

### T7.- Elementos de una Bomba de Calor

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

**Departamento:** Ingeniería Eléctrica y Energética  
**Area:** Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO [renedoc@unican.es](mailto:renedoc@unican.es)

Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28

<http://www.diee.unican.es/cjre.htm>

Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

1

- 1.- Introducción
- 2.- Compresores
- 3.- Elementos Auxiliares del Compresor
- 4.- Condensadores
- 5.- Dispositivos de Expansión
- 6.- Evaporadores
- 7.- Otros Elementos

### 1.- Introducción

En este tema se hace referencia a los principales elementos y dispositivos de las enfriadoras y bombas de calor

2

**2.- Compresores**

El componente más importante del equipo

- Partes móviles (mantenimiento, ruido)
- Mayor consumo energético
- Costoso

Recibe el freón proveniente del evaporador (vapor a baja presión y temperatura) por la tubería de aspiración. Lo comprime (elevando su presión y temperatura), expulsándolo por la tubería de descarga hacia el condensador

La compresión requiere energía mecánica  $\Rightarrow$  consumo energético

Son aptos para un fluido refrigerante (indicado en su placa característica)

Han de ser estancos al aire (humedad)

Fabricantes: Copeland, L'Unite Hermetique Danfoss, Bitzer, Tecumseh, Carlyle...

**2.- Compresores: Clasificación (I)**

**Por el modo de accionamiento**

- Eléctricos (habitual)
- Gas (cías de gas)
- Motor diesel
- Turbina ...



**Por la separación entre compresor y accionamiento**

- Herméticos (eléctricos, pequeña potencia)
- Semiherméticos
- Abiertos (sin interacción de averías)

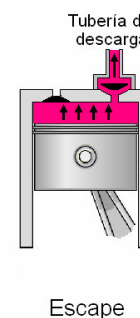
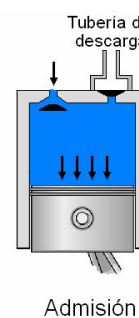
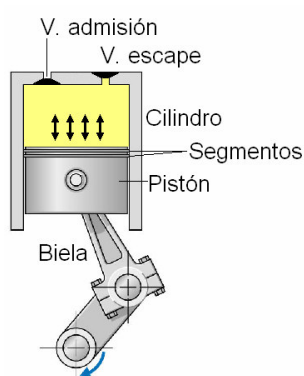


2.- Compresores: Clasificación (II)

Por el modo de compresión (I)

• Alternativos (reciprocantes) (I)

- La presión se ajusta
- Vibraciones
- 2 válvulas
- Flujo pulsante
- Comportamiento conocido

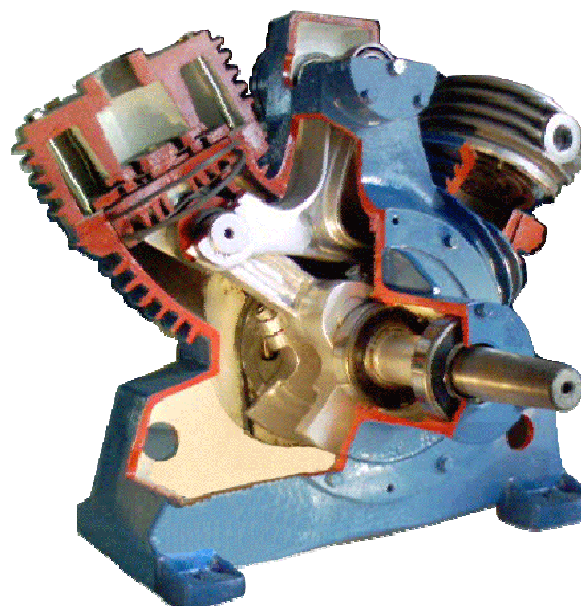


2.- Compresores: Clasificación (III)

Por el modo de compresión (II)

• Alternativos (reciprocantes) (II)

- La presión se ajusta
- Vibraciones
- 2 válvulas
- Flujo pulsante
- Comportamiento conocido

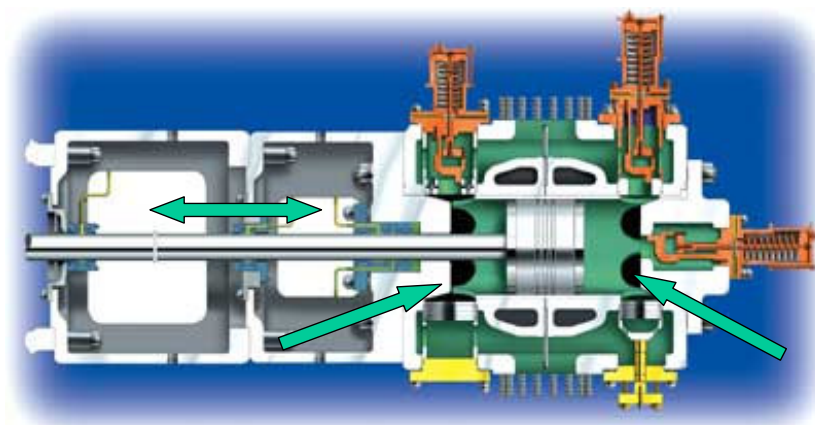
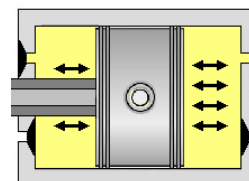


La capacidad se puede regular descargando algún cilindro

**2.- Compresores: Clasificación (IV)**

**Por el modo de compresión (III)**

- Alternativos lineales (con dos cámaras)

