

“Principis bàsics de la tecnologia neumàtica”

Fonaments físics de la neumàtica

Prof. J.J. de Felipe

Presentació personal

- Departament de Màquines i Motors Tèrmics.
- E.P.S.E. Manresa, Enginyeria Fluidomecànica i Enginyeria Tèrmica, (Grau Mecànica); Generadors i Motors Tèrmics, 2^o cicle de Mines i assignatures de Grau de Industrials (Termodinàmica i Mecànica de Fluids), Recursos Energètics Renovables (Optativa transversal graus Industrials)
- Llicenciat en Màquines Navals.
- Doctor per la UPC.
- Recerca: modelització de sistemes complexes.

Índex

1. Evolució històrica. Industrialització. Automatització.
2. L'aire comprimit
3. Característiques aire comprimit
4. Fonaments físics de l'aire humit
5. Processos de l'aire comprimit

1. Evolució històrica

- La revolució industrial del segle XIX va suposar la substitució del treball humà o animal mitjançant maquinària o altres formes tècniques, per tal de fer més feina en menys temps i amb menor esforç.
- Aquesta maquinària o altres formes tècniques, des del punt de vista energètic, suposa transformar un determinat tipus d'energia en energia mecànica, és a dir, produir uns determinats moviments, en uns determinats instants de temps.

1. Evolució històrica

- Per això qualsevol tipus de maquinària o procés industrial requereix que una part de l'energia que pren la màquina es transformi en energia de potència (produir moviments), i una altra part és destinada als sistemes d'informació i comandament, que produeix a la màquina o procés, el control del moviment, tant en quantitat, com espacialment i temporalment.

1. Evolució històrica

- Esquemàticament:



Provisió energètica



Energia de potència



Sistemes de comandament i control



Treball mecànic
Moviment

1. Evolució històrica

- Així, com a exemple, una curta planxes, requereix baixar la fulla i tallar (produir el moviment), quan hi hagi una planxa, i es trobi en la posició adequada (mediatitzat pel sistema de comandament i control)



1. Evolució històrica

- A nivell històric, tant les màquines com processos eren totalment mecànics, així la provisió energètica era del tipus mecànic, un motor tèrmic (motors de vapor) era connectat a un eix on unes politges i eixos i corretges transmetien el moviment a la resta de maquinària (energia de potència) i mitjançant excèntriques, lleves, bieles, reductors i transmissions (sistemes de comandament i control) produïen els moviments requerits en les diferents màquines (treball mecànic, moviments adequats).

1. Evolució històrica

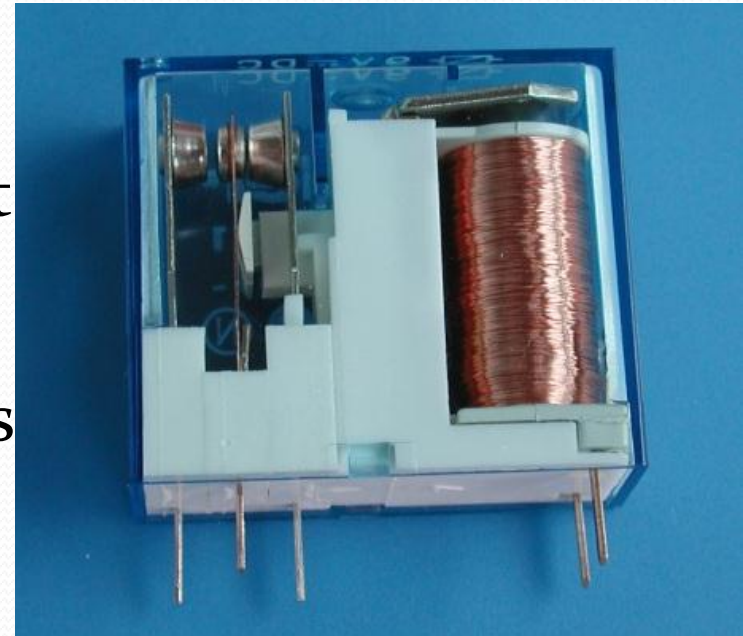


1. Evolució històrica

- Aquests sistemes eren totalment mecànics, amb dos grans inconvenients, un que tot el sistema posseïa gran massa, i per tant les energies necessàries per posar en marxa i aturar aquests sistemes era molt elevada en posseir fortes forces d'inèrcia, i l'altre que quan es havia de canviar el tipus de moviment, era molt costós, a causa de la construcció, del nou sistema de comandament i control, i el seu muntatge, que suposava parar la producció durant un elevat període de temps.

