

MÀQUINES TÈRMiques

(Part descriptiva 2n Btx T.I.)

ÍNDEx

1. **CONCEPTES BÀSICS**
2. **HISTÒRIA I EVOLUCIÓ (1 I 2)**
3. **CLASSIFICACIÓ**
4. **GENERADORS DE VAPOR I TURBINES**

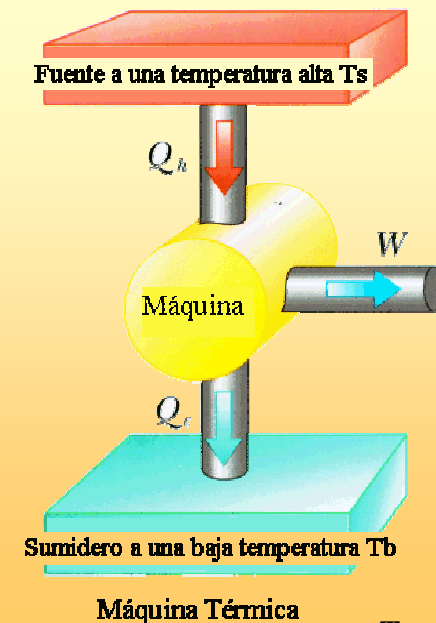
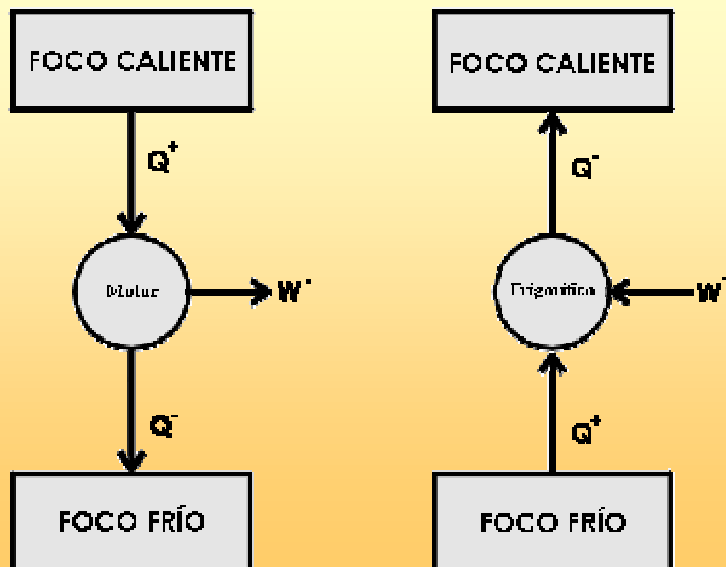
MÀQUINES TÈRMIQUES: Definició

(Part descriptiva 2n Btx T.I.)

Són dispositius mecànics capaços de:

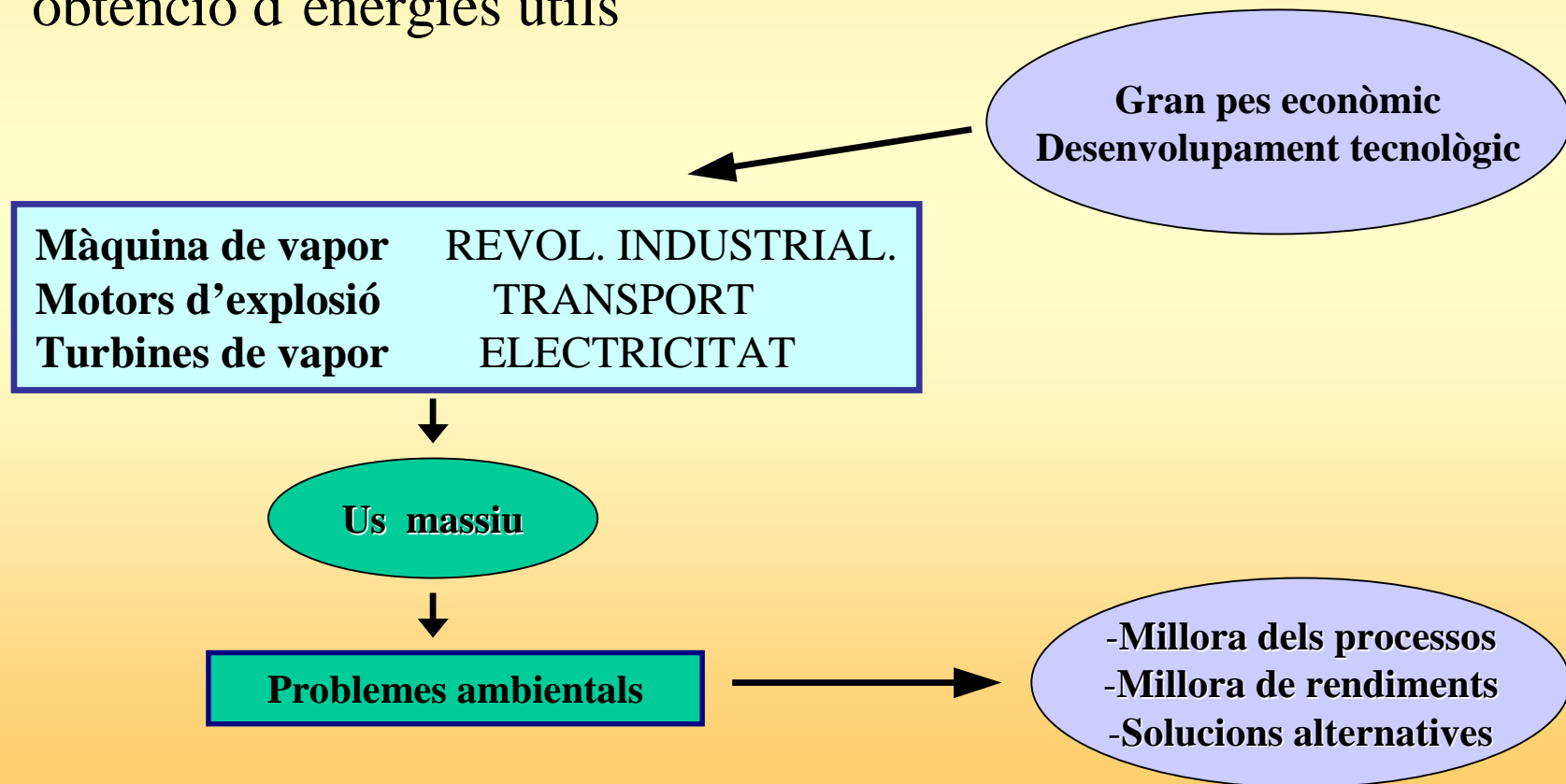
- Convertir la calor en treball
- Extreure la calor d'un cos fred i cedir-la a un de calent

Varien les direccions energètiques espontànies que planteja el 2n principi de la termodinàmica, si bé sempre amb pèrdues cap a l'exterior del sistema.



HISTÒRIA I EVOLUCIÓ (1)

Les màquines tèrmiques han tingut una gran importància en el desenvolupament tecnològic dels transports, indústries o obtenció d'energies útils



HISTÒRIA I EVOLUCIÓ (2)

-**1.600 – 1.700** Inicis d'experimentacions amb l'energia en forma de calor (Olles a pressió, bombes hidràuliques,...)