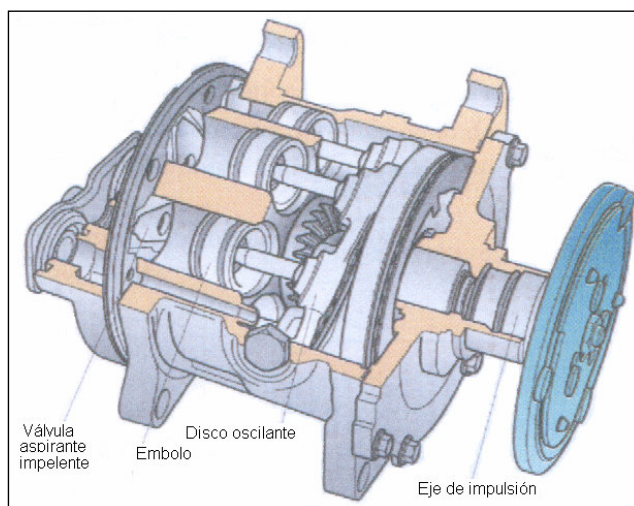


7

**2.- Compresores: Clasificación (V)**

**Por el modo de compresión (IV)**

- Alternativos de pistones radiales



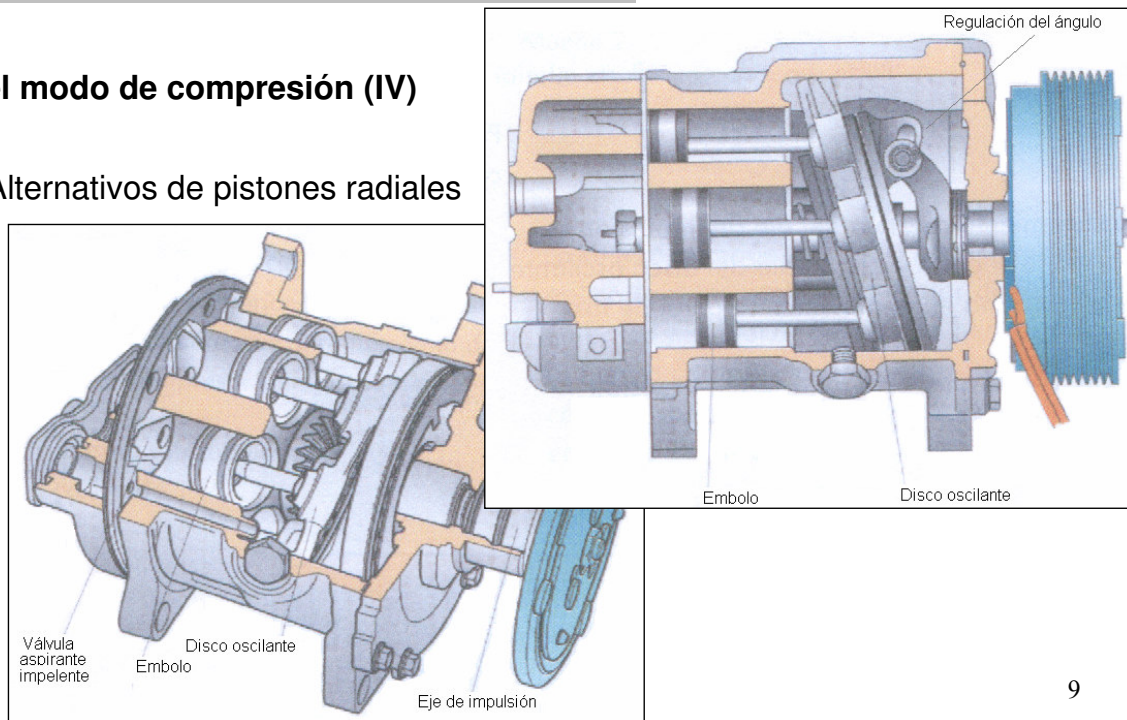
8



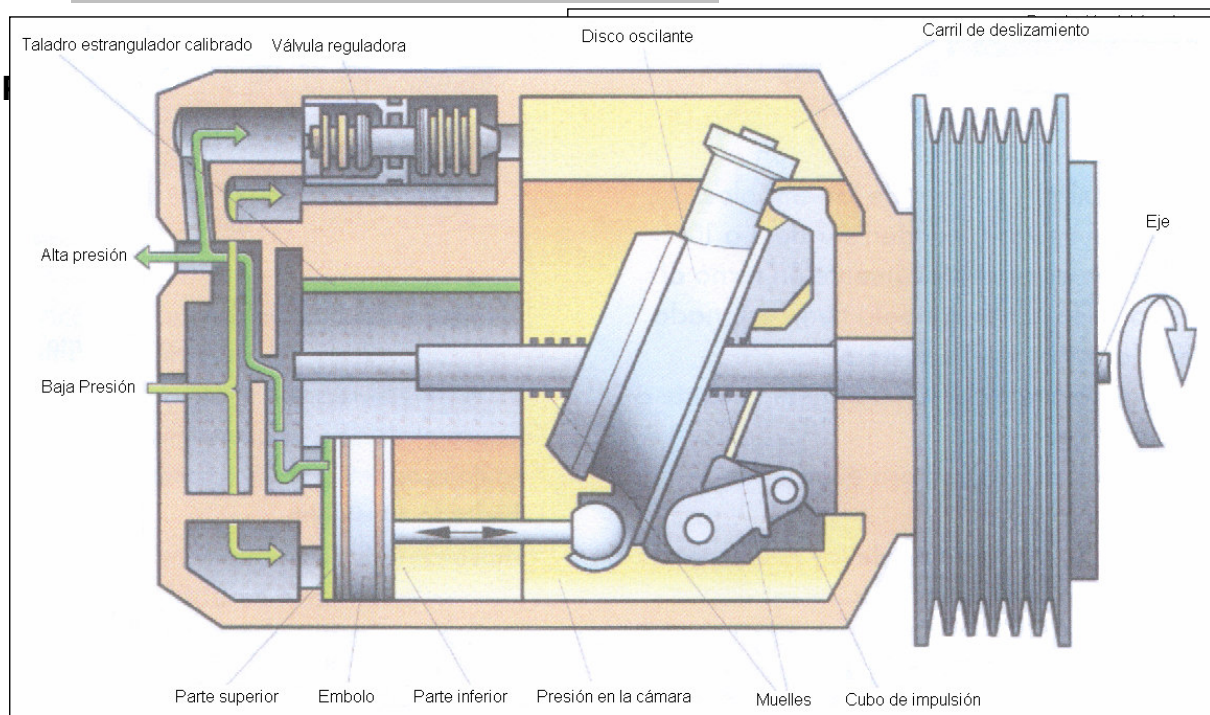
**2.- Compresores: Clasificación (V)**

**Por el modo de compresión (IV)**

- Alternativos de pistones radiales



**2.- Compresores: Clasificación (V)**

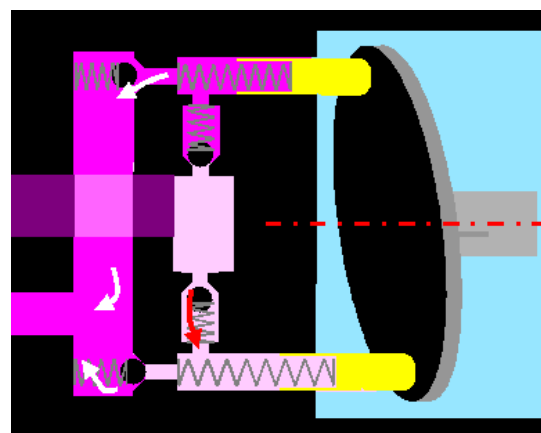
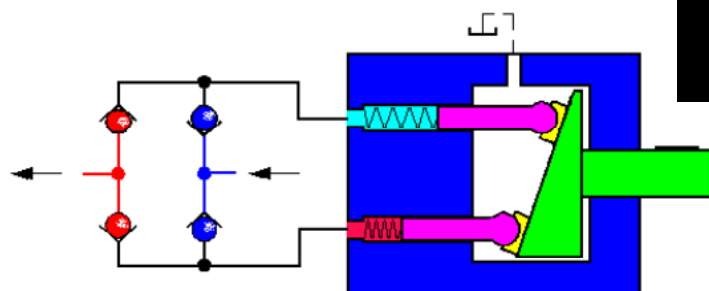


2.- Compresores: Clasificación (VI)

Por el modo de compresión (V)

- Alternativos de pistones radiales

Con una única entrada/salida por pistón



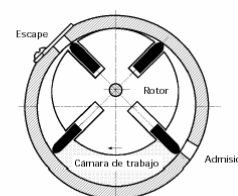
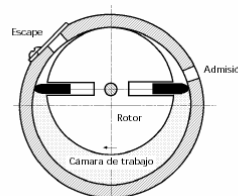
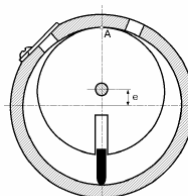
2.- Compresores: Clasificación (VII)

Por el modo de compresión (VI)

- Rotativos (I)

- De paletas:

- Silenciosos
- Sin válvula de admisión
- Sensibles golpe de líquido
- Débil estanqueidad
- (bajas relaciones de compresión)



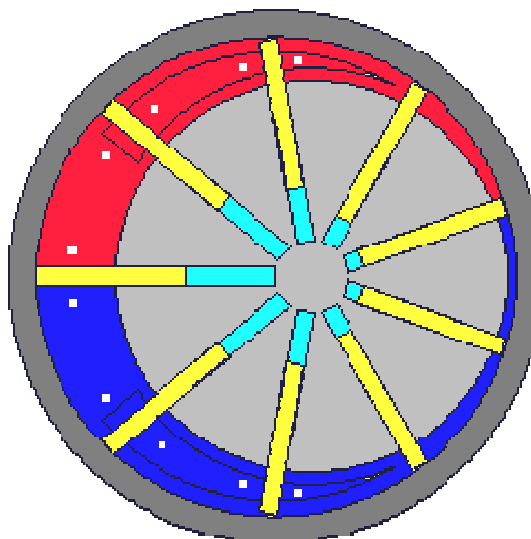
2.- Compresores: Clasificación (VII)

Por el modo de compresión (VI)

• Rotativos (I)

- De paletas:

- Silenciosos
- Sin válvula de admisión
- Sensibles golpe de líquido
- Débil estanqueidad
- (bajas relaciones de compresión)



13

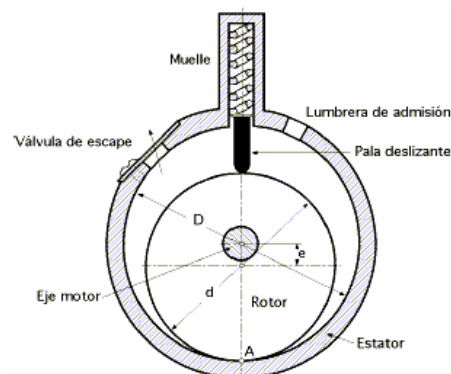
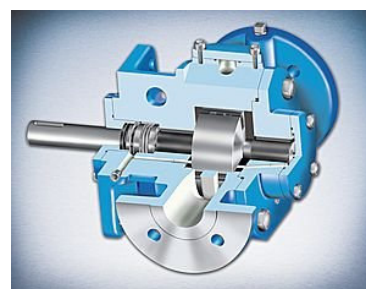
2.- Compresores: Clasificación (VIII)

Por el modo de compresión (VII)

• Rotativos (II)

- De rodillo:

- Silenciosos
- Sin válvula de admisión
- Sensibles golpe de líquido
- Débil estanqueidad
- (bajas relaciones de compresión)



$$V = (\pi \times (R^2 - r^2) - (e \times L_p \times N_p)) \times L_r \times n \times 60 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$R$  y  $r$  los radios del estator y el rotor  
 $L_r$  y  $L_p$  longitudes del rotor y de la paleta  
 $e$  el espesor de la paleta  
 $N_p$  el número de paletas  
 $n$  la velocidad de giro

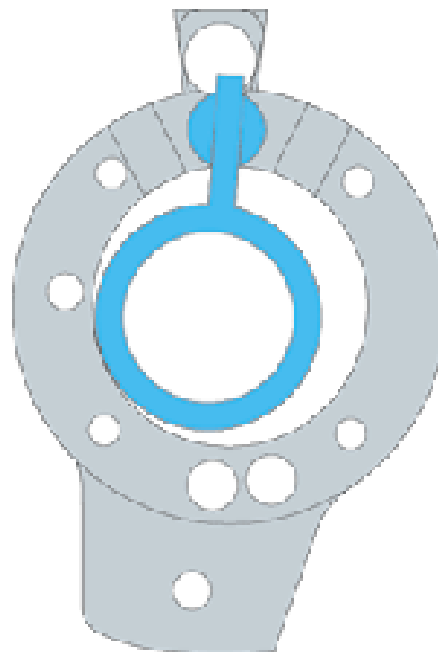
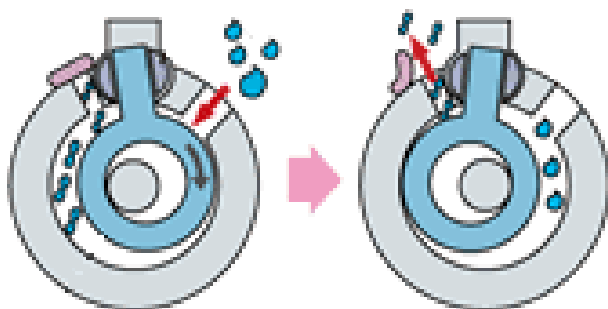
14

2.- Compresores: Clasificación (IX)

Por el modo de compresión (VIII)

- Rotativos (III)

- *Swing*:



15

2.- Compresores: Clasificación (X)

