècniques el cabal sol expressar-se en m<sup>3</sup>/hora.
    - Les pressions màximes suportades venen donades per l'ús al qual són destinats. En el cas del transport de gasos a grans distàncies (gasoductes) s'intenta que les pressions siguin inferiors a 5bar, tant pel cost econòmic de les canonades com perquè a menor pressió menys fregaments i, conseqüentment menys cost. En el cas del sector petroquímic les pressions poden arribar a 200bar (i superiors).

apunts  
versió beta

## En funció del seu principi de funcionament

Compressors amb desplaçament positiu (desplaçament positiu: els volums d'aire es magatzemen en un <u>espai tancat</u> elevant-se la pressió)			Compressors turbo (o dinàmics o rotodinàmics) Parteixen del principi d' <u>accelerar la massa</u> , incrementant-li la velocitat. Aquest aire, en determinades circumstàncies (disminució volum de la canonada, tancar la seva sortida...) transforma la seva gran velocitat en increment de pressió.				
<p>sistema biela-manovella (èmbol alternatiu) Parteixen del principi d'introduir aire en un dipòsit, un cop introduït s'<u>hermetitza</u> el dipòsit i, a continuació, es disminueix el volum de la cambra.</p>			<p>rotatius (èmbol rotatori) Parteixen del principi d'introduir aire en un dipòsit no hermètic, un cop introduït, <u>sense hermetitzar</u> el dipòsit, es disminueix el volum de la cambra.</p>				
Compressor un sol èmbol (i un sol cigonyal)	Compressor variis èmbols (i un sol cigonyal)	Compressor membrana	paletes	cargols	roots	radials (o centrífugs)	axials

### Compressors amb desplaçament positiu

#### Compressors sistema biela-manovella (anomenats també d'èmbol, d'èmbol alternatiu, de pistó o de cilindre)

- Els primers compressors utilitzats partien d'aquest principi. En els d'una etapa s'aconsegueixen pressions fins a 14bar. El compressors d'èmbol estan molt indicats quan la pressió ha de ser alta, com també quan el cabal és petit o mitjà.

#### Pros

- Fàcil construcció, no els cal tecnologia punta.
- Simples (poques peces i fàcil reparació).
- S'aconsegueixen grans pressions (son els que permeten pressions més altes, més de 3000bar)
- Tecnologia experimentada (se saben les virtuts i defectes).
- Econòmics.
- N'hi ha de totes les mides
- Treballen òptimament tant en funcionament intermitent com en marxa contínua

#### Contres

- Molt de soroll.
- Cabal poc uniforme.
- Vibracions.
- El pistó necessita lubricació (quasi bé sempre).
- Deixen l'aire brut (degut a l'oli i a les partícules sòlides producte del fregament de les parets).
- Relació consum/rendiment superat per altres tecnologies.
- Al fregar el pistó amb la camisa cal substituir els aros periòdicament (entre 6.000h i 15.000h)

<http://www.howden.com/es/Products/Compressors/Piston/default.htm>

#### Compressor 1 pistó i simple efecte

<http://www.pneumatics.be/productie/zuigercomp01.htm> Hi ha animació funcionament compressor pistó

#### Compressor 2 pistons i simple efecte

[http://www.puska.com/pages/piston\\_industrial/doscilindro.htm](http://www.puska.com/pages/piston_industrial/doscilindro.htm)

#### Compressor 1 pistó i doble efecte

#### Compressor 2 pistons i doble efecte

## Compressor diafragma

- Comprimeixen qualsevol gas de forma segura, no contaminant i sense fuites. Especialment indicats en aplicacions que vulguin un aïllament total entre el gas i l'exterior. Els cabals dels compressors de diafragma són sempre menors que els d'altres tipus de compressors de pistó

[http://en.wikipedia.org/wiki/Diaphragm\\_compressor](http://en.wikipedia.org/wiki/Diaphragm_compressor)

