

ASSAJOS I PROPIETATS DELS MATERIALS

ASSAJOS DE DURESA

Duresa Mohs: escala de 1 al 10. Duresa al ratllat

Duresa Martens: amb un “penetrador” de diamant que té una punta que forma un angle de 90° fem una marca. Obtenim llavors una marca d’una amplada determinada. Determinem la duresa martens ΔM segons l’expressió:

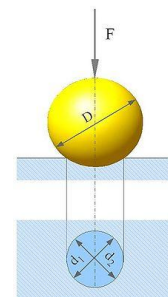
$$\Delta M = \frac{10^4}{a^2}$$

La duresa martens no té unitats i l’amplada s’ha de col·locar en micròmetres (μm)

Duresa Brinell

Amb una bola d’un material determinat i de Diàmetre conegut (en mm) apliquem una força coneguda (en N) durant un temps conegut. Així fem una marca al material que tindrà un diàmetre d determinat (en mm).

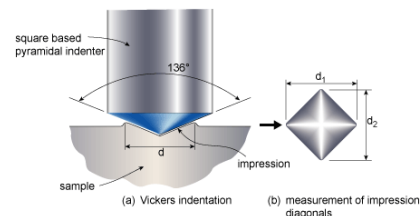
$$HB = \frac{F}{S} = \frac{2F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} [MPa]$$



Podem expressar el resultat en HBW multiplicant el resultat per *0,102

Duresa Vickers

Fem una marca amb un penetrador de diamant els angles del qual fan 136°. Aquest penetrador deixa una empremta amb una diagonal. Si la empremta és irregular considerem la mitjana de les dues diagonals.



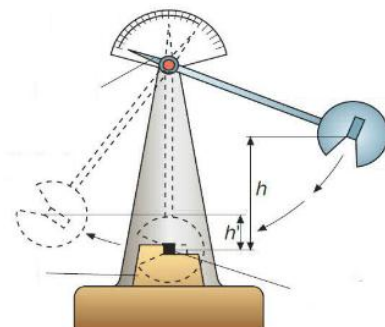
$$HV = \frac{F}{S} = \frac{1,854 \cdot F}{(diagonal)^2} [MPa]$$

Podem expressar el resultat en HV multiplicant el resultat per *0,102

ASSAIG DE RESILÈNCIA O CHARPY

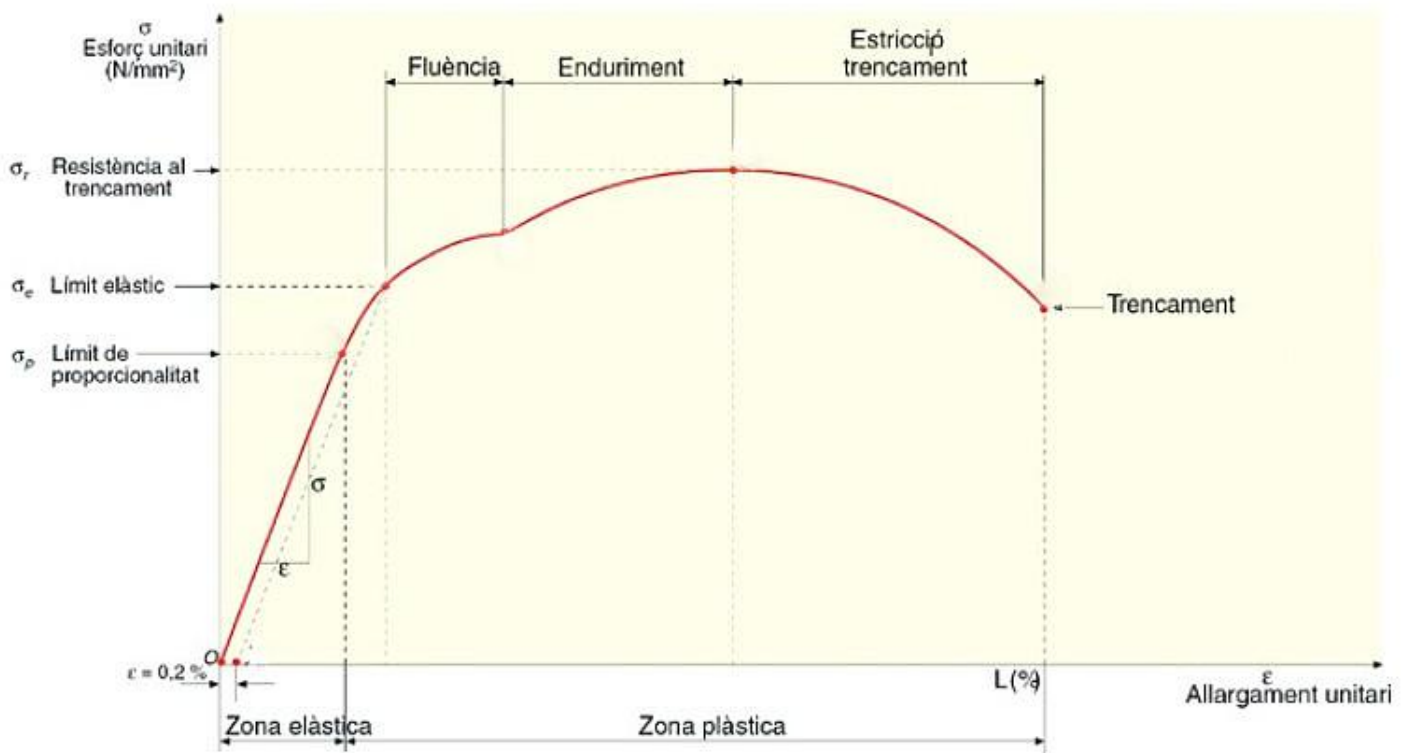
$$\rho \text{ (E. abs fins al trencament)} = \frac{E}{s_0} = \frac{m \cdot g \cdot \Delta h}{s_0} [J/mm^2]$$