- **Thomas Newcomen (1.663 –1.729): Màquina de vapor atmosfèrica** (Dificultat de construir cilíndres, gran consum de vapor i de carbó)

- **James Watt (1.736 – 1.819): Estudi del calor latent** de fusió i vaporització. Millora màquina de vapor amb reducció de combustible, però encara atmosfèrica. Introducció del **regulador centrífug**. **Gran expansió a nivell industrial**

-**1.770 Nicolas Cugnot:** Primer vehicle amb maquina de **vapor** a pressió. Poc èxit per elevat pes

-**1.804: Locomotores a vapor d'alta pressió.** (Degut a la millora de la ind. Metal·lúrgica)

-**1.805 – 1.830:** Primeres màquines frigorífiques per compressió d'èter [Història màquines frigorífiques](#)

-**1.860 – 1.880 Motors d'explosió**

-**1.885 Primeres turbines de vapor** (Eficàcia superior als mecanismes alternatius)

-**1.890 Motor amb encesa per compressió** (Rudolf Diesel)

-**1.912 Turbines de vapor de 25 MW.** Actualment turbines 4.000 MW



CLASSIFICACIÓ

MÀQUINES TÈRMIQUES

M. T. TRANSF. D'ENER. TÈRM.

M. T. GENERADORES D'ENERGIA MECÀNICA

- Converteixen calor en treball (parcialment)
- Reben calor d'una font d'alta temp
- Alliberen calor a una font de baixa temp

M. T. CONSUMIDORES D'ENERGIA MECÀNICA

- Reben calor d'un cos fred i el porten al calent
- Fan un treball per provocar un flux de calor invers

De **COMBUSTIÓ EXTERNA**

Generador de vapor i turbina

De **COMBUSTIÓ INTERNA**

ALTERNATIVES

Encesa per guspira
(Cicle Otto
Motor 2 o 4 temps)

Encesa per Compressió
(Diesel)

ROTATIVES

Motor Wankel

Turbina de gas
Motor reacció

COGENERACIONS (Mixtes)

FRIGORÍFIQUES

BOMBES DE CALOR



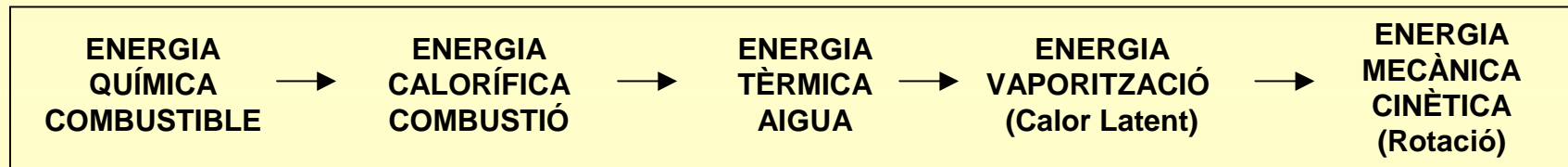
GENERADORS DE VAPOR I TURBINES

(Màquines tèrmiques generadores d'energia mecànica, de combustió externa)

Els **GENERADORS DE VAPOR** són instal·lacions complexes en les quals s'aprofita la calor de la combustió d'un combustible per cedir-la a una massa d'aigua que es transforma en vapor.

Poden operar a diferents pressions de vapor: - Baixes per transmissió de calor

- Altes per generació d'energia mecànica



TURBINES (1)

Les TURBINES són màquines que realitzen un treball per expansió d'un flux de vapor a alta pressió, transformant l'energia del vapor en energia mecànica de rotació.

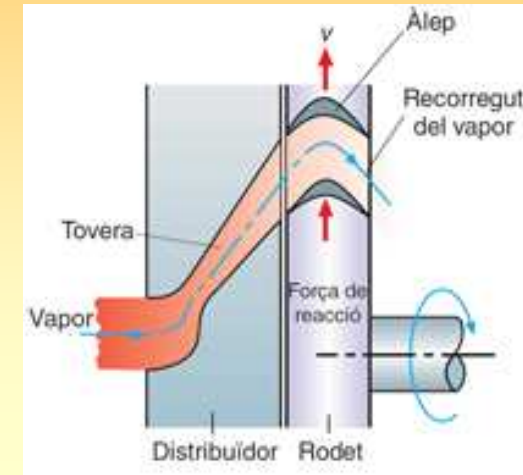
El seu ús principal és a les centrals termoelèctriques a on accionen els alternadors per generar corrent elèctric.



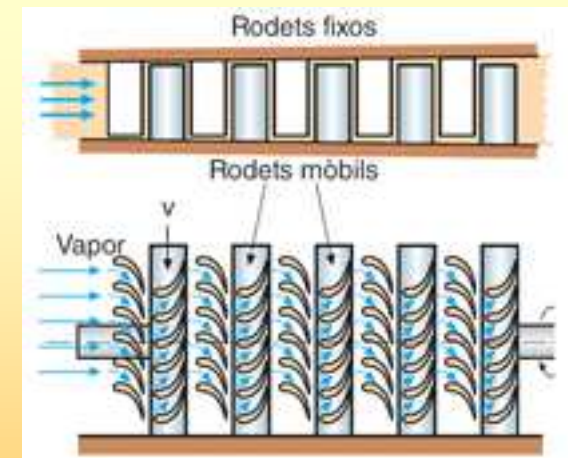
TURBINES (2)

Dins de la gran variació de models de turbines, pot diferenciar-se:

- **TURBINES D'ACCIÓ:** El vapor que arriba es distribueix a tota la secció per mitja de diferents toveres. A la sortida de les toveres s'expansiona i transforma la seva energia en cinètica a alta velocitat, incidint sobre els àleps d'una roda que es obligada a girar.



- **TURBINES DE REACCIÓ:** Consten de rodets uns amb àleps fixes i altres amb àleps mòbils muntats de forma alternativa. Els fixes fan la funció de toveres conduint el flux de vapor al següent rodet mòbil i així successivament, connectant-se tots a l'arbre de sortida. Els diàmetres dels rodets són creixents per l'expansió del vapor (Pèrdua de pressió i augment de la velocitat).



A les instal·lacions a alta pressió (superiors a 100 bars) no es pot aprofitar tota l'energia del vapor en una sola turbina per l'alta velocitat produïda. En aquest cas es fa per etapes en diferents turbines



CLIPS DE FUNCIONAMENT TURBINES

Funcionament d'un tren amb una màquina de vapor alternativa

http://www.bbc.co.uk/history/british/victorians/launch_ani_rocket.shtml

Funcionament d'un vaixell amb una màquina de vapor alternativa

http://www.bbc.co.uk/history/british/victorians/launch_ani_paddle_steamship.shtml

Funcionament d'una Central Termoelèctrica (Font: www.santillana.es)

Funcionament Centrals Termoelèctriques

(Font: <http://www.unesa.es/graficos.htm>)

[Biomassa](#) [Gasificació](#) [Incineradora](#) [Nuclear](#) [Tèrmica](#) [Termosolar](#)



MÀQUINES TÈRMIQUES de COMBUSTIÓ INTERNA ALTERNATIVES

(Màquines tèrmiques generadores d'energia mecànica)