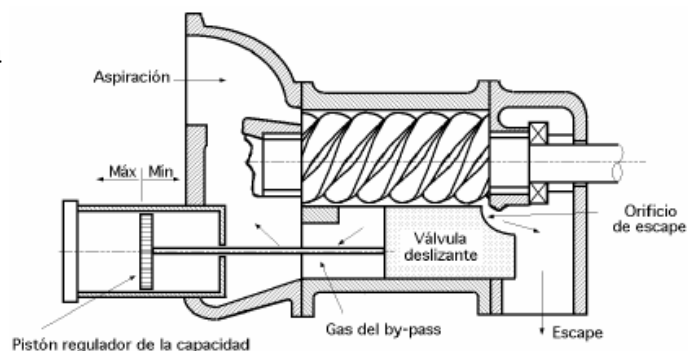
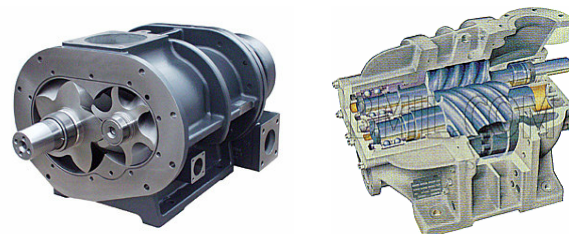
Por el modo de compresión (IX)

- Rotativos (IV)

- *De tornillo* (I):

**De doble tornillo**

- Macho-hembra
- Sellado con aceite
- Sin válvulas
- Relación de compresión fija
- Regulación de capacidad
- Inyección de vapor frío





2.- Compresores: Clasificación (X)

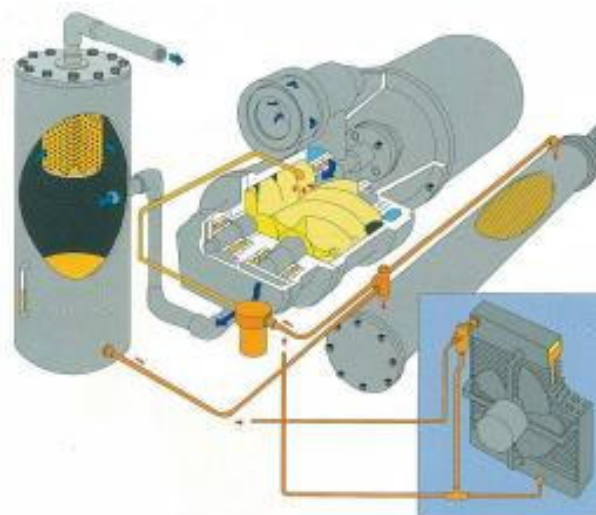
Por el modo de compresión (IX)

• Rotativos (IV)

- *De tornillo* (I):

**De doble tornillo**

- Macho-hembra
- Sellado con aceite
- Sin válvulas
- Relación de compresión fija
- Regulación de capacidad
- Inyección de vapor frío



17

2.- Compresores: Clasificación (X)

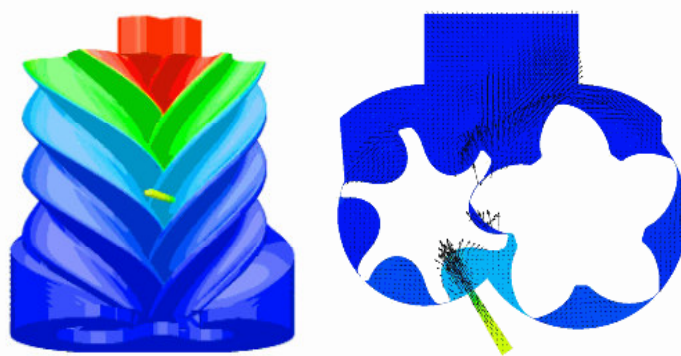
Por el modo de compresión (IX)

• Rotativos (IV)

- *De tornillo* (I):

**De doble tornillo**

- Macho-hembra
- Sellado con aceite
- Sin válvulas
- Relación de compresión fija
- Regulación de capacidad
- Inyección de vapor frío



18

2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

- Rotativos (V)

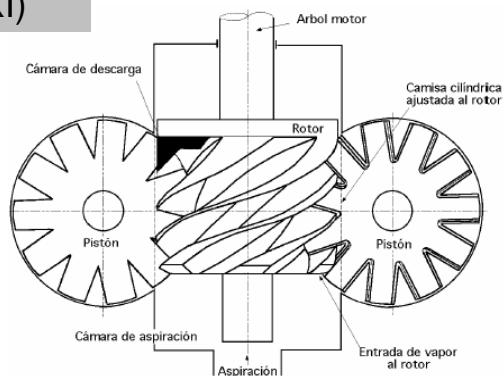
- De tornillo (II):

**De tornillo simple**

(triple tornillo)

Tornillo y dos satélites

Control de capacidad (anillo)



19

2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo d

- Rotativos (

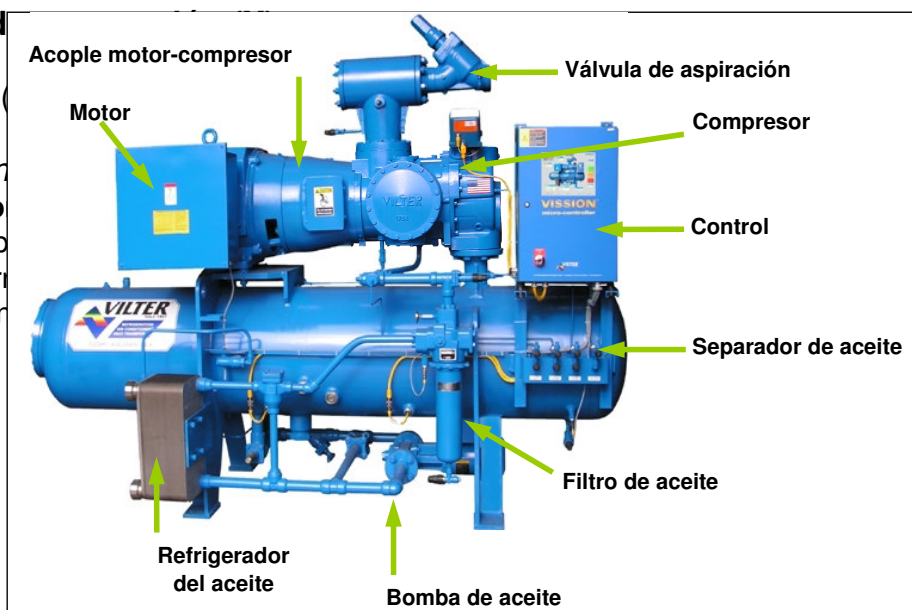
- De torn

**De to**

(trip

Torn

Con

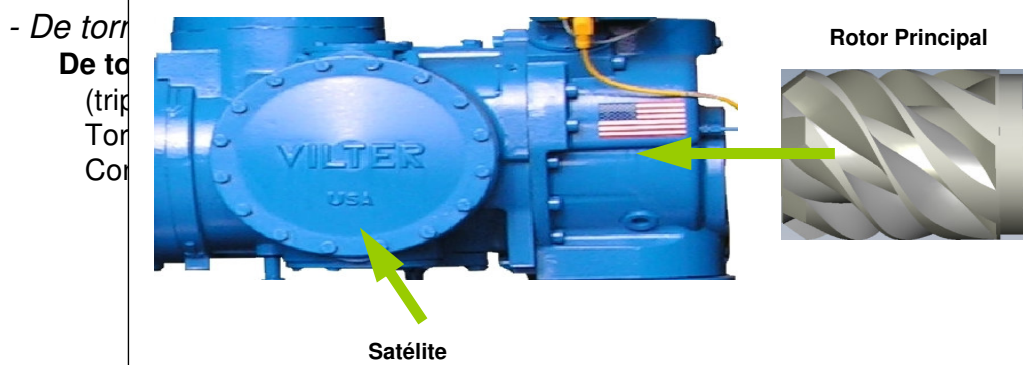


20

2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

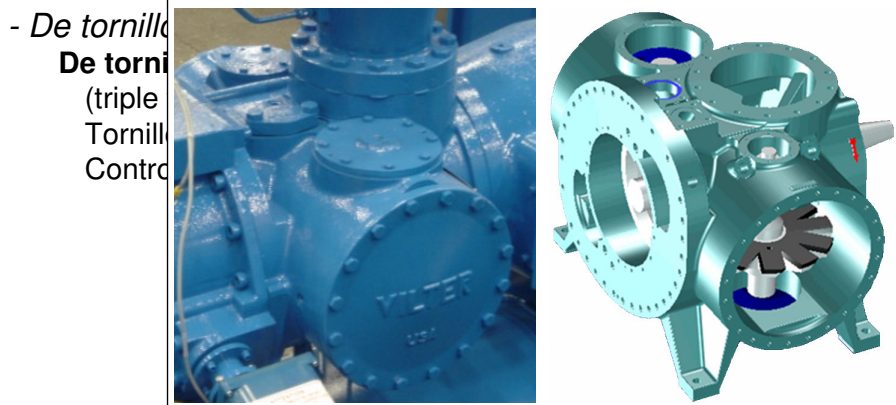
- Rotativos (V)



2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

- Rotativos (V)

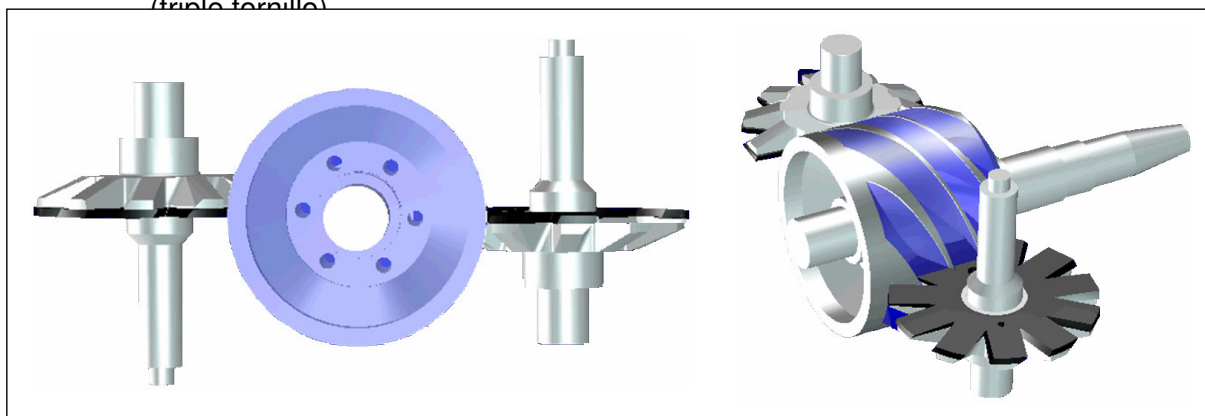
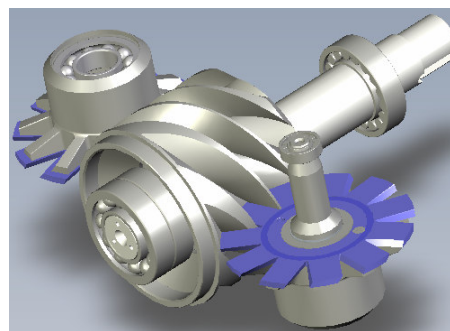