1. Evolució històrica

- A finals del segle XIX i principis del segle XX, els sistemes clàssics purament mecànics, van passar a ser sistemes elèctrics, on, la provisió energètica és del tipus elèctrica (motor elèctric, electroimants elevadors, motors elèctrics lineals, etc.), i mitjançant contactors i relés de comandament (sistemes de comandament i control) produïen els moviments requerits en les diferents màquines (treball mecànic, moviments adequats).



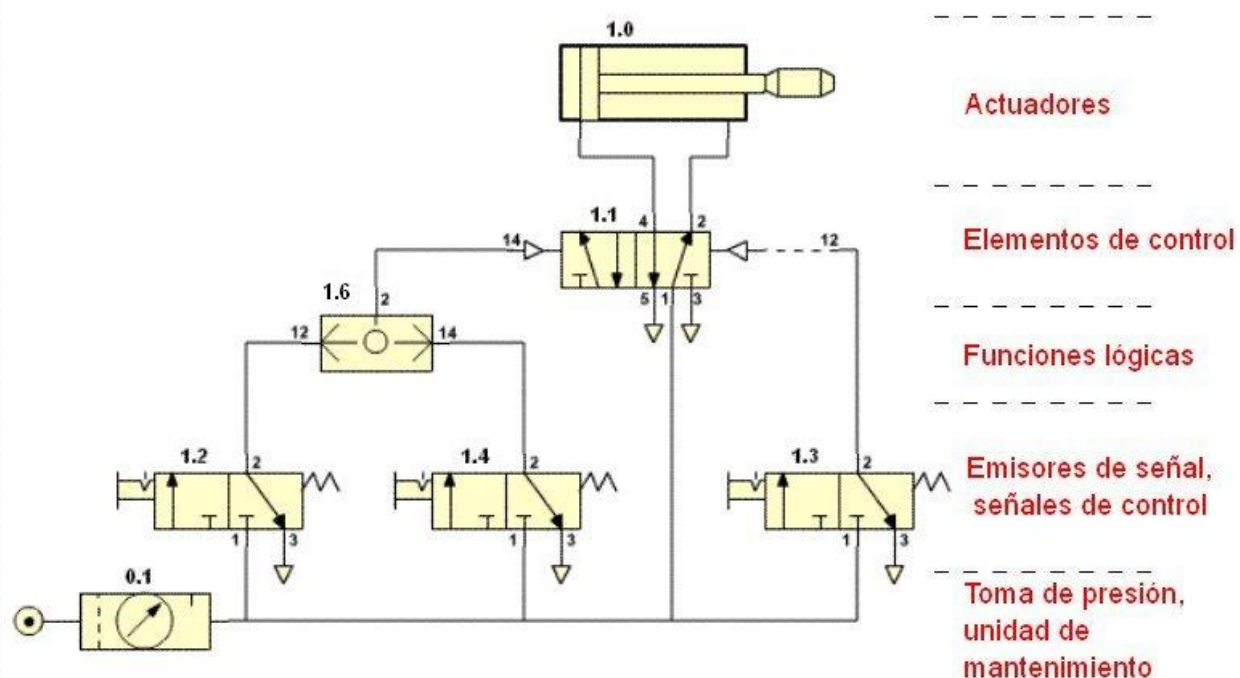
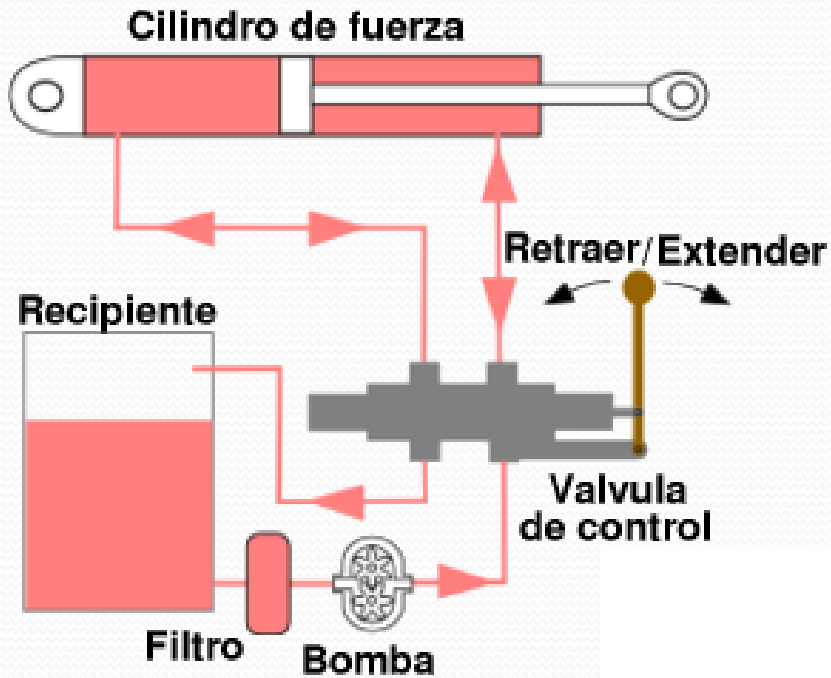
1. Evolució històrica