[http://www.andreas-hofer.de/E/diaphragm-compressors/diaphragm-compressor\\_animation.htm](http://www.andreas-hofer.de/E/diaphragm-compressors/diaphragm-compressor_animation.htm) Animació funcionament compressor diafragma d'alta compressió (fins a 3000bar en varies etapes)

[http://www.andreas-hofer.de/E/downloads/diaphragm\\_compressors.pdf](http://www.andreas-hofer.de/E/downloads/diaphragm_compressors.pdf) Catàleg compressors diafragma

<http://www.howden.com/es/Products/Compressors/Diaphragm/default.htm> Característiques compressors diafragma

<http://www.howden.com/NR/rdonlyres/FA5325B0-ACDB-40C7-B972-803358BC5A6E/0/BrochureCompressorsBC.pdf> Catàleg compressors diafragma

### Pros

- Compressió de gasos perillosos.
- Es pot arribar a molt altes pressions (3000bar).
- No s'afegeix cap tipus d'element al gas comprimit (ni oli, ni partícules sòlides...).

### Contres

- Poc cabal.
- Baix rendiment (relació preu/quantitat de gas comprimit).
- Preu del compressor més car que altres tecnologies

## Compressors d'èmbol rotatiu

[http://en.wikipedia.org/wiki/Scroll\\_compressor](http://en.wikipedia.org/wiki/Scroll_compressor)

## Compressor Paletes

<http://www.pneumatics.be/productie/schoepencomp-groot.htm> Animació compressor paletes

[http://www.geoilandgas.com/businesses/ge\\_oilandgas/en/prod\\_serv/prod/compressors/en/downloads/slide\\_vane.pdf](http://www.geoilandgas.com/businesses/ge_oilandgas/en/prod_serv/prod/compressors/en/downloads/slide_vane.pdf) Catàleg de compressors rotatius industrials

[http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary\\_vane\\_pump](http://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_vane_pump)

## Compressor Eaton Roots (o de lòbuls o "lobulares" o "álabes" o "soplantes" o "uña rotativa")

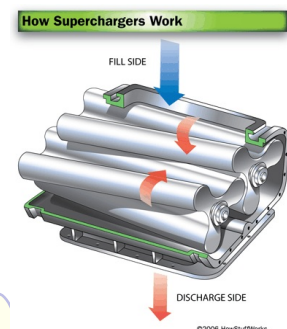
No és usual trobar aquest tipus de compressor en mecànica industrial. En automoció és fa servir per incrementar les prestacions dels motors. La sincronització dels lòbuls es fa mitjançant rodes dentades.

### Pros

- Construcció senzilla
- Pot funcionar en sec (sense oli) al no tenir fricció
- Poc manteniment
- Volum reduït
- Poc pes
- Econòmic

### Contres

- Poc increment de pressió.



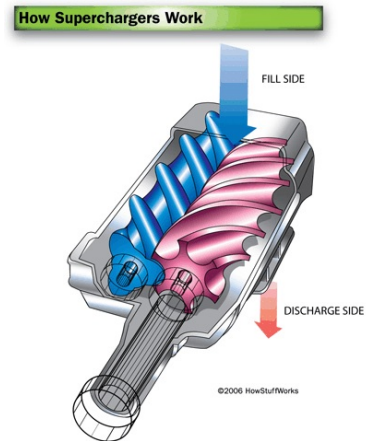
- Dificultat per obtenir una bona estanquitat.
- Poc rendiment, entre el 40 i 50% (el qual empitjora a l'incrementar-se les RPM).
- Cabal no uniforme.
- L'aire s'escalfa molt

<http://www.pneumatics.be/productie/rootscomp.htm> Hi ha animació funcionament compressor Roots  
<http://mecanicavirtual.iespana.es/turbo-compresores.htm> Web automoció, entre altres, parla dels compressors Roots  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Roots\\_type\\_supercharger](http://en.wikipedia.org/wiki/Roots_type_supercharger) compressor Roots  
<http://www.eaton.com> fabricant de compressors Roots per automoció