2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

- Rotativos (V)

- *De tornillo* (II):  
**De tornillo simple**  
(triple tornillo)



2.- Compresores

Por el modo de compresión

- Rotativos (V)

- *De tornillo* (II)  
**De tornillo simple**  
(triple tornillo)  
Tornillo y  
Control de



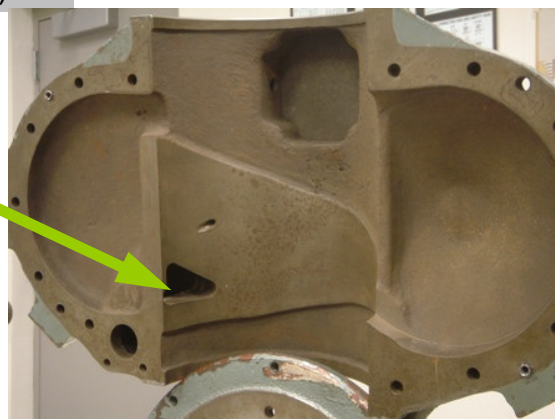


2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

- Rotativos (V)

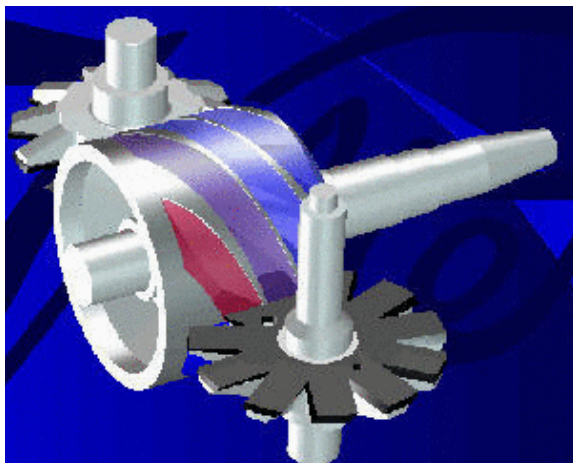
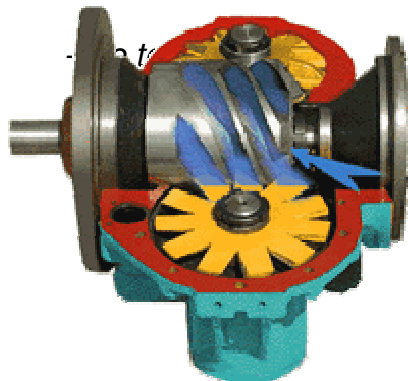
- *De tornillo* (II):  
**De tornillo simple**  
(triple tornillo)



2.- Compresores: Clasificación (XI)

Por el modo de compresión (X)

- Rotativos (V)



2.- Compresores: Clasificación (XII)

Por el modo de compresión (XI)

• Rotativos (VI)

- Scroll (I):

- Dos volutas en forma de espiral
- Varias cámaras enfrentadas
- Flujo continuo
- Sin válvulas
- Relación de compresión fija
- Regulación de capacidad con varias lumbreras de descarga
- Necesita válvula antirretorno
- El sellado no soporta toda la diferencia de presión
- Resistente a la entrada de líquido

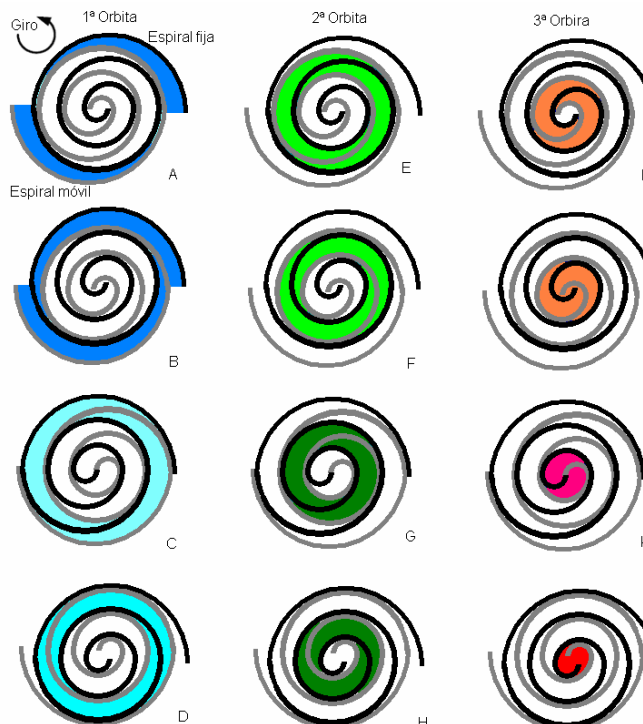


2.- Compresores: Clasificación (XII)

Por el modo de compresión (XI)

• Rotativos (VI)

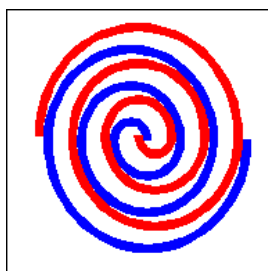
- Scroll (II):



2.- Compresores: Clasificación (XII)

Por el modo de compresión (XI)

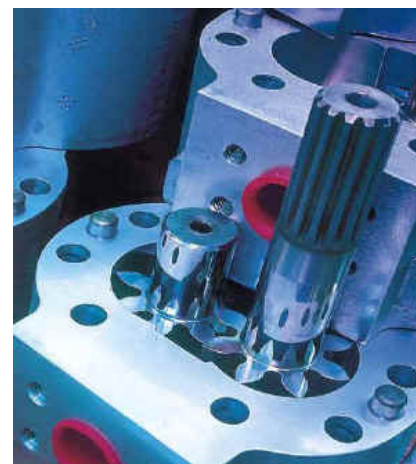
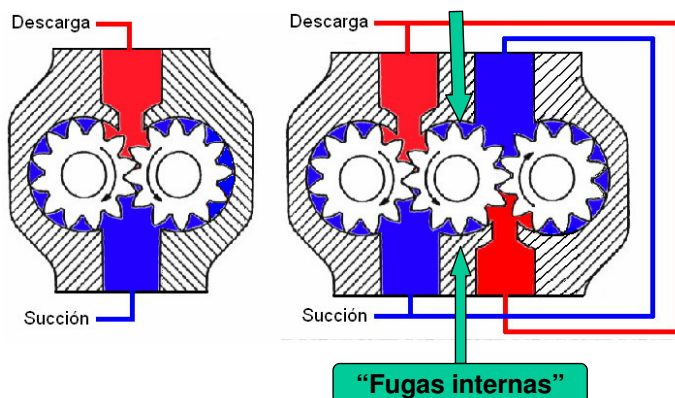
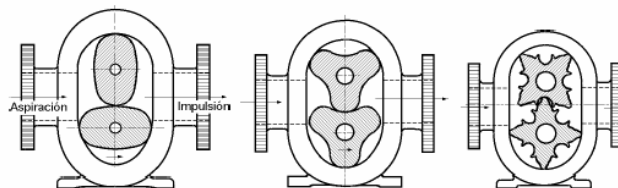
- Rotativos (VI)
  - *Scroll* (III):



2.- Compresores: Clasificación (XIII)

Por el modo de compresión (XII)

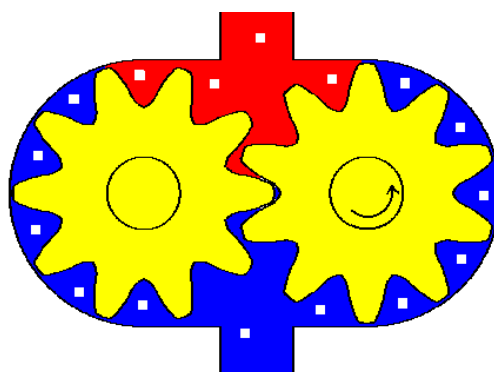
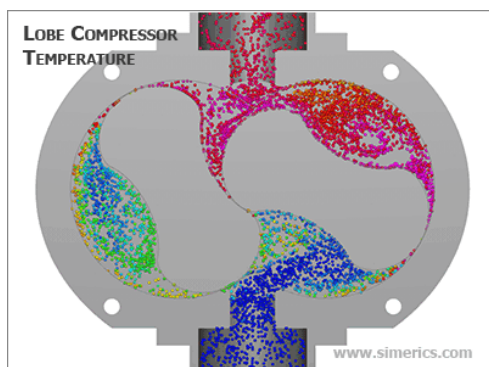
- Rotativos (VII)
  - *Engranajes*:  
Dos engranajes, uno accionado



2.- Compresores: Clasificación (XIII)

Por el modo de compresión (XII)