- L'inconvenient d'aquests sistemes elèctrics és el baix parell dels motors elèctrics i la costosa transformació de moviments angulars a moviments lineals.
- A partir de la Segona Guerra Mundial (mitjans del segle passat), i la urgent necessitat bèl·lica d'automatitzar la indústria per adequar-la a grans produccions, reapareixen els sistemes pneumàtics i hidràulics que es van utilitzar puntualment a través de la història.

1. Evolució històrica

- Els sistemes pneumàtics s'utilitzen per baixes càrregues i altes velocitats de treball, i els hidràulics per a càrregues altes i velocitats de treball baixes.
- Ambdós sistemes es basen que a través d'una provisió energètica, generalment mecànica, transformem l'energia, en energia de pressió d'un fluid (aire o oli), aquest és dirigit a les màquines, i transformen l'energia de pressió del fluid en treball mecànic a través d'uns elements denominats "actuadors", i és controlat i comandat per un sistema de vàlvules (sistema de comandament i control).

1. Evolució històrica

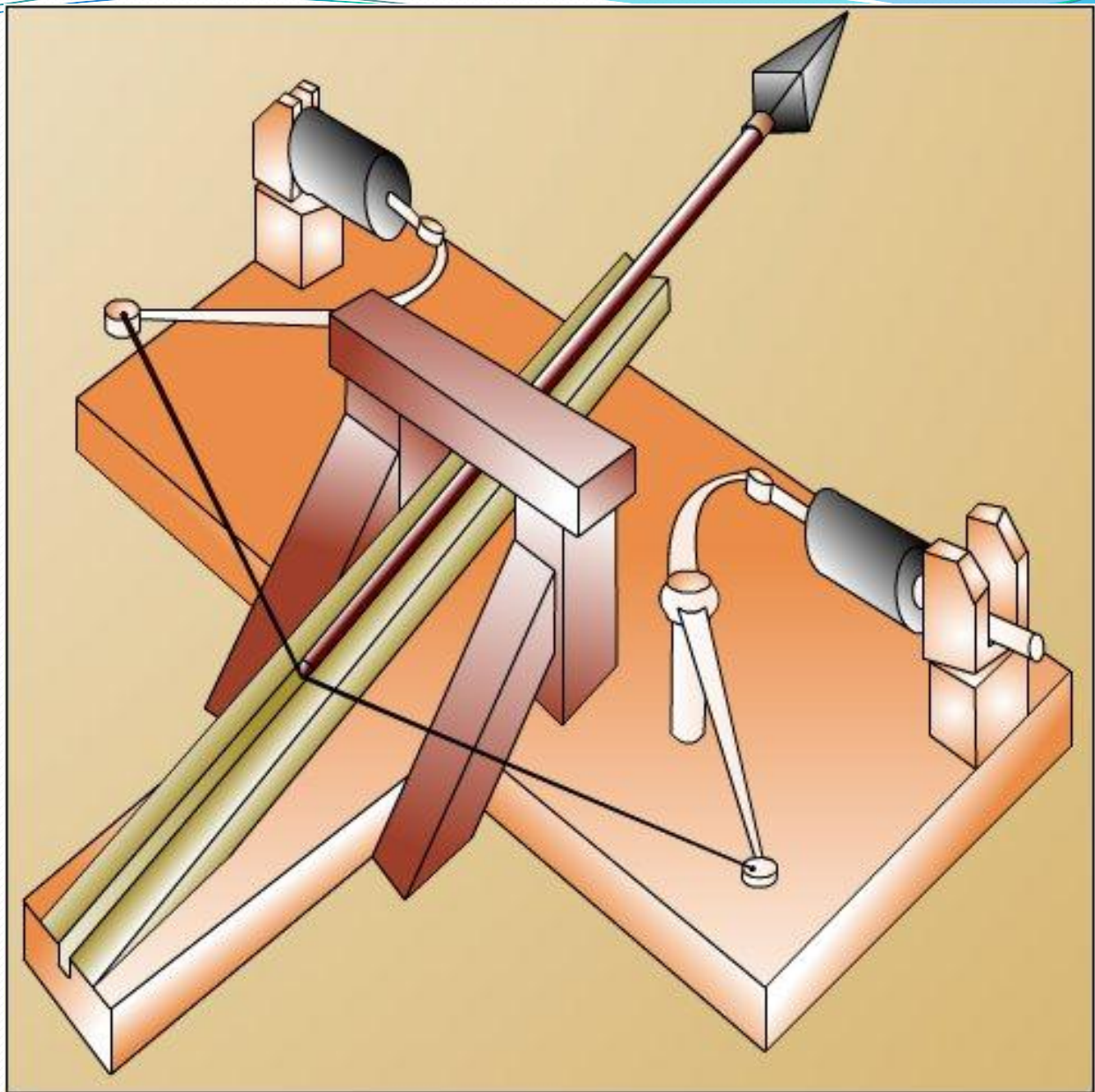


1. Evolució històrica

- Aquests sistemes són molt versàtils, amb parells elevats i facilitat de transformació de moviments, són els sistemes que avui en dia s'utilitzen essencialment, afegint-li tota la versatilitat dels sistemes elèctrics i electrònics combinats. Amb el que s'aconsegueix una significativa automatització de màquines i processos.