A tenir en compte que la superfície de treball de la proveta és la superfície total de la secció on es troba l’entalla.



ASSAIG DE TRACCIÓ (TENSIÓ)

Determina els esforços de tracció màxims que pot suportar un material



$\sigma_r \rightarrow$ tensió de ruptura

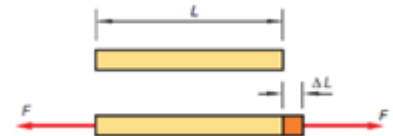
$\sigma_e \rightarrow$ límit elàstic

$\varepsilon \rightarrow$ allargament unitari

Tensió $\sigma = \frac{F}{S_0} \text{ [MPa]}$ $S_0 = \frac{\pi}{4} d^2 = \pi \cdot r^2$ [F en N i S en mm^2]

Allargament unitari

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_f - l_0}{l_0} \text{ [Sense unitats]}$$



Mòdul d'elasticitat $E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon} \text{ [MPa]}$ (només es compleix a la zona elàstica)

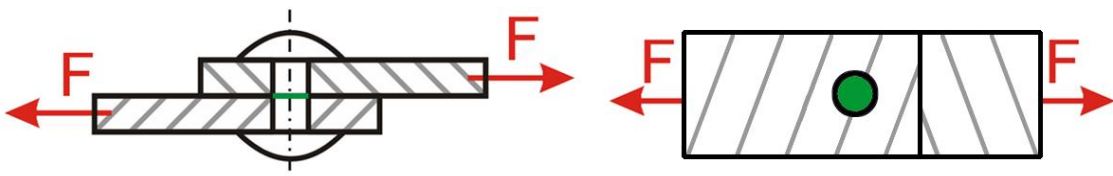
Factor de seguretat

$$n = \frac{\sigma_e}{\sigma_{treball}} \text{ [Sense unitats]}$$

$$\sigma_{treball} = \frac{\sigma_e}{n} \text{ [MPa]}$$

Tensió tallant

$T = \frac{F}{s_t} \text{ [MPa]}$ on s_t és la secció de l'element sobre el qual recau la força (verd)



PROPIETATS DELS MATERIALS

RESISTÈNCIA ELÈCTRICA

És la dificultat que oposen els materials al pas del corrent elèctric.

$$R = \frac{\rho [\Omega \cdot m] \cdot L[m]}{s [m^2]} [\Omega]$$

Cal tenir en compte les unitats de la resistivitat a l'hora de col·locar la longitud i la secció.

$\rho \rightarrow$ resistivitat del material
 $L \rightarrow$ longitud del material
 $s \rightarrow$ secció del material

DILATACIÓ

És l'increment de longitud causat per la variació de temperatura. Les unitats de la dilatació venen donades pel coeficient de dilatació (α). L'increment és el mateix en K que en °C; per tant, no s'han de fer conversions d'unitats de temperatura.