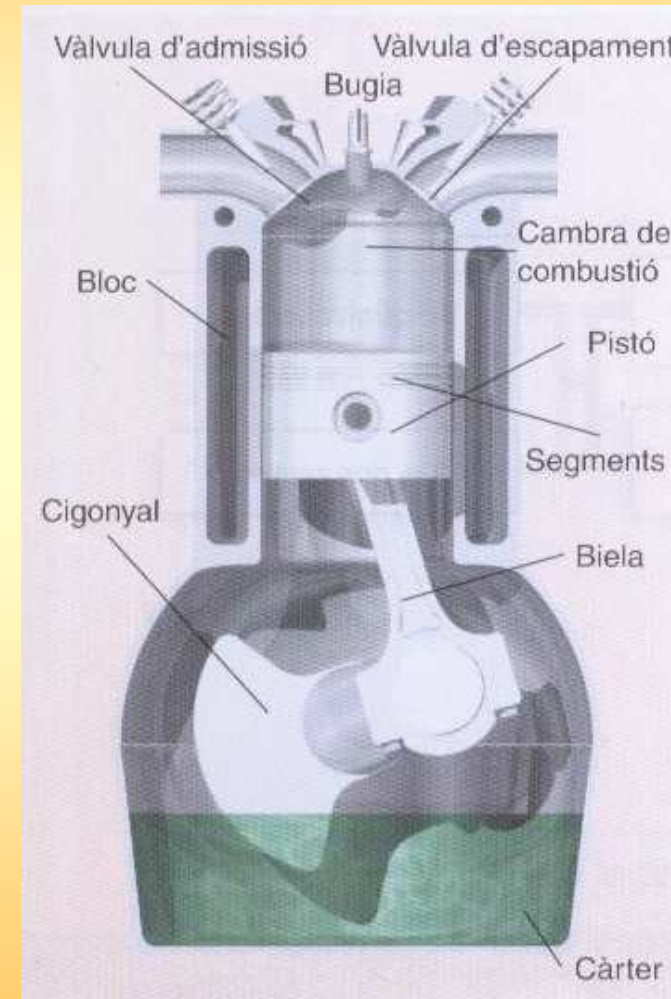
Les seves principals característiques són:

- S'anomenen habitualment motors d'explosió**
- La combustió de la font calenta, es produeix dins del propi motor**
- Els combustibles utilitzats són líquids o gasos (facilitat d'introducció)**
- Són alternatives per disposar d'un sistema Biela – Maneta que transforma el moviment alternatiu rectilini en giratori**
- Hi ha dos tipus fonamentals:**
 - Encesa per guspira**
 - Encesa per compressió**

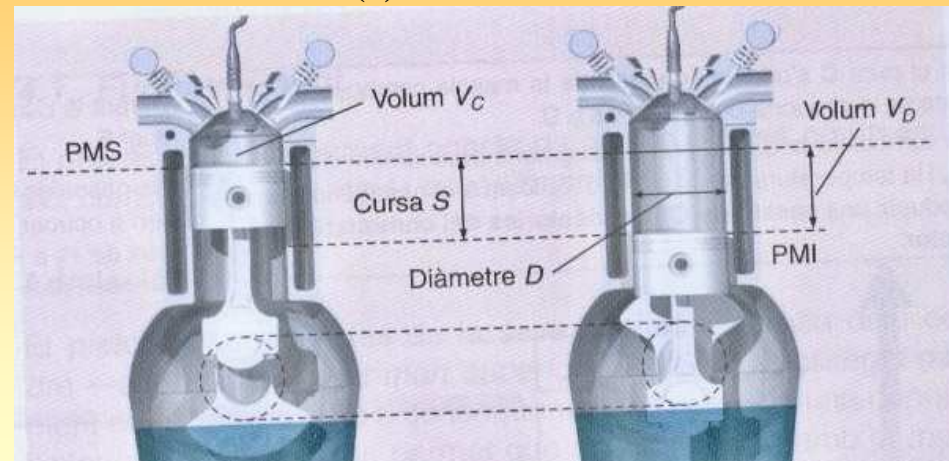


MOTORS TÈRMICS AMB ENCESA PER GUSPIRA

- Els més utilitzats es basen en el motor de quatre temps en cicle Otto
- Utilitzen com a combustible gasolina pulveritzada i com a comburent aire
- L'explosió del combustible es produeix per una guspira procedent d'una bugia
- Transformen l'energia tèrmica en energia mecànica, impulsant un pistó que per mitja d'un mecanisme maneta – biela transforma el moviment.



MAQ. COMB INT. ALTERNATIVES (3)



PARÀMETRES DEL MOTOR (Pistó)

- Diàmetre (D) (mm)
- Cursa (S) (mm) ($PMS - PMI$)
- Volum cambra combustió (V_c) (cc)
- Regim de gir (r.p.m)
- Relació cursa – diàmetre (S/D)
- Cilindrada unitària (V_d) (cc)
- Cilindrada total (V_t) ($V_t = Z * V_d$)
- Relació de compressió ($r = V_{d+V_c} / V_c$)



En el punt C s'origina l'encesa de la mescla combustible. El sistema evoluciona des de C fins a D.
La combustió fa que la pressió augmenti bruscament de P_2 a P_3 , i la temperatura passa de T_2 a T_3 . Com a conseqüència, es produeix una **cessió de Q_A quilocalories del combustible al motor.**

Durant la cursa d'expansió, el sistema passa del punt D al punt E.

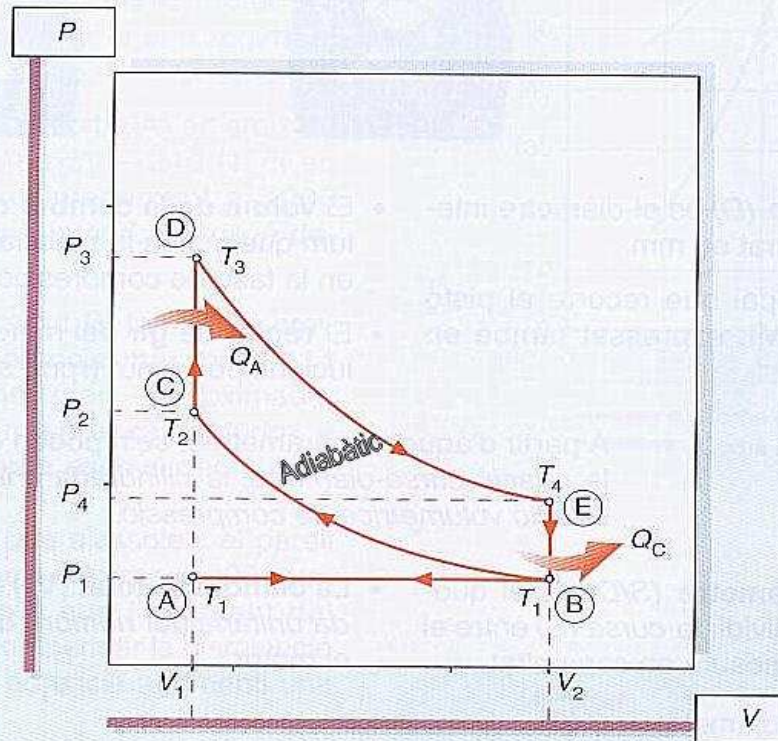
Els gasos de la combustió s'expandeixen en el cilindre i passen a ocupar el volum V_2 , motiu pel qual la pressió descendeix de P_3 a P_4 i la temperatura disminueix de T_3 a T_4 .