<http://www.pneumatics.be/productie/schoepencomp.htm> Hi ha animació funcionament compressor paletes

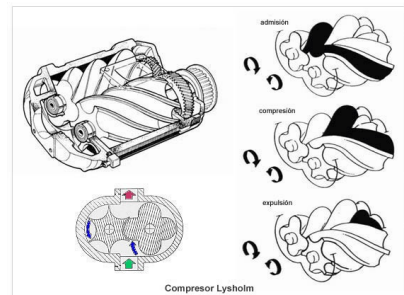
## Compressor cargols (o Lysholm)

- tot i que els primers dissenys foren fets per l'alemany Heinrich Krigar el 1878, degut a la dificultat constructiva l'invent no tingué èxit. El 1939 a Suècia, James Howden & Co. i el Professor Lysholm desenvoluparen el primer compressor de cargol que es comercialitzà. La dificultat constructiva -un cop més- fou la culpable de l'alt cost i, conseqüentment, de la poca acceptació. Anys més tard, amb la popularització del control numèric fou possible reduir el cost i millorar la precisió de fabricació. Als anys 80 del segle XX s'introdueixen en l'àmbit de l'automoció, competint avui dia amb els turbocompressors.
- A nivell industrial són els compressors que més èxit estan tenint al segle XXI. Solen constar de dos cargols, l'un mascle amb tres ales i un altre de femella amb cinc. Alguns d'ells estan recoberts de material sintètic per a millorar el lliscament i el flux de l'aire. Els dos cargols no es toquen, estan separats per un ajustatge inferior a 0,2mm. La sincronització dels cargols es fa mitjançant rodes dentades. S'aconsegueixen pressions de fins a 15bar amb una sola etapa. Cabals fins a 200m<sup>3</sup>/min ([www.howden.com](http://www.howden.com) model WRV) Amb dues etapes es pot arribar a 30bar ([www.atlascopco.es](http://www.atlascopco.es) model XRXS 566)



## Pros

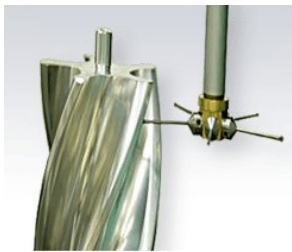
- Poques vibracions.
- Alt rendiment.
- Poc soroll.
- Cabal molt uniforme.
- Alguns d'ells exempts de lubricació
- Poc manteniment.
- Possibilitat de comprimir gasos difícils.
- Permeten produir aire comprimit net i sec.
- No hi ha parts amb fregament.
- Aire 50% més fred que en pistó ([http://air.ingersollrand.com/es/rotary\\_screw.asp](http://air.ingersollrand.com/es/rotary_screw.asp))



## Contres

- Dificultat en la fabricació.
- Poques empreses tenen la tecnologia suficient per a fabricar-los

[http://en.wikipedia.org/wiki/Twin-screw\\_type\\_supercharger](http://en.wikipedia.org/wiki/Twin-screw_type_supercharger) Compressor de cargol  
<http://www.pneumatics.be/productie/schroefcomp.htm> Hi ha animació funcionament compressor cargols  
<http://www.howden.com/es/Products/Compressors/Screw/default.htm> Fabricant compressors cargol industrials  
[http://www.puska.com/pages/serie\\_pke/serie\\_pke.htm](http://www.puska.com/pages/serie_pke/serie_pke.htm) Fabricant compressors cargol  
<http://mecanicavirtual.iespana.es/turbo-compresores.htm> Web automoció, entre altres, parla dels compressors de cargol  
<http://www.opcon.se> La divisió SRM fabrica compressors de cargol i la divisió Lysholm compressors de cargol per automoció  
<http://www.whipplesuperchargers.com/content.asp?PageID=80> Història compressor cargol



Verificació dimensional dels cargols amb palpador



Fotografia real de los rotores helicoidales del compresor Lysholm



Dipòsit i compresor de cargols Puska PKE 10bar i 600l/min Motor elèctric amb connexió estrellatriangle. Manteniment cada 2000h i canvi d'oli i filtre cada 4000h