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

A partir de la fórmula de la dilatació i de les fórmules de l'allargament unitari i el mòdul d'elasticitat de la tensió podem establir les següents relacions:

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \varepsilon = \alpha \cdot \Delta T \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \rightarrow \quad \sigma = \alpha \cdot E \cdot \Delta T \quad E = \frac{\sigma}{\alpha \cdot \Delta T}$$

MECANISMES DE TRANSMISSIÓ DEL MOVIMENT

CONCEPTES

Freqüència de gir (n) = $\frac{n^{\circ} \text{ voltes}}{\text{min}} [\text{min}^{-1}]$

Velocitat angular (ω) = $\frac{\varphi}{t} [\text{rad/s}]$

Parell motor (Γ) = $F \cdot \text{dist} [N \cdot m]$

Treball (W) = $F \cdot \text{distància recorreguda} [J]$

Potència (P) = $\frac{E}{t} = \frac{W}{t} = \Gamma \cdot \omega = F \cdot v$ (si és constant)

Relació de transmissió (τ) $\rightarrow$ Determina el nombre de voltes de l'eix de sortida (2) per cada volta de l'eix d'entrada (1)

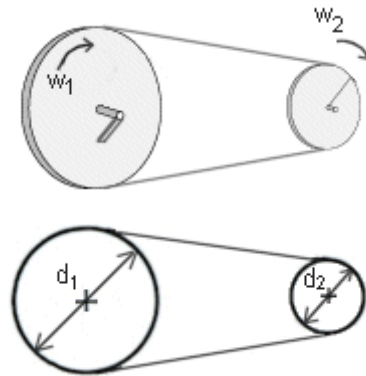
TRANSMISSIÓ PER POLITGES

S'uneixen a través d'una corretja. Hi ha un eix conductor(1) i un eix conduït (2). La relació de transmissió es pot establir de diferents maneres:

$$\tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Si $\tau < 1$ el sistema és un reductor i si $\tau > 1$ aleshores el sistema és un multiplicador.

Cal tenir en compte que en reduir la velocitat s'augmenta el parell i en augmentar la velocitat, es redueix el parell.



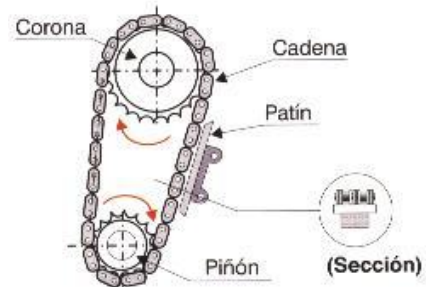
Per transmetre el moviment de la roda conductora a la conduïda es fan servir les corretges. N'hi ha de diferents tipus segons l'aplicació. Les més comunes són:

- Corretja plana: pocs esforços; lliscament elevat
- Corretja trapezoidal: augmenta la superfície de contacte → redueix el lliscament (esforços més grans). Poden tenir gomes internes perquè siguin més resistents.
- Poli V: també augmenta la superfície per reduir el lliscament i augmentar el parell de transmissió.
- Corretja dentada: garanteix el sincronisme entre les politges.

TRANSMISSIÓ PER CADENA

Quan els esforços que s'han de transmetre són elevats, la transmissió per cadena és més adient que la transmissió per corretja perquè aquesta permet transmetre més força ja que no llisca (engrana amb les dents del pinyó i la corona)

$$\tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$



On Z és el nombre de dents de cada roda

ENGRANATGES

$Z \rightarrow$ número de dents

$D \rightarrow$ diàmetre

$M \rightarrow$ mòdul. Número de dents que hi ha en un diàmetre

$$M = \frac{D}{Z} \quad [mm]$$

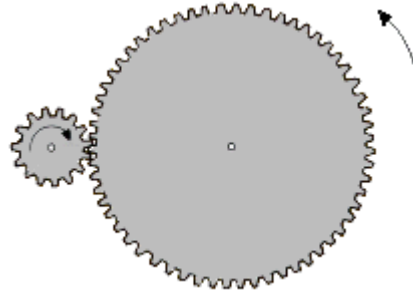
$p \rightarrow$ pas. Distància entre una dent i la consecutiva.

$$p = M \cdot \pi \quad [mm]$$

Els engranatges transmeten el moviment mitjançant rodes dentades que engranen entre si (engranen sempre que tinguin el mateix pas). N'hi ha de diferents tipus segons l'aplicació.

La relació de transmissió als engranatges es calcula de la mateixa manera que a la transmissió per cadena.

$$\tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

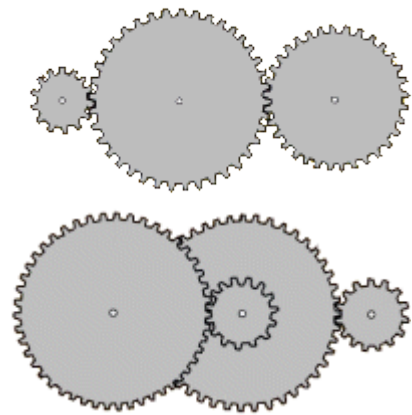


Segons el tipus d'esforç i disposició s'utilitzen uns tipus d'engranatges. Aquests són els més comuns:

- Rectes: transmissió entre eixos paral·lels.
- Cònics: transmissió entre eixos perpendiculars. Transmeten un parell elevat.
- Helicoïdals: tenen més d'un punt de contacte cosa que permet transmetre més parell.
- Vis sense fi, pinyó-cremallera ...