Durant la cursa de **compressió**, el sistema evoluciona des de B fins a C.

La compressió de la mescla fa disminuir el seu volum des de V_2 fins a V_1 . En conseqüència, la pressió augmenta de P_1 a P_2 i la temperatura absoluta passa de T_1 a T_2 .

En el punt E s'obre la **vàlvula d'escapament** i el sistema evoluciona des del punt E fins a B.

La pressió i la temperatura dels gasos descendeixen fins als seus valors inicials, P_1 i T_1 . **El motor cedeix a l'exterior Q_C quilocalories.**



Durant la cursa d'**admissió**, el sistema evoluciona des del punt A fins al punt B.

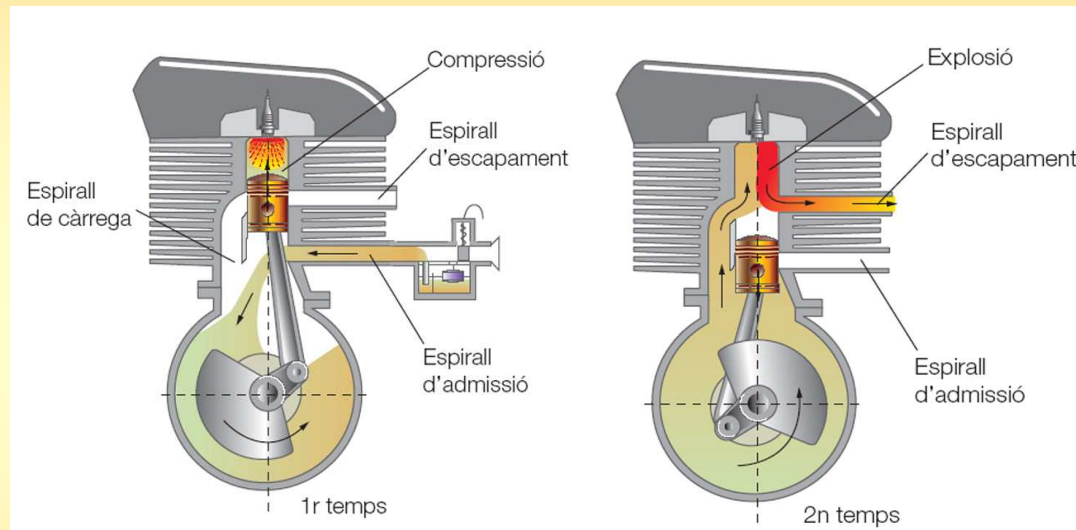
La mescla aspirada és a la pressió exterior P_1 i a la temperatura exterior absoluta T_1 . El volum del cilindre augmenta de V_1 a V_2 .

Durant la cursa d'**escapament**, el sistema passa del punt B al punt A, i d'aquesta manera *es tanca el cicle.*

Els residus de la combustió són expulsats a l'exterior i el volum del cilindre disminueix des de V_2 fins a V_1 . Ens trobem en el punt de partida i podem tornar a començar el cicle.

Una variant del motor de 4 temps és el **MOTOR TÈRMIC de 2 TEMPS**, en el qual:

- Les fases d'admissió i compressió es fan conjuntament
- Les fases d'explosió i escapament també són conjuntes entre elles



Donat que cada volta del cigonyal és 1 cicle de treball, hauria de tenir doble potència en relació al de 4 temps. Això no és així ja que hi ha certa barreja entre l'admissió i l'escapament

DIFERÈNCIES AMB ELS MOTORS DE 4 TEMPS

- Són més senzills ja que no porten vàlvules (entre d'altres elements)
- Tenen major potència (1 volta : 1 cicle)
- S'utilitza per baixes potències (Ciclomotors, ...)
- Major desgast i major temperatura
- Més contaminants



MOTORS TÈRMICS AMB ENCESA PER COMPRESSIÓ

Anomenat també **Motors Diesel** o **Motors de Gasoil**, es ideat en torn al 1.897 per l'Enginyer Alemany Rudolf Diesel.

La **principal diferència** amb els de guspira, és que **l'explosió del combustible** es produeix de forma **espontània per efectes de P i T, no tenen bugia i tenen bomba d'injecció**

Manté el cicle termodinàmic d'Otto i els quatre temps (També poden existir de 2 temps)

FASES:

-**Admissió:** El cilindre s'omple només d'aire

-**Compressió:** L'aire es comprimeix a alta pressió (>3.000 kPa) el que fa que la seva temperatura pugi fins a uns 600 °C. Abans d'arribar al PMS s'injecta el comb finament polvoritzar a una pressió superior al 200 bars, amb el que s'inflama espontàniament. L'explosió es dona en tots els punts de la cambra i no hi ha un front de flama com en els de guspira (Explosió brusca)

-Expansió

-Escapament

Avantatges

- Rendiment més alt
- Més robustos i duraders
- Consum més baix

Inconvenients

- Més pesants
- Major cost
- Més soroll

[Película funcionament motor Diesel](#)

(Font: Videoteca xtec.cat)



MÀQUINES TÈRMIQUES de COMBUSTIÓ INTERNA ROTATIVES

(Màquines tèrmiques generadores d'energia mecànica)

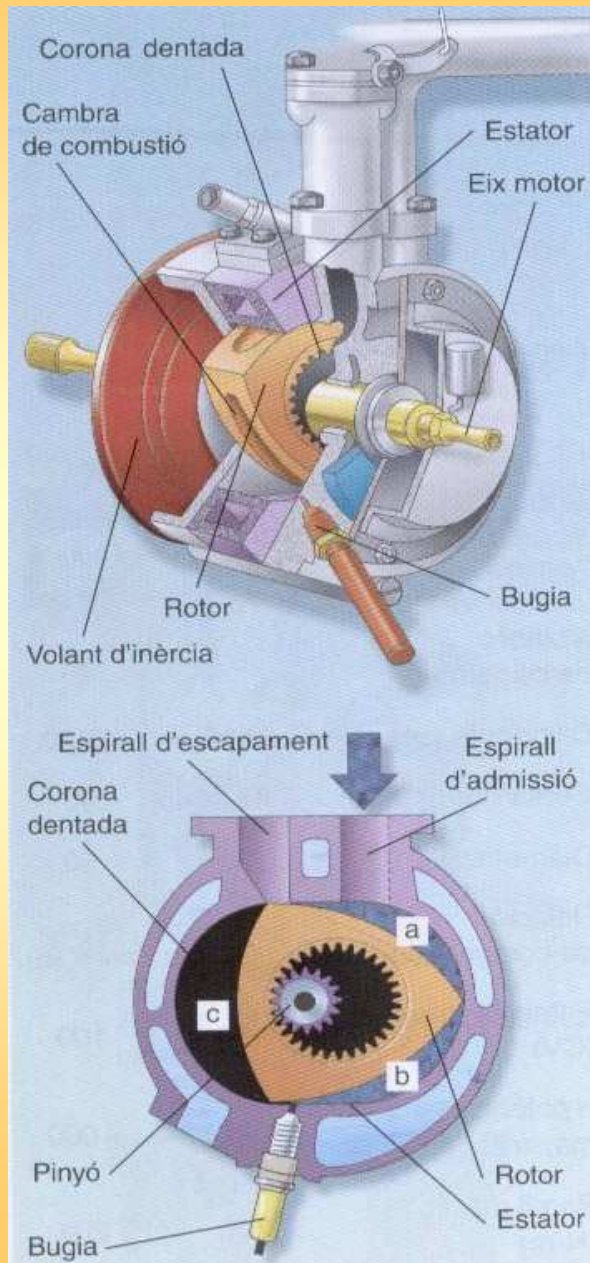
Cal diferenciar dos tipus bàsics:

- **Motor Wankel**
- **Turbines de reacció** (o turboreactors) i **turbines de gas**

MOTOR WANKEL:

- **Dissenyat per l'enginyer Alemany Felix Wankel (1.963)**
- **Motor de combustió interna de 4 temps, cicle Otto amb encesa per guspira**
- **Produeix directament moviment giratori**
- **Per cada gir del motor es produeixen tres cicles Otto**





PARTS PRINCIPALS MOTOR WANKEL

- **Estator:** Cos fix amb forma ovalada (Equivalent al bloc d'un motor convencional)
- **Rotor:** Peça en forma triangular amb cantons corbats enfora que gira excèntricament. Els seus vèrtexs duen unes barres prismàtiques per assegurar estanqueïtat
- **Pinyó:** Roda dentada solidaria amb l'eix motor, que és conduïda pel rotor
- **Bugia**
- **Conductes d'admissió i d'escapament**

MOTOR WANKEL

Les principals avantatges e inconvenients en relació al motor alternatiu són:

AVANTATGES

- Silenciós
- Sense vibracions
- Menor pes i volum
- Mes senzill i barat

INCONVENIENTS

- Problemes d'estanqueitat a les tres cambres
- Dificultat de lubricació i refrigeració
- Vida més curta
- Major nivell de contaminació

TURBINES DE GAS EN CICLE OBERT

TIPUS

- Turbines de gas:** Producció corrent elèctric. Cogeneracions. Cicles combinats
- Turboreactors:** Propulsió d'aeronaus

PRINCIPI BÀSIC

Aprofitament de l'energia cinètica d'uns gasos que passen a alta velocitat pels àleps d'una turbina obligant-la a girar

FUNCIONAMENT

A traves d'un conducte s'aspira aire i es comprimeix en una cambra a on s'injecta un gas o combustible líquid polvoritzat. Per una guspira, només inicial, s'inicia la combustió i es generen gasos que surten a alta velocitat fent girar una turbina.

Part de la força rebuda per la turbina, s'utilitza pel compressor a traves de l'eix motriu.

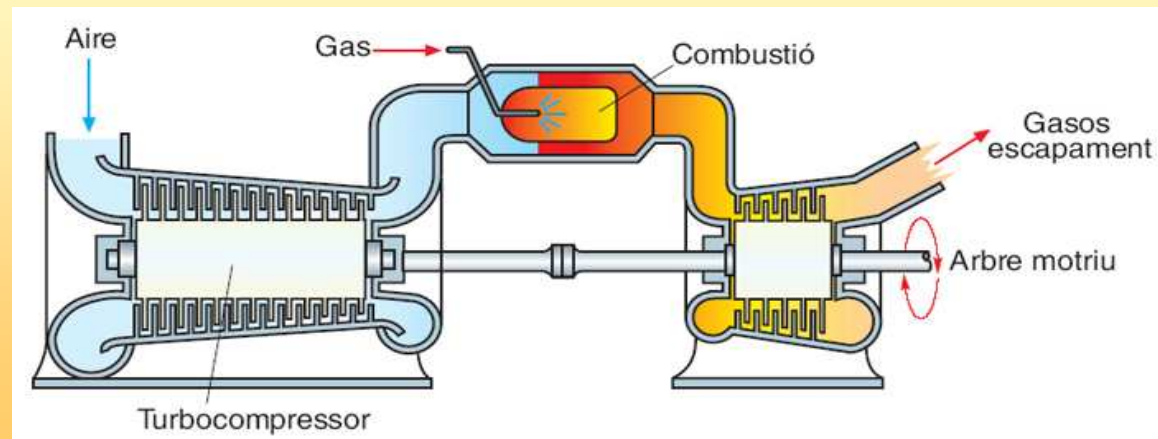
Això provoca un gir continu amb guspira a la posta en marxa

TURBINA DE GAS

S'aprofita la força rebuda per l'eix per moure l'alternador i generar corrent elèctric. Els gasos d'escapament s'aprofiten per produir vapor que pot utilitzar-se com a energia calorífica o cinètica per moure un segon alternador i generar de nou corrent elèctric. Són instal·lacions de cicle combinat o de cogeneració

Funcionament Central Cicle combinat

(Font: www.unesa.es)