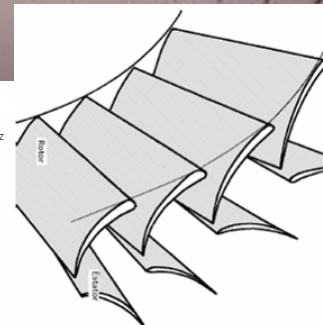
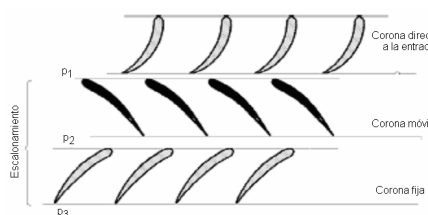
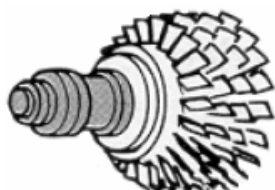
- Rotativos (VII)
  - *Engranajes:*  
Dos engranajes, uno accionado



2.- Compresores: Clasificación (XIII)

Por el modo de compresión (XII)

- Rotativos (VII)
  - *Axiales:*  
Baja relación de compresión  
Grandes volúmenes





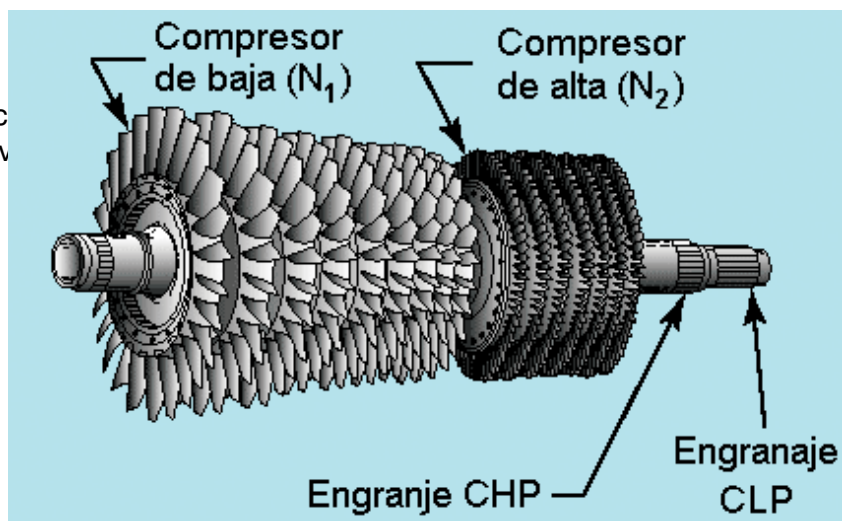
2.- Compresores: Clasificación (XIII)

Por el modo de compresión (XII)

• Rotativos (VII)

- Axiales:

Baja relación  
Grandes velocidades

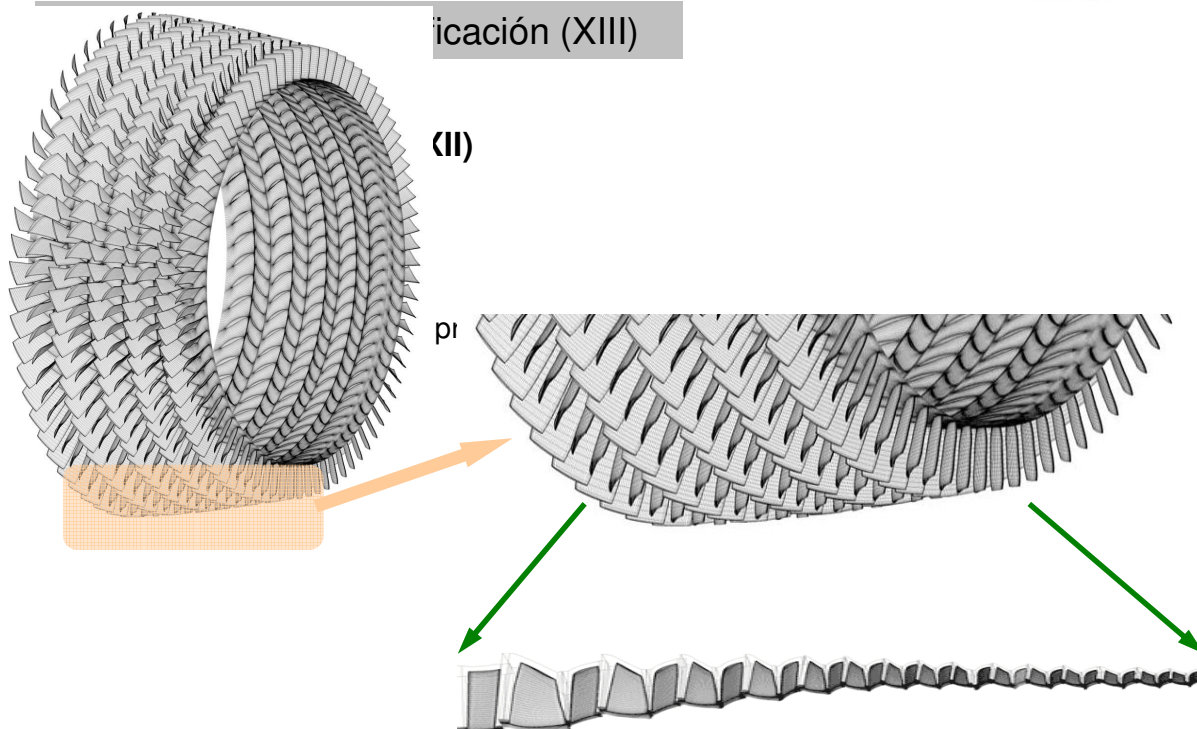


33

Clasificación (XIII)

$P_i$

(II)



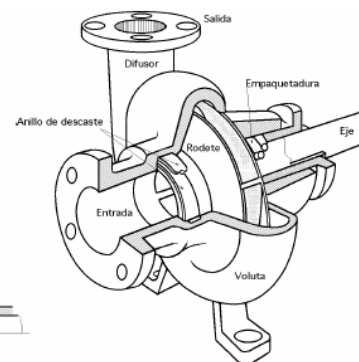
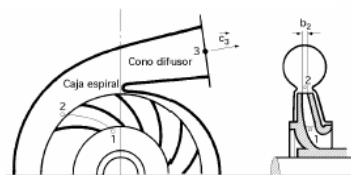
34

**2.- Compresores: Clasificación (X)**

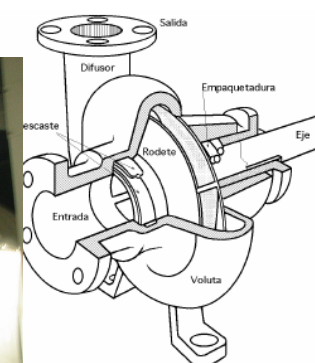
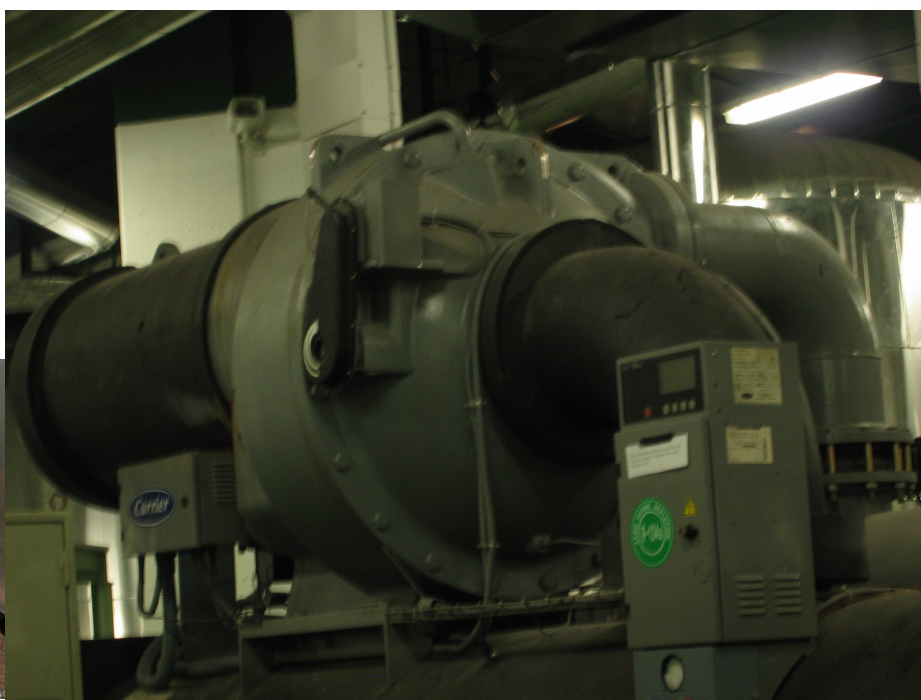
**Por el modo de compresión (IX)**

- Rotativos (VIII)

- *Centrífugos:*  
Baja relación de compresión  
Grandes volúmenes



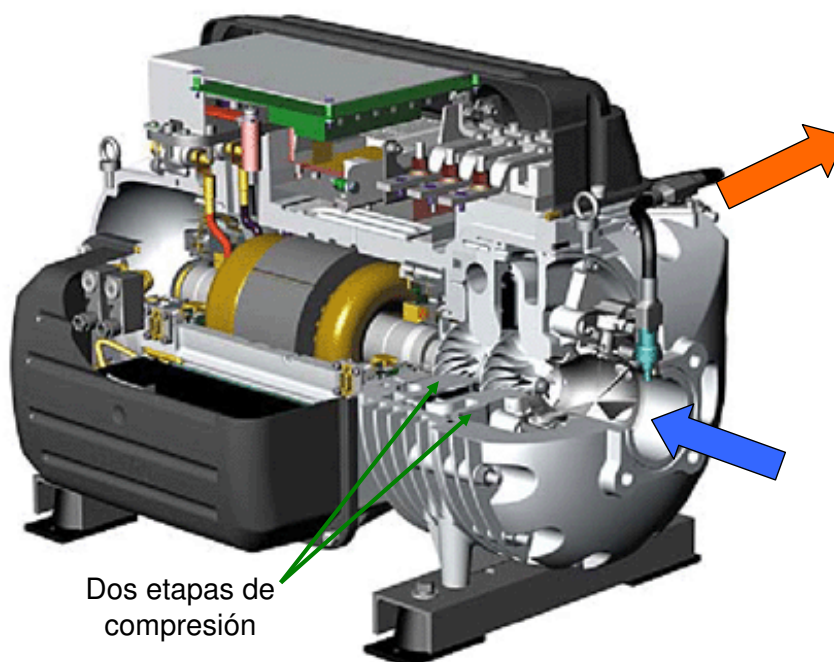
**2.- Compresores: Clasificación (X)**



2.- Compresores: Clasificación (X)