Els trens d'engranatges són un conjunt d'engranatges que engranen entre si i transmeten el moviment d'un a l'altre, des de l'engranatge motriu fins al conduït.

$$\tau = \frac{\omega_{\text{última roda}}}{\omega_{\text{primera roda}}} = \frac{\prod Z_{\text{conductores}}}{\prod Z_{\text{conduïdes}}}$$



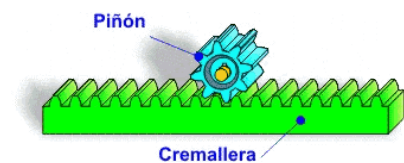
Si l'engranatge que rep el moviment alhora el transmet, és un engranatge boig; és a dir, no afecta a la relació de transmissió (és conductor i conduït).

En canvi, si l'engranatge que rep el moviment conté un altre engranatge que el transmet, aleshores aquest sistema sí que influeix en la relació de transmissió. (*engranatge central de la imatge segona*)

PINYÓ CREMALLERA

El pinyó cremallera està format per una barra dentada i una roda dentada. Aquest mecanisme permet transformar un moviment circular en rectilini i viceversa.

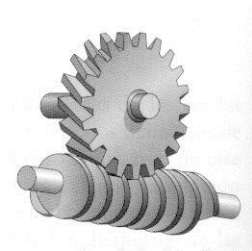
$$M = \frac{D}{Z} \quad p = M \cdot \pi \quad v = \omega \cdot r \quad v = \omega \cdot \frac{M \cdot Z}{2}$$



VIS SENSE FI

Està format per un cargol i una corona. Quan gira el cargol, gira la corona però quan gira la corona no gira el cargol → mecanisme de seguretat. El mecanisme sempre és reductor.

$$\tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{Z_{\text{cargol}}}{Z_{\text{corona}}} = \frac{(\text{num filets})}{Z_{\text{corona}}} \rightarrow 1 \text{ filet} \rightarrow \frac{1}{Z_{\text{corona}}}$$



PNEUMÀTICA I OLEOHIDRÀULICA

TEORIA

Els circuits hidràulics i pneumàtics són similars però els hidràulics necessiten un circuit per a fer retornar el fluid (oli) a la bomba.

Els circuits pneumàtics (aire comprimit) acostumen a actuar amb més velocitat que els hidràulics; en canvi, els hidràulics poden fer més força que els pneumàtics.

La **pressió** es mesura amb el manòmetre, que estan calibrats a 0 tot i que estan sotmesos a la pressió atmosfèrica. Per tant, la pressió total (Pressió absoluta) és la suma de la pressió manomètrica i la pressió atmosfèrica (1atm) $\rightarrow P_{abs} = P_{man} + 1atm$

ELEMENTS DEL CIRCUIT PNEUMÀTIC

COMPRESSOR $\rightarrow$ xarxa $\rightarrow$ DISTRIBUIDORS $\rightarrow$ xarxa $\rightarrow$ ACTUADORS

Compressors

- Volumètrics: Redueixen el volum amb uns pistons que comprimeixen l'aire. Després el desen a un dipòsit.
- Rotatius. Tenen unes pales excèntriques de manera que en rotar, hi ha una zona on es comprimeix l'aire. Una vegada comprimit es desa al dipòsit.

Distribuidors

Són les diferents vàlvules que regulen el pas de l'aire (nº vies/posicions)

Actuadors

- Motors pneumàtics: l'aire que entra mou unes pales que estan fixades a un eix. Aquest eix és el que gira com si fos un motor.
- Cilindres
 - o Simple efecte: avançament pneumàtic i retorn per molla
 - o Doble efecte: avançament i retorn pneumàtics.

ACONDICIONAMENT DE L'AIRE COMPRIMIT

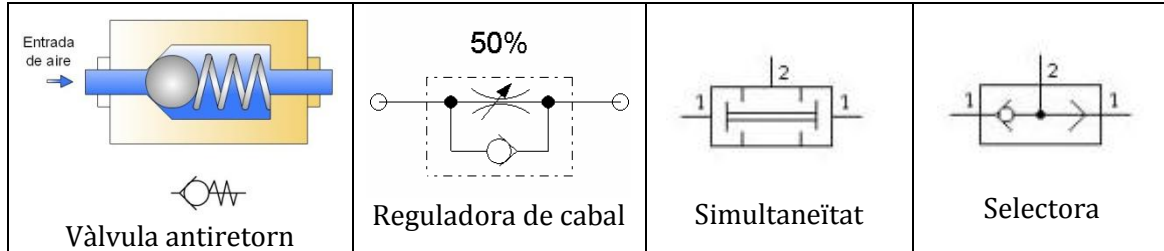
FRL $\rightarrow$ Filtre Reductor Lubricador

- Filtre: neteja l'aire que entra al circuit de la pols i altres elements en suspensió.
- Lubricador: per efecte venturi xucla unes petites gotetes d'oli per lubricar l'aire.
- Reductor: regula la secció per on passa l'aire de manera que disminueix la velocitat de l'aire.