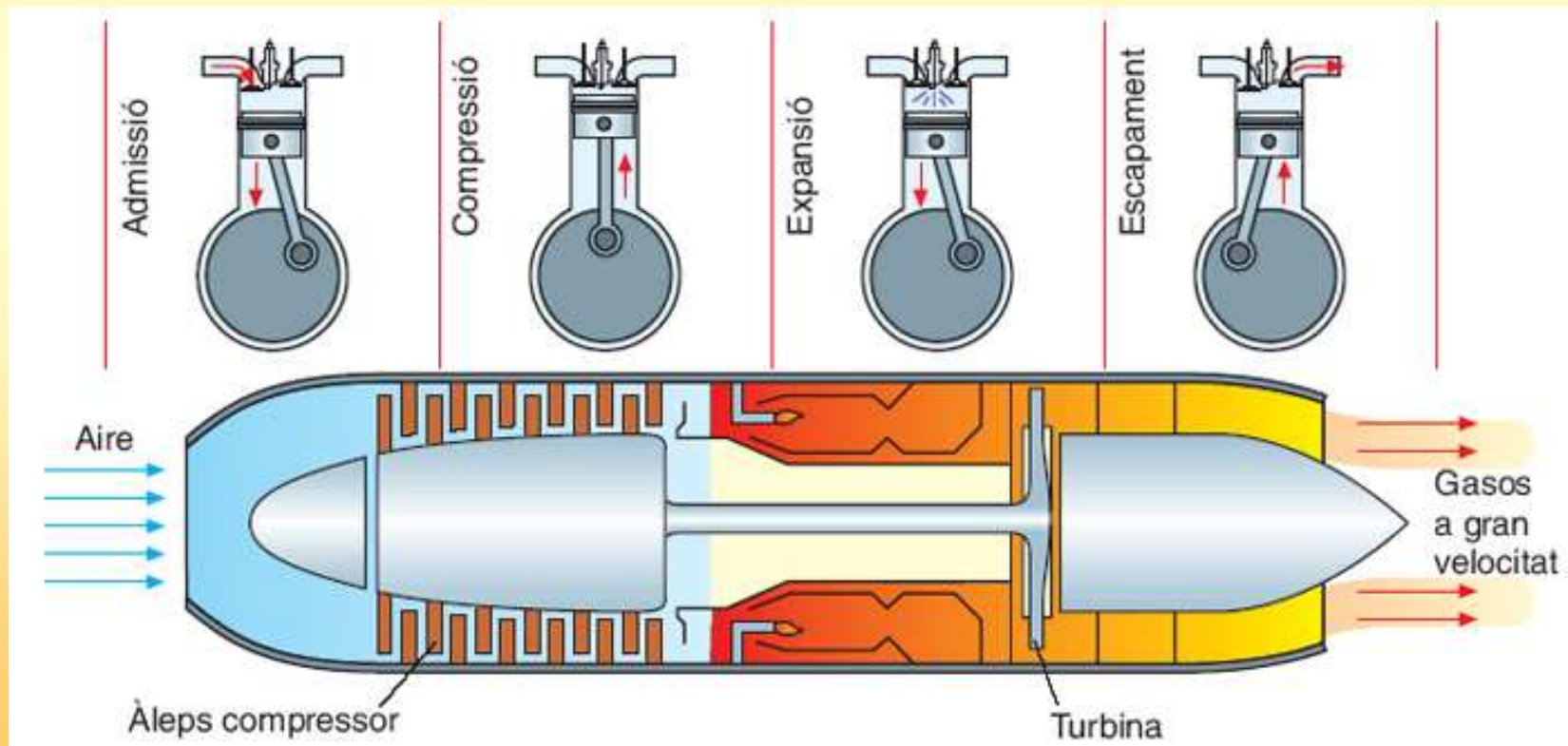


TURBOREACTORS

Es basen en el principi de reacció que origina una empenta en sentit contrari i el fa avançar

Funcionament Motor de Reacció

(Font: www.xtec.cat)



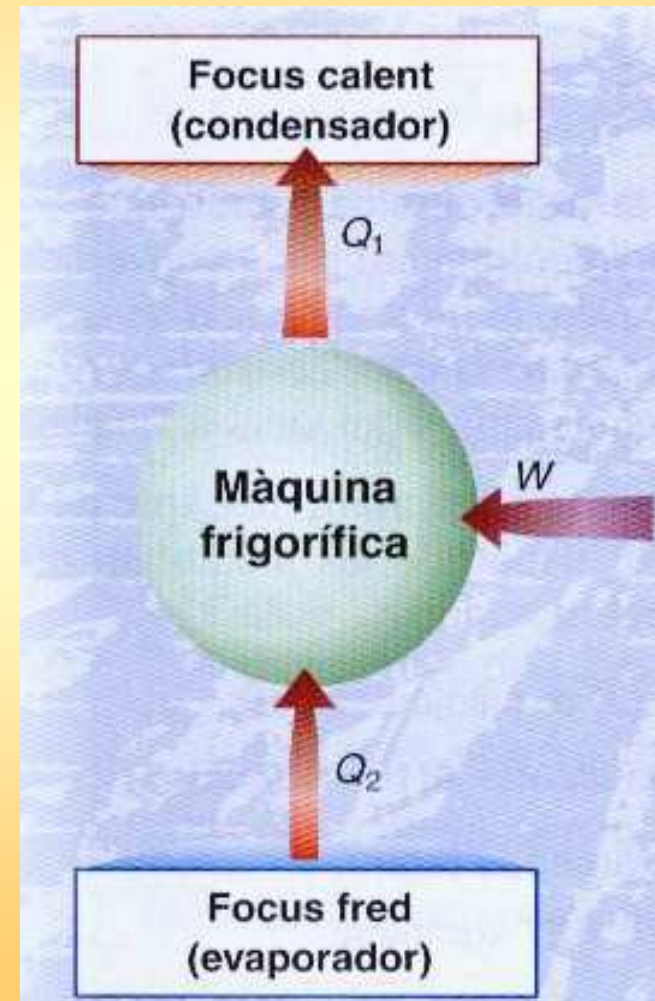
MÀQUINES TÈRMIQUES CONSUMIDORES D'ENERGIA MECÀNICA

Són màquines que treballen des d'un focus fred (baixa temperatura) a un de calent (alta temperatura)

Per mitja d'un treball s'extreu calor d'un focus fred i es passa al calent

Es poden diferenciar dos tipus:

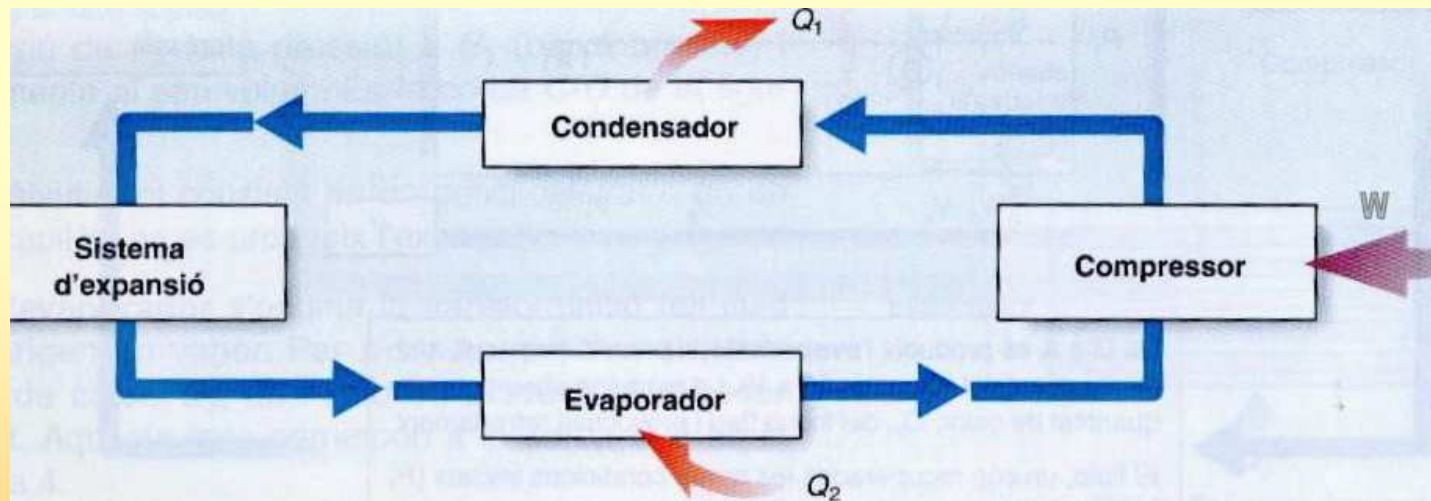
- MÀQUINES FRIGORÍFIQUES
- BOMBES DE CALOR (Màquina frigorífica amb evolució de rendiment)



MÀQUINA FRIGORÍFICA

Consta d'un circuit tancat amb un gas del grup dels “Fluids criogènics”
(Elevada calor latent de vaporització)