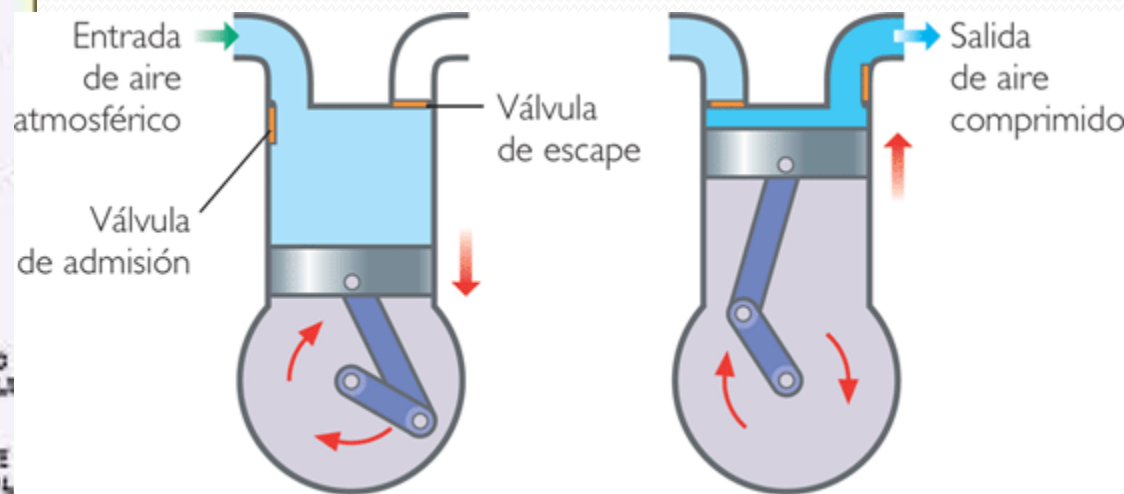
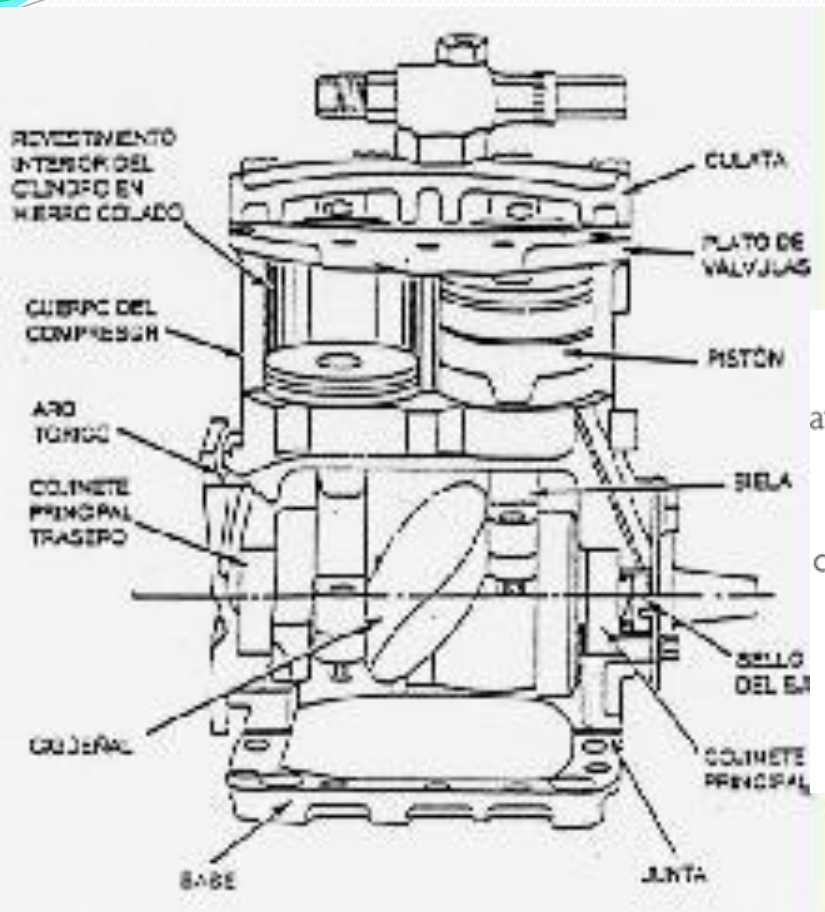
2. L'aire comprimit

- L'aire comprimit és el fluid que utilitza la pneumàtica, és una de les formes d'energia més antigues utilitzades per l'home. La seva utilització es remunta al Neolític, quan van aparèixer els primers manxes de mà, per avivar el foc de foses o per airejar mines d'extracció de minerals.
- Des d'aquestes èpoques fins al segle XVII de la nostra era, la utilització de l'aire a pressió com a energia, es va realitzar puntualment per a diverses màquines i mecanisme, així tenim la catapulta d'aire comprimit del grec KTESIBIOS, o la descripció en el segle I de la nostra era de diversos mecanismes que són accionats per aire calent.



2. L'aire comprimit

- A partir del segle XVII, es comença l'estudi sistemàtic dels gasos, i amb això, comença el desenvolupament tecnològic de les diferents aplicacions de l'aire comprimit, així, al segle XVIII es construeix el primer **compressor alternatiu**, en el XIX, s'utilitza com a font energètica per perforadores de percussió, per a sistemes de correus, per a frens de trens, ascensors, etc ..
- A finals del segle XIX, es deixa de desenvolupar a causa de la competència d'altres tipus d'energia (màquines de vapor, motors i electricitat).



2. L'aire comprimit

- A finals de la Segona Guerra Mundial, reapareix de nou la utilització a gran escala de l'aire comprimit com a font d'energia, a causa, sobretot, a les noves exigències d'automatització i racionalització del treball en les indústries.
- Estant avui en dia àmpliament implantat en tot tipus d'indústries.