Por el modo de

- Rotativos (V)
  - Centrífuga
    - Baja re
    - Grande

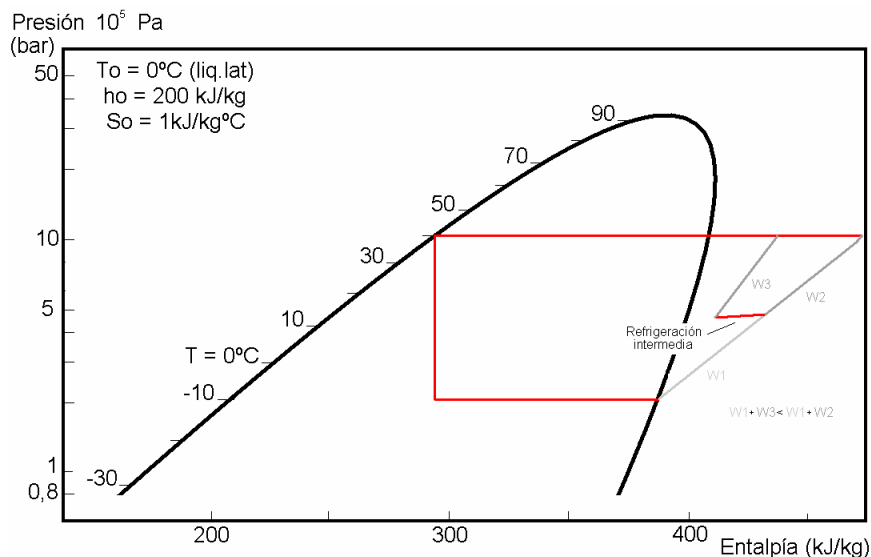
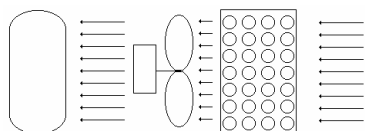


3.- Elementos Auxiliares del Compresor (I)

La refrigeración del compresor

- Con la aspiración
- Dos etapas
- Refrigeración externa

$$p_{int} = \sqrt{p_{max} \times p_{min}}$$





**3.- Elementos Auxiliares del Compresor (II)**

La lubricación del compresor

Carcasa es el cárter, visor

Mezcla aceite-refrigerante

$\eta \downarrow$  al  $\uparrow T$

Resistencia eléctrica

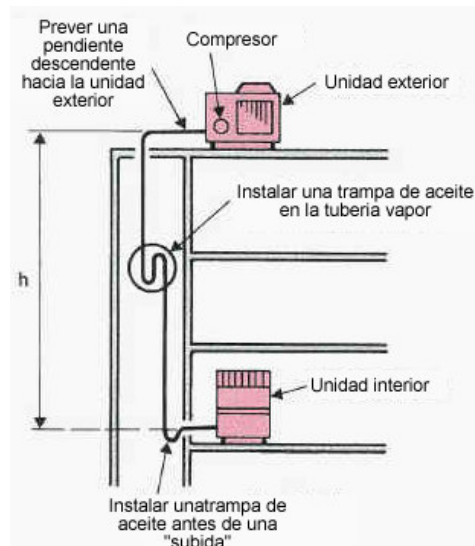
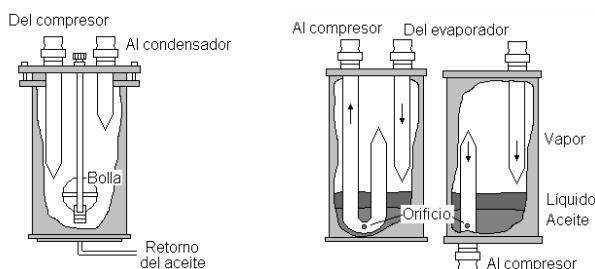
Pendientes descendentes

Sifones

Filtros y separadores

Botella antigolpe de líquido

Posición original



**3.- Elementos Auxiliares del Compresor (III)**

Vibraciones y ruidos

- Dispositivos internos
- Dispositivos externos

- Silenciadores
- Uniones flexibles
- Amortiguadores
- Bancadas

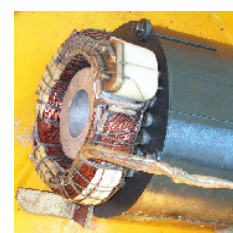




3.- Elementos Auxiliares del Compresor (IV)

Sistemas de seguridad

- Presostato de máxima
- Presostato de mínima
- Válvula de seguridad interna
- Válvula de seguridad externa
- Fusible (de presión)
- Presostato de aceite
- Nivel de aceite
- Protector térmico



Protecciones externas

41

3.- Elementos Auxiliares del Compresor (V)

Control de la capacidad del compresor

(ajustar la producción del compresor a las necesidades)

Control todo-nada

Capacidad regulable: en escalones o en continuo

**Utilidades:**

Alimentar varias instalaciones

Cuando existen diferentes solicitudes a lo largo del día

Facilitar la puesta en marcha al reducir la carga en el arranque

En los **multicilíndrico** se puede descargar uno o más cilindros, desplazando la válvula de aspiración

En los **compresores de tornillo y los scroll**, la regulación en continuo, (10%-100%), variando el punto donde comienza la compresión

Un modo adaptable es accionar con un **motor de velocidad variable**

Un modo en escalones es utilizando **varios compresores en paralelo** (tándem), aumenta la fiabilidad

42

3.- Elementos Auxiliares del Compresor (VI)

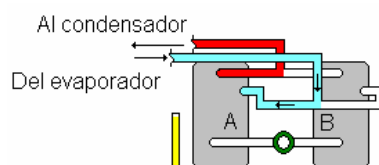
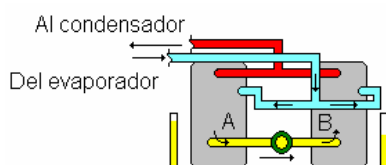
Centrales Frigoríficas:

Instalación de varios **compresores en paralelo**

- Aumenta la fiabilidad.
- Disminuye la potencia instalada (factor simultaneidad)

Preferible combinar equipos de distintas capacidades (1-2-4-8, etc).

Hay que tener especial **cuidado con el aceite de lubricación**, ya que **el retorno** no se reparte por igual, requiere de tubería de equilibrado



43

3.- Elementos Auxiliares del Compresor (VII)

Selección de los compresores

Estudiar el **número y tamaño idóneos** de las unidades compresoras

(la parcialización de la carga de un compresor siempre supone pérdida de C.O.P)

Selección de **equipos de alto rendimiento**, haciéndoles funcionar en su punto **óptimo** o próximo a este, estudiando las cargas parciales

Compresor	400 kW	250 kW	150 kW
Rendimiento nominal	93%	92%	91%
Rend. Al 60% de la carga	90%	89%	88%
Rend. Al 30% de la carga	88%	87%	86%

En **cada régimen de trabajo** estudiar **la relación de compresión**. Cuanto menor sea más eficientemente es el sistema

La combinación de **equipos de diferente tecnología** puede producir unos rendimientos energéticos muy altos

44

4.- Condensadores (I)

Intercambiador de calor en el que el refrigerante, vapor a alta presión y temperatura, se licua, liberando calor a un medio exterior más frío (aire o agua)

- Sin pérdida de presión (teoría)
- Tamaño suficiente

Para el buen funcionamiento es preciso:

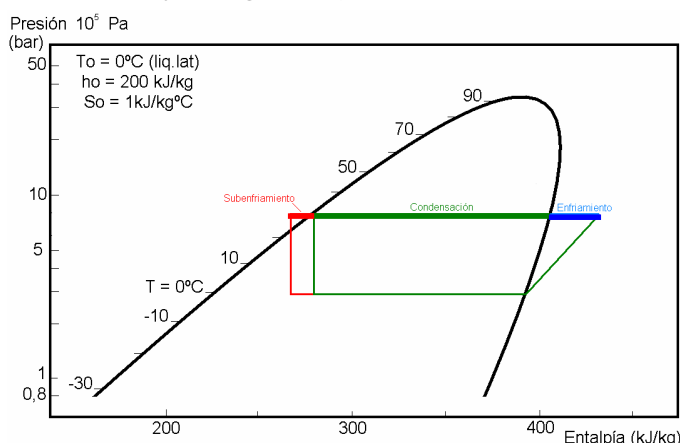
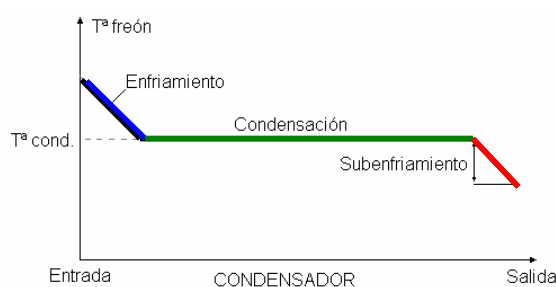
- Que esté limpio
- Colocación de filtros de aire o agua para impedir que se ensucie
- La temperatura del aire o agua ha de ser lo más baja posible

La **colocación** física del condensador es generalmente **junto al compresor**, unidad condensadora, se puede aprovechar la refrigeración del condensador para refrigerar también el compresor.