ELEMENTS AUXILIARS

- Vàlvula antiretorn: Només permet el pas de l'aire en un únic sentit
- Vàlvula reguladora de cabal bidireccional: regula, en les dos direccions, el cabal d'aire
- Si combinem la vàlvula antiretorn i la reguladora de cabal, obtenim una vàlvula que regula el cabal en un sentit però NO en sentit contrari.

- Vàlvula de simultaneïtat: Ha d'entrar aire per les dues vies d'entrada que té perquè aquest pugui sortir per la sortida.
- Vàlvula selectora: l'aire només pot entrar per una de les dues vies d'entrada perquè pugui sortir per la sortida. Si entra per les dues alhora l'aire no surt.



FÓRMULES

$$\text{Pressió } (P) = \frac{F}{S} \rightarrow F = P \cdot S$$

$$F_{av} = P \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

$$F_{ret} = P \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

$$q \text{ (cabal)} = \frac{V [m^3]}{t [s]} = v [m/s] \cdot S [m^2] \quad (\text{també es pot expressar en l/s})$$

$$\text{Potència } (P) [W] = \frac{E}{t} = q \left[\frac{m^3}{s} \right] \cdot P [Pa] \quad (\text{cabal} \cdot \text{pressió})$$

$$\text{Treball } (W) [J] = F [N] \cdot d [m]$$

MÀQUINES TÈRMiques

PRINCIPIS DE LA TERMODINÀMICA

Calor i energia són formes de transmissió d'energia.

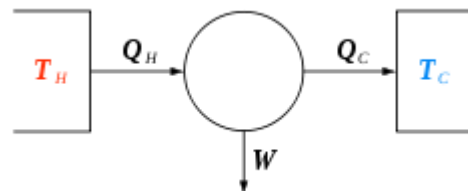
- 1r ppi: L'energia no es crea ni es destrueix, només es transforma.
- La calor flueix espontàniament del focus calent al focus fred.

Si durant aquest flux de calor col·loquem una màquina tèrmica, obtenim un treball útil.

$$Q_{f.calent} = Q_{f.fred} + W_{útil}$$

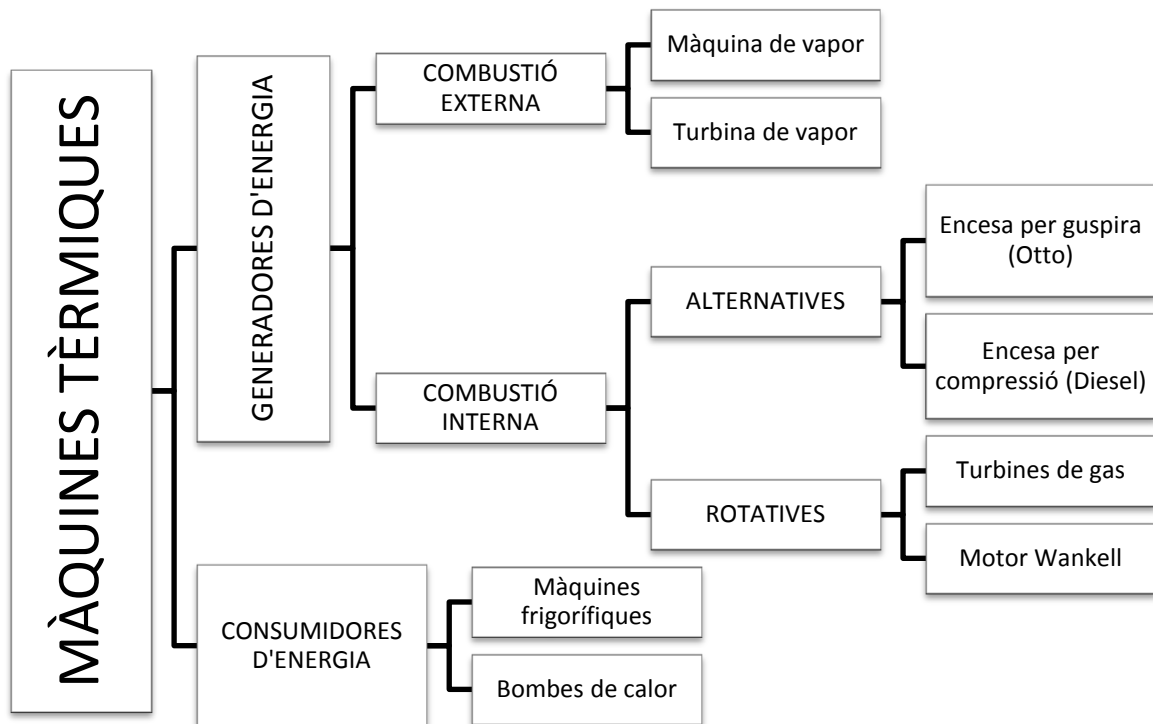
$$\eta = \frac{W_{útil}}{Q_{f.calent}}$$