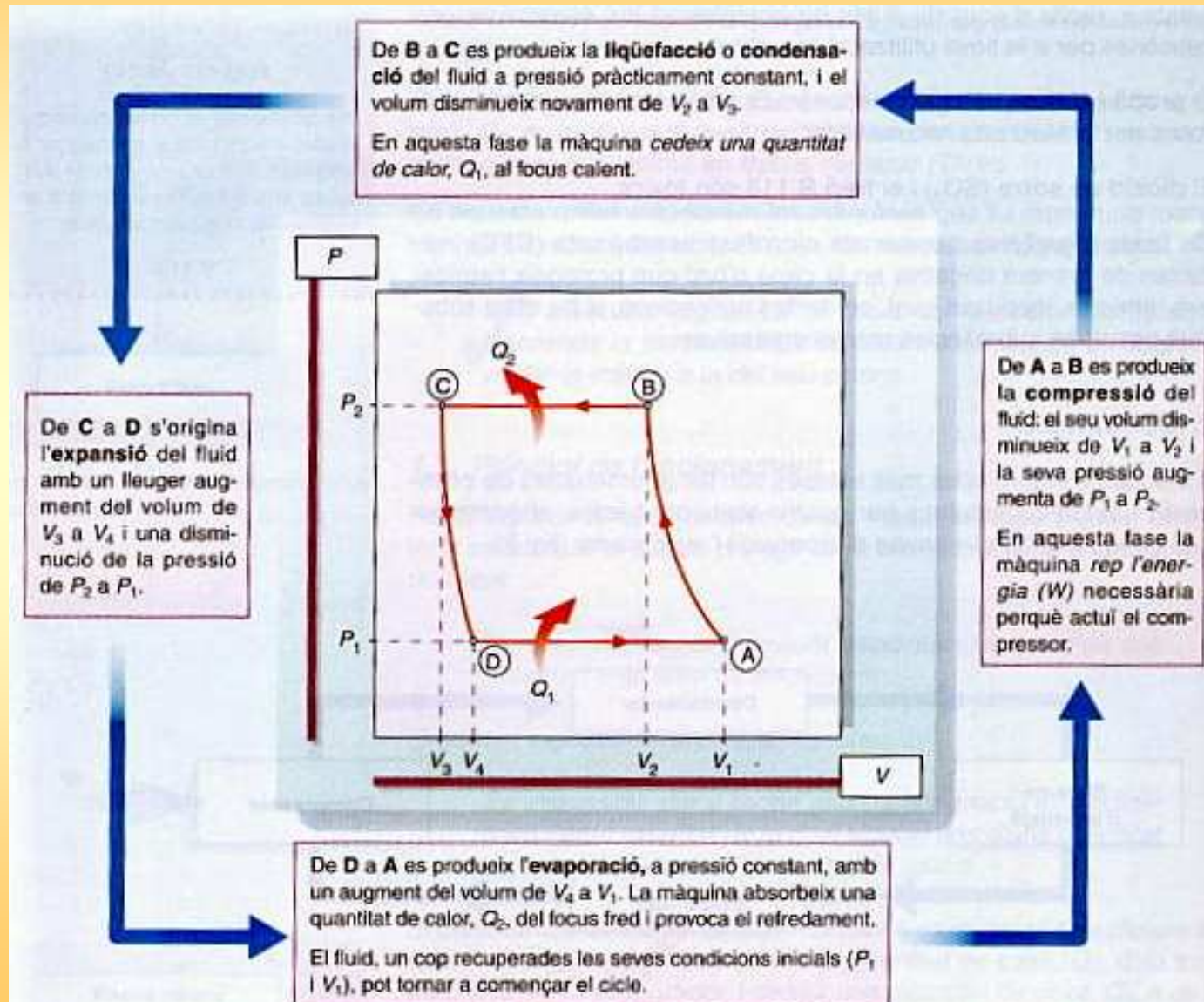
Aquest gas es sotmès a un procés de compressió que el fa condensar i un altre de vaporització amb descompressió que el liqua



Màquines Tèrmiques i Fluids Criogènics

http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A0quina_frigor%C3%A0fica

CICLE TERMODINÀMIC MÀQUINA FRIGORÍFICA



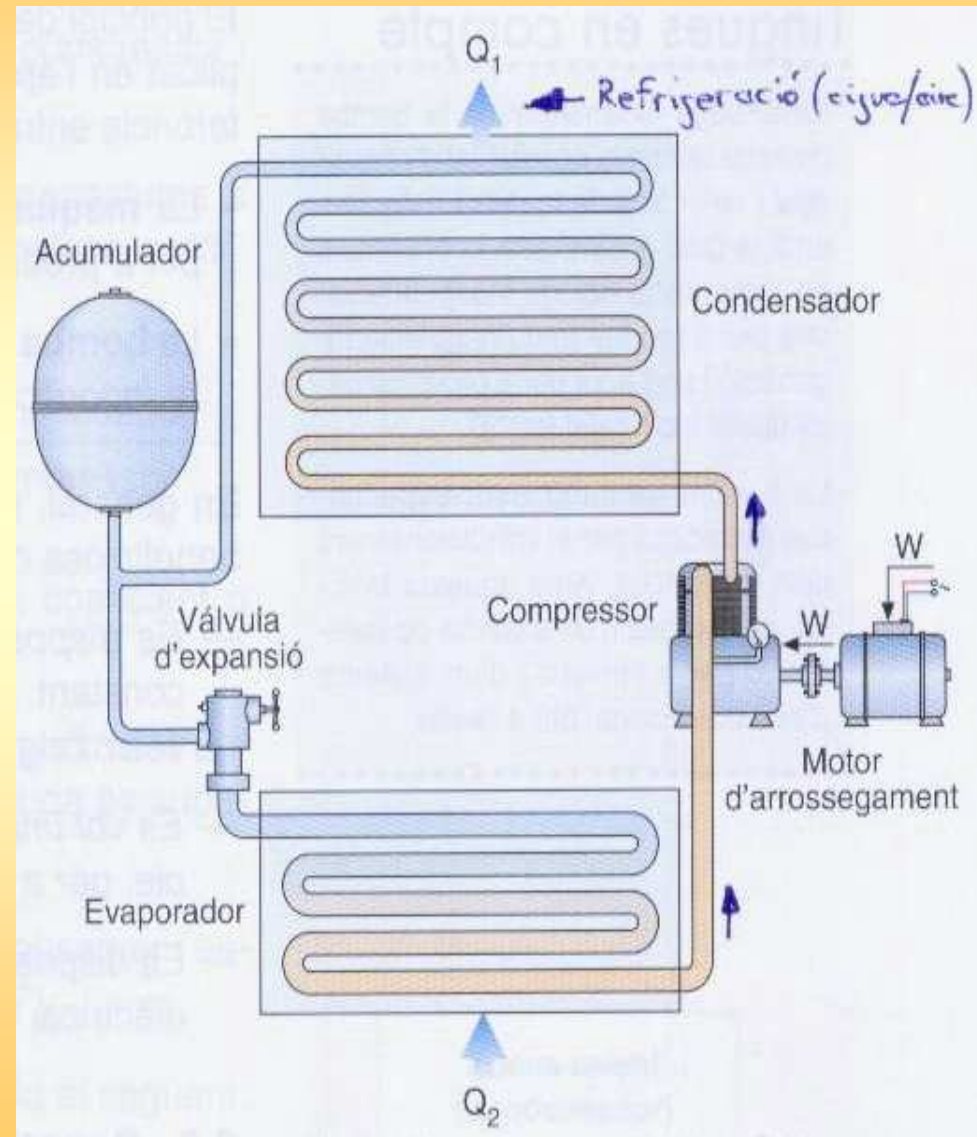
FUNCIONAMENT

El **compressor** comprimeix el fluid que està en estat gasos, amb el que redueix el volum i augmenta la pressió i la temperatura. Per això consumeix un treball

El fluid entra al **condensador** a on es liqua cedint calor a l'exterior (aigua o aire). Disminueix el volum i la pressió és constant

L'**expansor** (acumulador) és a on el fluid s'expandeix, disminueix la seva pressió i augmenta el volum. Acostuma a ser un tub capil·lar de Cu.