45

4.- Condensadores (II)

**Subenfriamiento:** asegurar la completa condensación del refrigerante (mejora la etapa de expansión, evita ruidos y desgastes)



Si es excesivo disminuye el aprovechamiento del condensador (calor latente > calor sensible)

46

4.- Condensadores (III)

Clasificación según el medio que absorbe el calor del refrigerante (I)

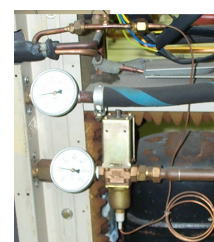
–**Condensadores de aire:**

- Tubo, aletas, ventilador en flujo cruzado
- Compacto (tamaño)
- Varios en paralelo (limitar pérdidas de carga)
- Transposición (idénticas condiciones a la salida)



–**Condensador de agua,** el tamaño necesitado es menor

- Intercambiador (en contracorriente, válvula presostática)
- De inmersión (acumulador)
- Evaporativo (pulverizar agua)



47

4.- Condensadores (IV)

Clasificación según el medio que absorbe el calor del refrigerante (II)

–**Condensador mixto,** combinando los dos anteriores

- Menor consumo de agua
- Aire o agua en función de la demanda

El **agua calentada** en la condensación se puede:

- **Almacenarse** para su posterior utilización (desescarche del evaporador)
- **Utilizarse** directamente en duchas, grifos,...
- **Verterse a la red,** agua perdida (válvula presostática de agua).
- **Enfriarse en una torre de refrigeración** para utilizar en circuito cerrado

$P < 300 \text{ kW}$  es recomendable condensación por aire

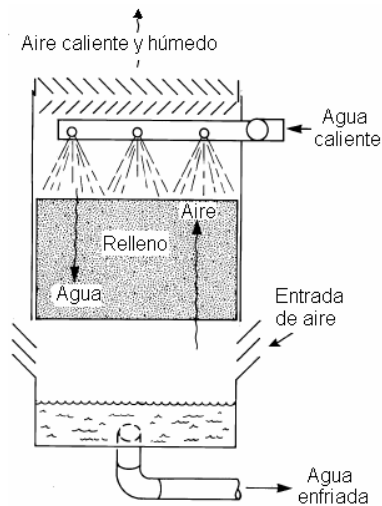
$P > 300 \text{ kW}$  es recomendable condensación por agua

48

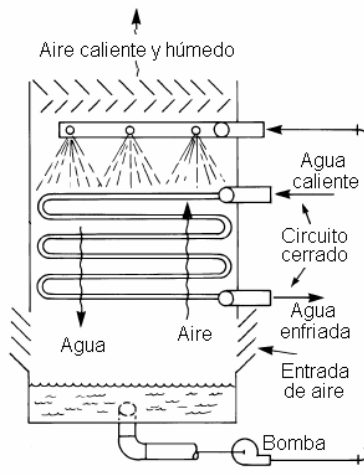


**4.- Condensadores (V)**

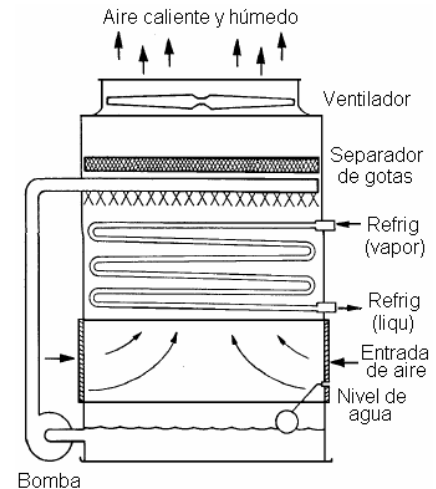
**Torres de refrigeración (I)**



**Circuito abierto**



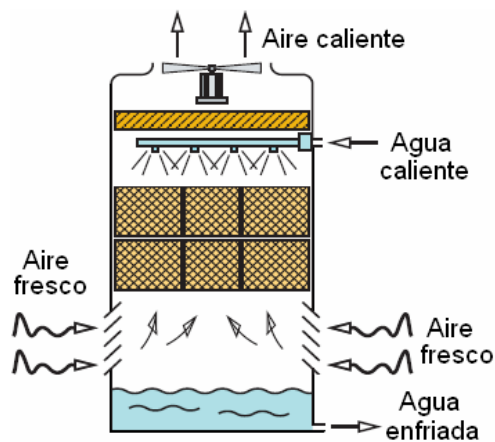
**Circuito cerrado**



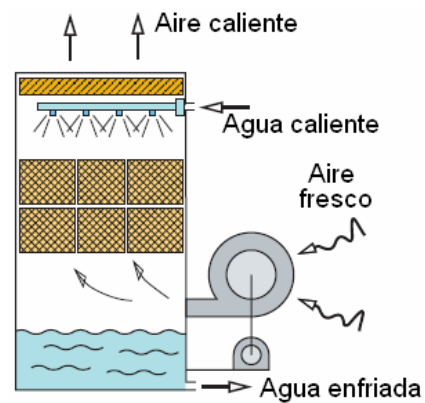
**Condensador evaporativo**

**4.- Condensadores (VI)**

**Torres de refrigeración abiertas (I)**



**Tiro inducido**

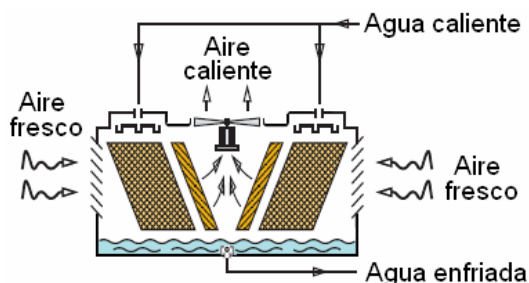


**Tiro forzado**

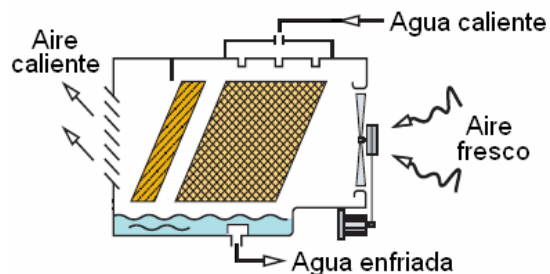
Tiro inducido consume menos energía en ventiladores, pero el ventilador trabaja con aire casi saturado (alta HR)

4.- Condensadores (VII)

Torres de refrigeración abiertas (II)



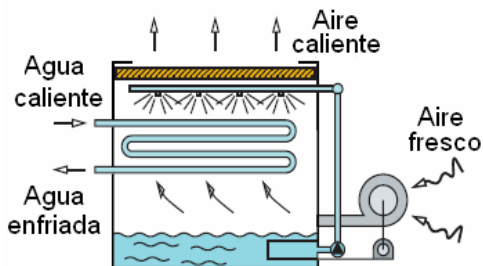
Flujo cruzado y tiro inducido



Flujo cruzado y tiro forzado

4.- Condensadores (VIII)

Torres de refrigeración cerradas

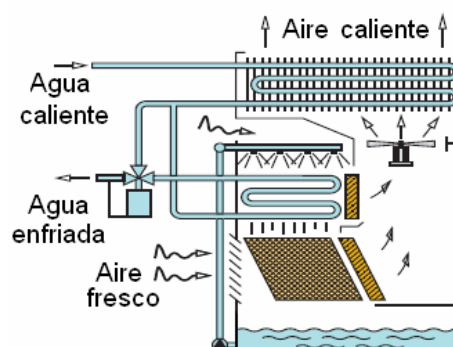


Tiro forzado

...

Purgas en torres húmedas para mantener la concentración de sales

Torres de refrigeración híbridas (parte seca y otra evaporativa)



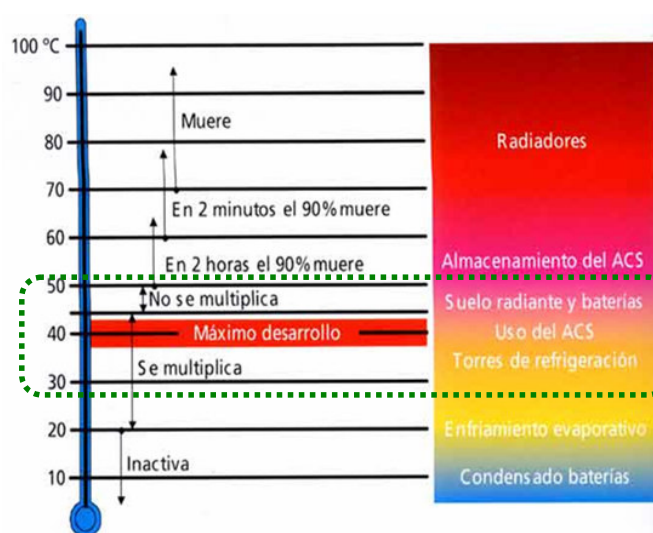
De circuito cerrado

...