3. L'aire comprimit:

característiques

- La utilització de l'aire comprimit ha tingut una ràpida expansió, per l'ampli ventall d'avantatges que té. Així podem destacar:
- L'aire és:
 - Abundant (disponible de manera il·limitada).
 - Transportable (fàcilment transportable, a més els conductes de retorn són innecessaris).
 - Magatzems (permet l'emmagatzematge en dipòsits).
 - Resistent a les variacions de temperatura.
 - Antideflagrant (no hi ha perill d'explosió ni incendi).
 - Net (el que és important per a indústries com les químiques, alimentàries, tèxtils, etc.).
 - Els elements que constitueixen un sistema pneumàtic, són simples i de fàcil comprensió).
 - La velocitat de treball és alta.
 - Tant la velocitat com les forces són regulables d'una manera contínua.
 - Aguanta bé les sobrecàrregues (no hi ha riscos de sobrecàrrega, ja que quan aquesta existeix, l'element de treball simplement s'atura sense cap dany).

3. L'aire comprimit: característiques

- Les majors desavantatges que té enfront d'altres tipus de font d'energia, són:
 - Necessita de preparació abans de la seva utilització (eliminació d'impureses i humitat).
 - A causa de la compressibilitat de l'aire, no permet velocitats dels elements de treball regulars i constants.
 - Esforços de treball limitats (de 20-30000 N).
 - Sorolls, a causa de les fuites d'aire després de la seva utilització.
 - Cost. És una energia cara, que en cert punt és compensada pel bon rendiment i la facilitat d'implantació

4. L'aire comprimit: fonaments físics

- L'aire atmosfèric, el nostre fluid energètic, conté gran nombre de compostos gasosos, així com vapor d'aigua i contaminants diversos (fums, pol·len, pols, contaminants gasosos a prop de les fonts d'emissió d'aquests productes, etc.).
- L'aire atmosfèric un cop eliminats tant el vapor d'aigua com les impureses, presenta una composició relativament constant.
- La composició aproximada en volum és:
- $N_2 \Rightarrow 78,084\%$; $O_2 \Rightarrow 20,9476\%$; $CO_2 \Rightarrow 0,0314\%$; $Ne \Rightarrow 0,00181\%$; $He \Rightarrow 0,000524\%$; $CH_4 \Rightarrow 0,0002\%$; $SH_4 \Rightarrow$ de 0 a $0,0001\%$; $H_2 \Rightarrow 0,00005\%$ i una serie de components minoritaris (Kr, Xe, O_3) $\Rightarrow 0,0002\%$.

4. L'aire comprimit: fonaments físics

- Les relacions matemàtiques utilitzades per a pressions de l'aire inferior als 12 bars, són les corresponents a les dels gasos perfectes.
- La llei dels gasos perfectes enllaça íntimament tres magnituds: pressió (p), volum (V), i temperatura (T), que estan lligades al seu torn a la compressió i expansió de l'aire.
- Per a una massa donada, la pressió, la temperatura, i el volum que ocupa es relaciona per:

$$p * v = R * T$$

$$p * V = m * R * T$$

4. L'aire comprimit: fonaments físics

$$p * v = R * T$$

$$p * V = m * R * T$$

- - v , el volum específic (m^3/kg).
- - m , la massa (kg).
- - R , la constant de l'aire ($R = 286,9 \text{ J/kg}^*\text{k}$).
- Cadascuna de les tres magnituds pot canviar. Es pot estudiar l'evolució de dues d'elles mantenint constant la tercera, això dóna lloc a una sèrie de processos importants:

5. L'aire comprimida: Processos

- Procés isotèrmic:
 - és l'estudi de la compressibilitat a temperatura constant

$$p * V = cte$$

$$p_1 * V_1 = p_2 * V_2 = cte$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

5. L'aire comprimit: Processos

- Procés isobàric:
 - és l'estudi de la dilatació a pressió constant

$$\frac{V}{T} = cte$$

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

- El coeficient de dilatació del gas es ve definit per

$$\alpha = \frac{V_2 - V_1}{V_1 * (T_2 - T_1)} = \frac{1}{273} = cte$$

5. L'aire comprimit: Processos

- Procés a volum constant:
 - és l'estudi de la variació de pressió a volum constant

$$\frac{p}{T} = cte$$

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

- El coeficient de dilatació del gas a volum constant es ve definit per

$$\beta = \frac{p_2 - p_1}{p_1 * (T_2 - T_1)} = \frac{1}{273} = cte$$