A l'**evaporador** el fluid refrigerant entra com a líquid a pressió i surt en vapor a baixa pressió. Pren calor i provoca el refredament



BOMBA DE CALOR

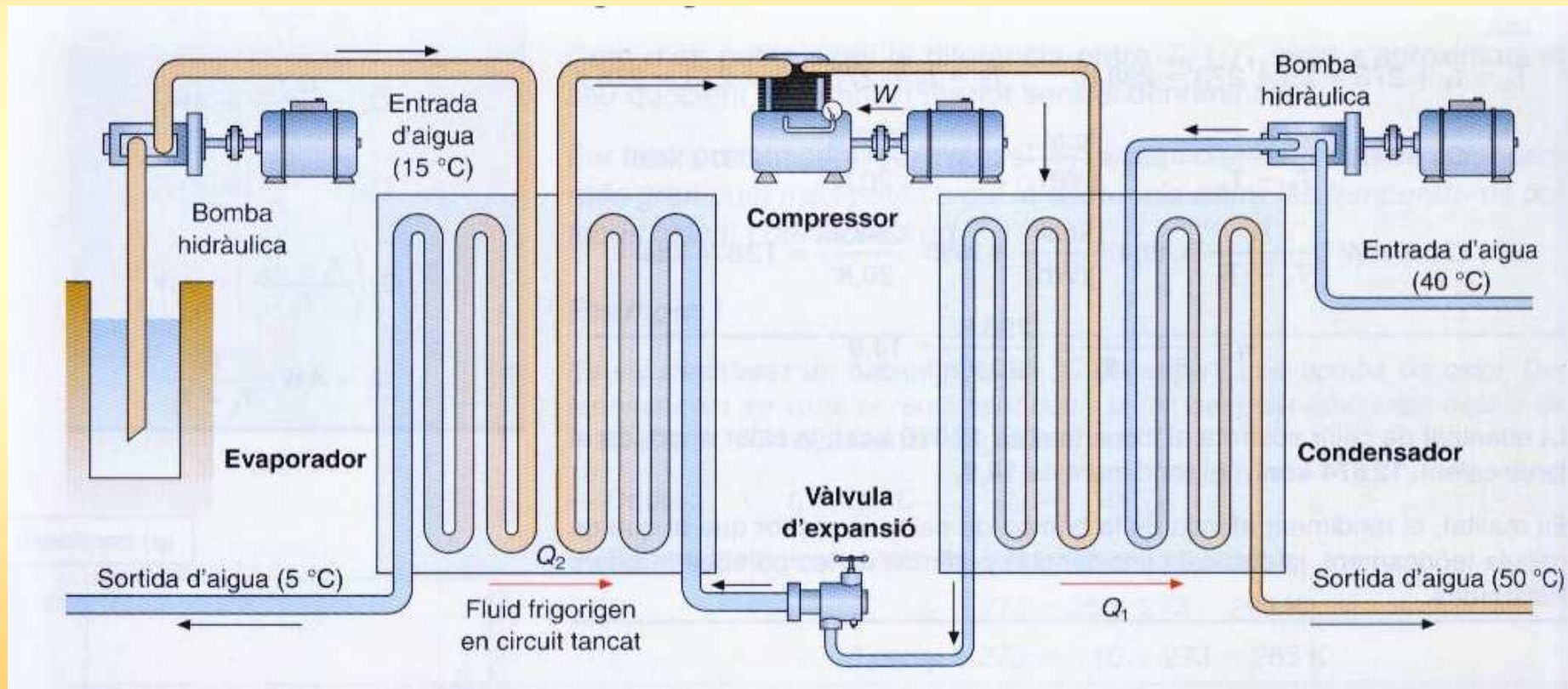
És una màquina frigorífica que realitzar el seu cicle normal amb la particularitat de que es capaç d'aprofitar el calor cedida en el condensador per escalfar un altre fluid independent (aigua o aire, entre d'altres)

Produeix un efecte frigorífic en l'evaporador i un efecte calorífic en el condensador

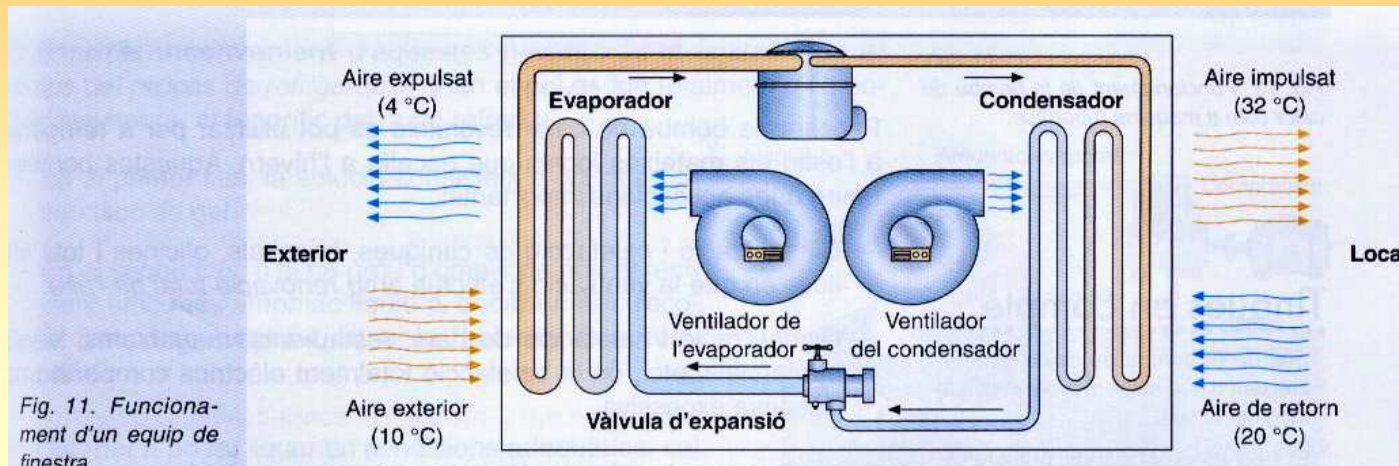
Hi ha de diferents tipus depenent del elements que escalfen i refreden. Cal enumerar:

- Bomba de calor aigua – aigua
- Bomba de calor aire - aire

BOMBA DE CALOR AIGUA -AIGUA



BOMBA DE CALOR AIRE - AIRE



L'aire fred procedent de l'exterior (a 10 °C aproximadament, per exemple) travessa l'evaporador. El fluid frigorígen en pren calor i s'evapora, i el ventilador el retorna a l'exterior a una temperatura encara més baixa (4 °C, aproximadament).

L'aire de l'interior del local, que suposarem a 20 °C, travessa el condensador. El fluid frigorígen, en liquidar-se, cedeix calor a aquest aire i el ventilador el retorna a l'interior del local a 32 °C, aproximadament, amb la qual cosa s'aconsegueix la calefacció.