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T [J]$$



Hi ha, però, un rendiment específic per a les màquines tèrmiques, el rendiment de Carnot. Aquest és el màxim rendiment que poden tenir.

$$\eta_c = 1 - \frac{T_{f.fred} [K]}{T_{f.calent} [K]}$$

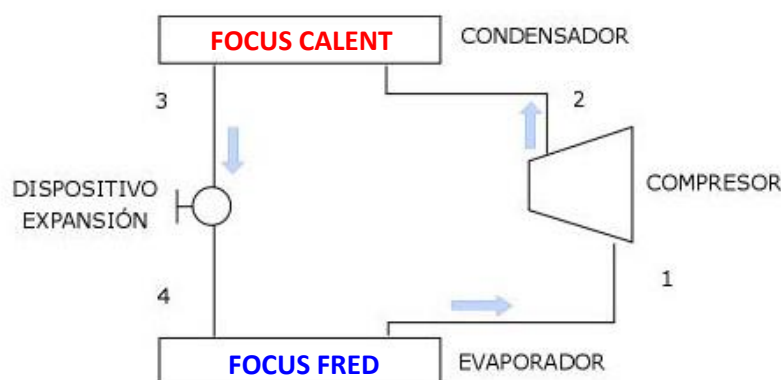


PRINCIPIIS TERMODINÀMICS DELS FLUIDS

- Quan un gas s'expansiona molt ràpidament es refreda (expansió adiabàtica)
- Quan un líquid passa a gas → evaporació → absorció d'energia de l'ambient
- Quan un gas passa a líquid → condensació → alliberació d'energia

FUNCIONAMENT D'UNA MÀQUINA FRIGORÍFICA

Es basa en la circulació d'un gas (CFC) dins d'un circuit tancat on hi ha un compressor. Els principis termodinàmics dels fluids n'expliquen el funcionament.



Aquestes màquines no tenen rendiment sinó COP (Coeficient Of Performance)

$$COP = \frac{Q_{f.fred} [J]}{W_{realitzat} [J]} \quad COP > 1$$

ELECTRICITAT

DEFINICIONS

Intensitat: càrregues que circulen per unitat de temps $\rightarrow I[A] = \frac{Q[C]}{t[s]}$

Voltatge: energia per unitat de càrrega $\rightarrow V[V] = \frac{E[J]}{Q[C]}$

Densitat de potència: Potència per unitat de longitud, superfície... $\frac{W}{m}, \frac{W}{m^2} \dots$

LLEI D'OHM

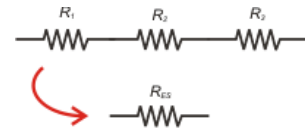
$$I[A] = \frac{V[V]}{R[\Omega]}$$

$$V[V] = I[A] \cdot R[\Omega]$$

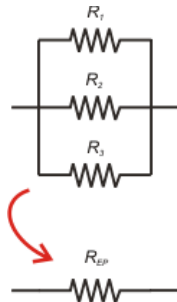
$$R[\Omega] = \frac{V[V]}{I[A]}$$

ASSOCIACIÓ DE RESISTORS

Sèrie. La intensitat que circula és la mateixa a tots els resistors. La caiguda de tensió a cada resistor varia segons el valor de la seua resistència. $I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n$ $V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$



Paral·lel. La intensitat que circula pel circuit varia a cada resistor segons el valor de la seua resistència. La caiguda de tensió és la mateixa a tots els resistors. $I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ $V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$



Si tenim un circuit amb diversos resistors que estan connectats en sèrie i en paral·lel, hem d'agrupar-los per parts per poder arribar a calcular la resistència equivalent. Els valors de caiguda de tensió, resistència i intensitat de cada resistor els calculem aplicant la llei d'Ohm.