## Turbocompressors

### Radial

[http://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal\\_compressor](http://en.wikipedia.org/wiki/Centrifugal_compressor)

### Axial

[http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Axial\\_compressor.gif](http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Axial_compressor.gif) Animació turbocompressor axial

<http://www.howden.com/es/Products/Compressors/Turbo/default.htm>

[http://www.boge.com/INT/Produkte/Druckluft\\_spezial/Turbokompressor/turbokompressor.html](http://www.boge.com/INT/Produkte/Druckluft_spezial/Turbokompressor/turbokompressor.html)

## Per a saber-ne més

<http://www.xtec.es/recursos/clic/cat/act/exper/act42.htm> Activitats pneumàtica

<http://www.sapiensman.com/neumatica/mapadelsitio.htm> Molt bona, amb molts apunts

<http://www.fiac.it> Fabricant de compressors (entre els quals els de black Decker i de Michelin)

<http://www.neumac.es> maquinària pneumàtica i hidràulica per construcció

<http://www.directindustry.es/cat/neumatica-V.html> Llistat fabricants pneumàtica

<http://www.vuototecnica.net> tècniques de buit

<http://www.pressuregauge.co.uk> tècniques de buit

<http://www.vaseco.com> tècniques de buit

<http://vacuumshopper.stores.yahoo.net> tècniques de buit

<http://www.instrutechinc.com> tècniques de buit

<http://www.pneumatics.be> Animacions funcionament compressors. MOLT BONA

<http://www.norgren.es> Material de pneumàtica

<http://www.festo.es> Material de pneumàtica

## Ubicació dels compressors

- Els compressors solen ubicar-se a l'exterior de la nau, en una caseta construïda específicament per a albergar-los. D'aquesta manera s'aconsegueix que el soroll i les vibracions no afectin on es duu a terme l'activitat empresarial. La captació d'aire se sol fer de l'exterior, ja que acostuma a tenir més qualitat que no pas l'aire de l'interior de la fàbrica el qual, sovint, conté més partícules en suspensió que no pas l'aire exterior.

## Conceptes comentats a classe que no es troben en aquests apunts i que també cal saber.

Apunts que es troben al llibre *Neumática*, autor Serrano Nicolás (s'han explicat a classe però encara no estan disponibles en versió elaborada pel professor). Cal saber aquests continguts per a poder assolir amb èxit la prova:

Tema 3, Producción, distribución y tratamiento del aire pàg 67 a 86

Tema 4 Cilindros neumáticos. Pàg 87 a 89 + pàg 98 a pàg 115

Tema 5 Actuadores de giro, pinzas y motores neumáticos. Pàg 117 a 125

Tema 10 Componentes neumáticos diversos. Pàg 203 a 216

\*\*\*\*\*

Del llibre *Aire comprimido, fuente de energía* (es troba, en versió pdf, al web del professor) cal saber:

Pàg 12 i 14, conceptes:

- Règim laminar

[http://www.youtube.com/watch?v=p08\\_KITKP50](http://www.youtube.com/watch?v=p08_KITKP50)

- Règim turbulent
- Coeficient de Reynolds

Pàg 21, concepte:

- Punt de rosada

Pàg 28 a 37, tots els conceptes exposats

Pàg 60 a 62 (simbologia de la pàg 62 NO)

Pàg 68 a 73 (fórmules matemàtiques NO)

\*\*\*\*\*

Com i per què funciona una nevera (arxiu web [www.ensenyament.net](http://www.ensenyament.net))

Assecadors frigorífic, adsorció i membrana (arxiu web [www.ensenyament.net](http://www.ensenyament.net))

\*\*\*\*\*

A més, cal saber els següents conceptes (explicats a classe però que no estan ni en els apunts ni en el llibre):

- Capa límit
- Per què volen els avions?
- Muscle pneumàtic

\*\*\*\*\*

...I les transparències de pneumàtica

\*\*\*\*\*