Quan estan connectats en **sèrie**, la resistència equivalent és igual a la suma del valor de la resistència de cada resistor $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

En canvi, si estan connectades en **paral·lel**, la inversa de la resistència equivalent és igual a la suma de les inverses de les resistències dels diferents resistors.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \rightarrow R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

ASSOCIACIÓ DE GENERADORS

Cada generador té una força electromotriu $\boxed{\mathcal{E}}$ i una resistència interna $\boxed{r}$.

Podem fer connexions en sèrie, en paral·lel i mixtes.

- Les connexions en sèrie permeten augmentar la tensió d'alimentació
- Les connexions en paral·lel augmenten la durada de les piles.

Connexió de generadors	n elements individuals	Generador equivalent	
SÈRIE	$\varepsilon [V]$ $r [\Omega]$	$\varepsilon_T = n \cdot \varepsilon$	$r_T = n \cdot r$
PARAL·LEL	$\varepsilon [V]$ $r [\Omega]$	$\varepsilon_T = \varepsilon$	$r_T = \frac{r}{n}$
MIXT	X: branques en paral·lel de n elements en sèrie	$\varepsilon_T = n \cdot \varepsilon$	$r_T = \frac{n \cdot r}{X}$

FÓRMULES I RELACIONS

Velocitat de sincronisme d'un motor asíncron.

$$n_{sinc} = \frac{60 \cdot f}{p} [rpm] \quad \text{on } f \text{ és la freqüència en } Hz \text{ i } p \text{ el nombre de parells de pols}$$

Lliscament d'un motor asíncron

$$s = \frac{n_{sinc} - n}{n_{sinc}} \quad \text{on } n_{sinc} \text{ és la velocitat de sincronisme i } n \text{ la velocitat del rotor } \left(rpm \text{ o } \frac{rad}{s} \right)$$

Caiguda de tensió (e) en un conductor. Es produeix perquè el conductor ofereix una petita resistència al pas del corrent elèctric.

Segons la llei d'Ohm i la fórmula de la resistència elèctrica podem saber el potencial que cau al conductor.

$$e [V] = R \cdot I = \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot I$$

Llei de Joule. Determina l'energia perduda en forma de calor al llarg d'un conductor.

$$Q = 0.24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t [cal] \quad \text{o bé} \quad Q = R \cdot I^2 \cdot t [J]$$

Potència i energia; relacions.

$$P [W] = \omega \cdot \Gamma$$

$$P [W] = \frac{E}{t} = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

$$E [J] = P \cdot t = V \cdot I \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$1J = 0,24cal \rightarrow 4,18J = 1cal$$

$$1kWh = 3,6MJ \rightarrow 1kW \cdot h \cdot \frac{1000W}{1kW} \cdot \frac{1J}{1W \cdot s} \cdot \frac{3600s}{1h} = 3600000J = 3,6MJ$$

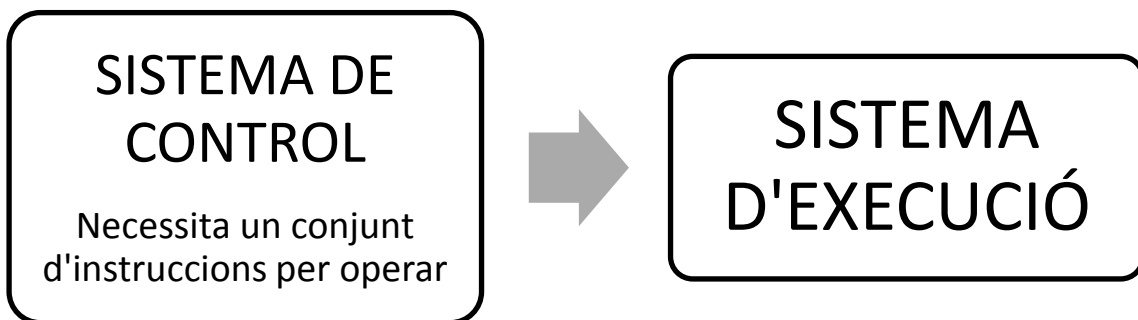
LÒGICA DIGITAL

AUTOMATITZACIÓ

Amb els processos d'automatització es pretén optimitzar el procés de fabricació per estalviar costos, energia... en conclusió, augmentar el rendiment

$$MATERIALS + ENERGIA + MÀ D'OBRA \rightarrow PRODUCTE$$

CONFIGURACIÓ DELS SISTEMES AUTOMÀTICS



El sistema de control pot ser de llaç obert o de llaç tancat

- **Llaç obert:** les variables de sortida no depenen de les variables d'entrada (programa d'una rentadora → executa el programa seleccionat independentment de la roba que hi hagi a l'interior)
- **Llaç tancat:** les variables de sortida depenen de les variables d'entrada (un termòstat)

VARIABLES DELS SISTEMES AUTOMÀTICS

Els sistemes automàtics es classifiquen en funció de les variables

- Sistemes analògics: magnituds de valors contigus
- Sistemes digitals: magnituds de valors discrets
 - o Combinatoris: per una determinada combinació d'entrada hi ha una única combinació de sortida
 - o Seqüencials: són sistemes amb memòria; la sortida depèn de la combinació d'entrada i de l'estat anterior del sistema.

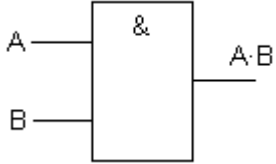
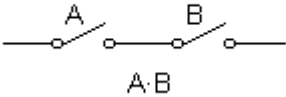
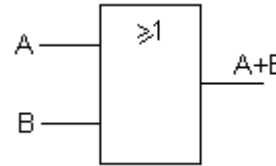
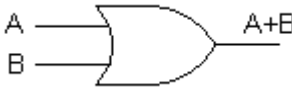
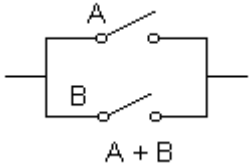
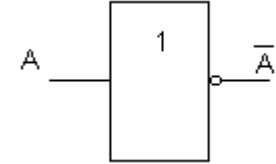
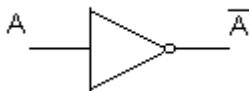
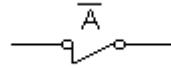
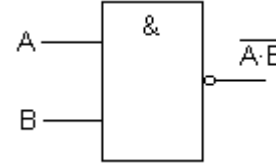
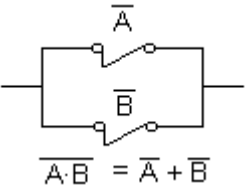
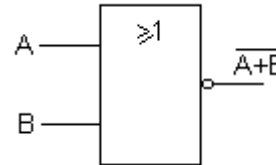
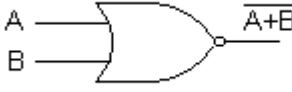
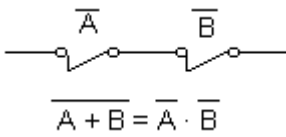
ÀLGEBRA DE BOOLE

Es basa en la teoria de conjunts i s'aplica a sistemes en els quals les variables són només 0 o 1

Té tres operacions que corresponen a diferents portes lògiques bàsiques.

- Suma lògica $a + b$
- Producte lògic $a \cdot b$
- Negació $\bar{a}$

FUNCIONS LÒGIQUES BÀSIQUES

OPER.	FUNCIO	SÍMBOL		ESQUEMA
		Normalitzat	No normalitzat	
AND	$f = a \cdot b$			
OR	$f = a + b$			
NOT	$f = \bar{a}$			
NAND	$f = \overline{a \cdot b}$			
NOR	$f = \overline{a + b}$			

PROPIETATS DE L'ÀLGEBRA DE BOOLE		
COMMUTATIVA	$a + b = b + a$	$a \cdot b = b \cdot a$
ASSOCIATIVA	$a + (b + c) = (a + b) + c$	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
DISTRIBUTIVA	$a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$	$a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$

La **taula de la veritat** és una taula que mostra els resultats de les operacions lògiques d'un circuit per tal de saber quines són els diferents estats que pot prendre segons els valors de les entrades

Les **lleis de Morgan** permeten establir relacions entre els productes i les sumes negats.

$$\overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b} \qquad \overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$$

La **forma canònica** d'una funció booleana és aquella que conté totes les variables. N'hi ha de dos tipus

- Minterms: suma de productes.
- Màxterms: producte de sumes.

Obtenció de la funció lògica a través de la taula de la veritat

Utilitzem els minterms.

- Agafem les files que tenen com a resultat de la funció 1 i multipliquem totes les seues variables
 - o Les variables que valen 1 es col·loquen normals
 - o Les variables que valen 0 es col·loquen negades

Nota: en cas d'haver-hi moltes files que donen 1, busquem la funció negada.

Exemple:

a	b	c	f
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	0
1	1	0	1
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	0

$$f = a \bar{b} \bar{c} + a b \bar{c} + a \bar{b} c \rightarrow \text{simplificació} \rightarrow f = a \cdot (\bar{b} + \bar{c})$$

a	b	c	f	$\bar{f}$
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	1	1	0

$$\bar{f} = \bar{a} b c \rightarrow f = \overline{\bar{a} b c} = \bar{\bar{a}} + \bar{b} + \bar{c} = a + \bar{b} + \bar{c}$$