4.- Condensadores (IX)

La **Legionella** (I)

- Bacteria dotada de flagelo ⇒ gran movilidad
- Presente en el agua dulce
- La proliferación se favorece por:
  - Temperatura
  - Corrosiones y oxidaciones
  - Estancamientos
  - Materia orgánica

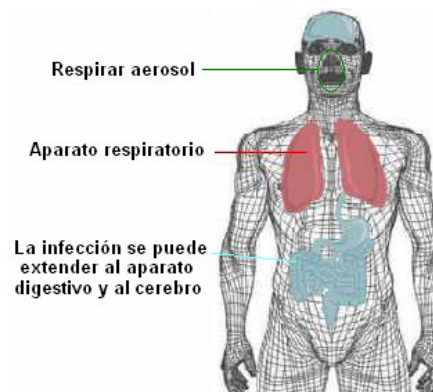


4.- Condensadores (X)

La **Legionella** (II)

Para ser infectado, se tienen que dar las condiciones:

- Penetración de las bacterias en el circuito de agua
- Multiplicación de las bacterias en el agua
- Dispersión de las bacterias en el aire (aerosol)
- Respirar las bacterias



**Legionelosis** (grave)

Neumonía causada al entrar la bacteria en los alveolos  
 Fiebre alta, tos seca e inapetencias; posible: diarreas, vómitos, delirios  
 Más propensos los, ancianos, fumadores, drogadictos ...  
 De 1.000 expuestos entre 20 y 30 serían afectados y morirían 3 o 4

**Fiebre de Pontiac**

Fiebre y dolores musculares pero no neumonía  
 Recuperación entre 2 y 5 días

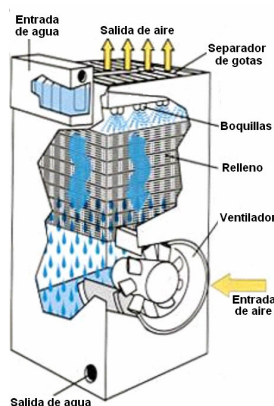
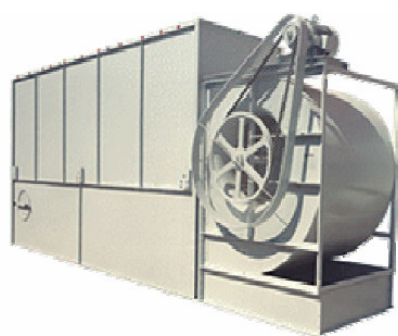
**4.- Condensadores (XI)**

**La Legionella (III)**

Las Instalaciones con mayor peligro de cara a un brote de legionelosis son:

- Torres de refrigeración
- Condensadores evaporativos
- A.C.S. con retorno ( duchas y grifos)
- Humidificadores industriales
- Piscinas, balnearios, ...

- Pulverización de agua en aire
- Altas temperaturas
- Suciedad
- Corrosión e incrustaciones
- Materiales inadecuados



55

**4.- Condensadores (XII)**

**La Legionella (IV)**

**Guía UNE EN 100.030**

**Guía para la prevención, control de proliferación y diseminación de la legionelosis (en diseño y explotación de sistemas)**

- Colocar separadores de gotas de alta eficacia
- Instalar bandejas de recogida de agua con un desnivel apreciable (plástico)
- Utilizar válvulas de drenaje en todos los puntos bajos
- Emplear elementos desmontables que facilitan la limpieza
- Evitar situar las tomas de aire exterior cerca las torres de refrigeración

**Real Decreto 865/2003**

**Criterios Higiénico-Sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis (establece la probabilidad de proliferación y dispersión según la instalación)**

**RITE (e ITCs)**

**Mantenimiento de instalaciones**

56



**4.- Condensadores (XIII)**

**La Legionella (V)**

En el mantenimiento preventivo:

- Físicos: reduciendo la presencia de materia orgánica e inorgánica
- Químicos: acondicionando con productos
- Controlando la calidad del agua (PH, dureza, alcalinidad, ...)

Se deben inspeccionar y limpiar eliminando sedimentos: torres de refrigeración, condensadores evaporativos, ...

Los procesos de desinfección son :

- Térmica; calentando el agua temporalmente por encima de los 70°C
- Química: añadiendo al agua cloro, ozono o peróxido de hidrógeno
- Radiación ultravioleta



**Iones**



**Cl**



**Ozono**

**5.- Dispositivos de Expansión (I)**

Asegurar la alimentación de refrigerante al evaporador en las condiciones de temperatura y presión apropiadas, de modo que se aproveche la totalidad del evaporador (recalentamiento justo)

Produce una gran pérdida de presión  $\Rightarrow$  una evaporación de parte del líquido

No existe intercambio térmico (no hay área)  $\Rightarrow$  Descenso de temperatura

**Dispositivos de expansión (I)**

• **Válvula de expansión fija:**

- Son un orificio de tamaño fijo
- Sin posibilidad de regulación
- Pequeñas instalaciones de funcionamiento conocido

5.- Dispositivos de Expansión (II)

Dispositivos de expansión (II)

• **Válvula de expansión automática:**

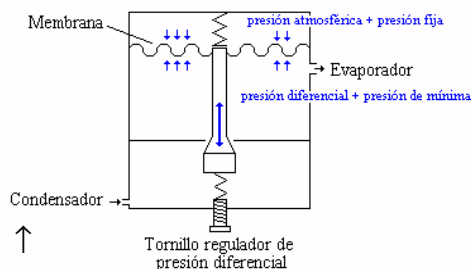
Son un orificio (regulable) que separa dos cámaras  
Tienen un juego de presiones en una membrana  
entre un muelle y la presión de mínima  
Logran una presión de mínima cte

$$p_{\text{atmosférica}} + p_{\text{fija}} = p_{\text{regulable}} + p_{\text{mínima}}$$

p.ej:  $1 + 5 = 4 + p_{\text{mínima}} \Rightarrow p_{\text{mínima}} = 2$

p.ej si  $p_{\text{mínima}} \downarrow$ :  $1 + 5 < 4 + 1,5 \Rightarrow \text{válvula abre} \Rightarrow p_{\text{mínima}} \uparrow$

p.ej si  $p_{\text{mínima}} \uparrow$ :  $1 + 5 < 4 + 2,5 \Rightarrow \text{válvula cierra} \Rightarrow p_{\text{mínima}} \downarrow$



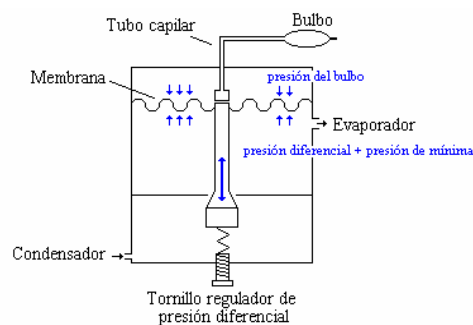
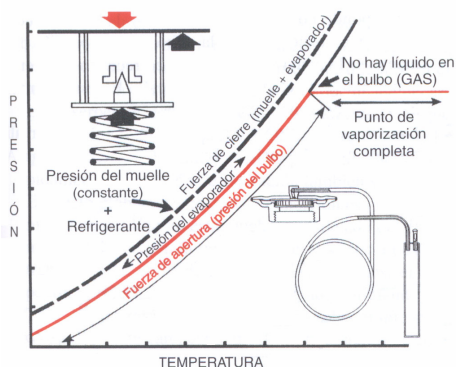
Con el compresor parado provocan un cierre

5.- Dispositivos de Expansión (III)

Dispositivos de expansión (III)

• **Válvula de expansión termostática (I):**

Añaden un bulbo, que realimenta en presión la  
temperatura de salida del evaporador  
(recalentamiento)



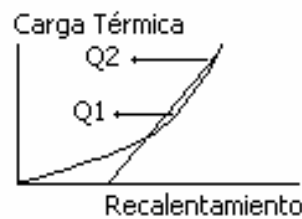
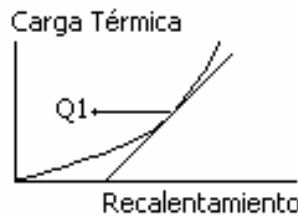
El bulbo en íntimo contacto con salida evaporador

5.- Dispositivos de Expansión (IV)

Dispositivos de expansión (IV)

• **Válvula de expansión termostática:**

- Pueden tener varias salidas  
(evaporadores de aire en paralelo)
- Compensador de presiones  
(grandes evaporadores)



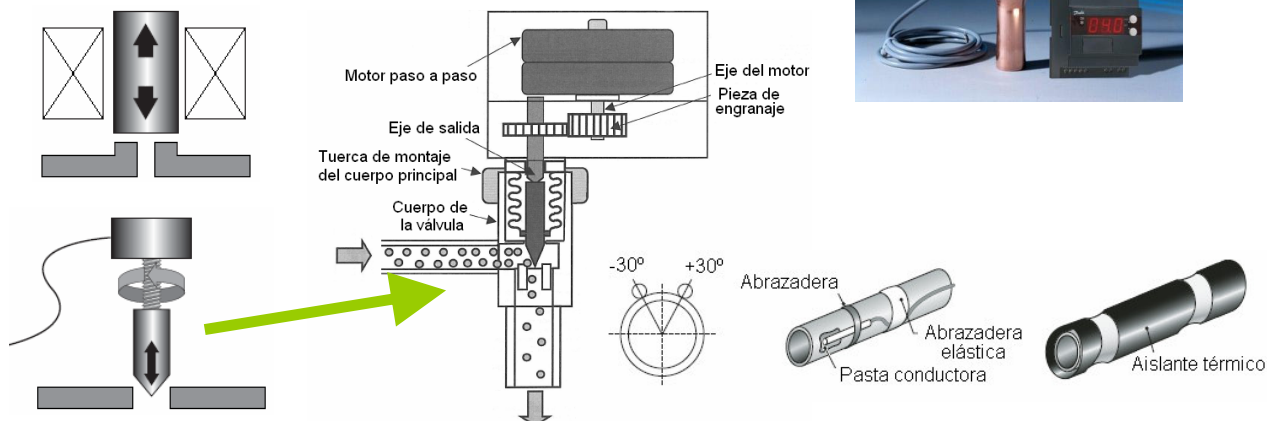
Punto de funcionamiento: corte de la válvula con el evaporador  
(evitar inestabilidades)

5.- Dispositivos de Expansión (V)

Dispositivos de expansión (V)

• **Válvula de expansión electrónicas:**

- Sensores de p y T
- de pulsos
- modulantes



**5.- Dispositivos de Expansión (VI)**

**Dispositivos de expansión (VI)**

• **Tubos capilares:**

Longitud de 0,5 a 5 m

$\phi$  de 0,6 a 2,3 mm

Selección con experiencia y prueba y error

Pequeñas máquinas de funcionamiento fijo y conocido

Bajo coste

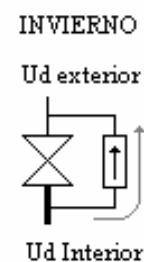
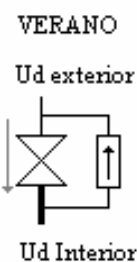
No cierran en las paradas



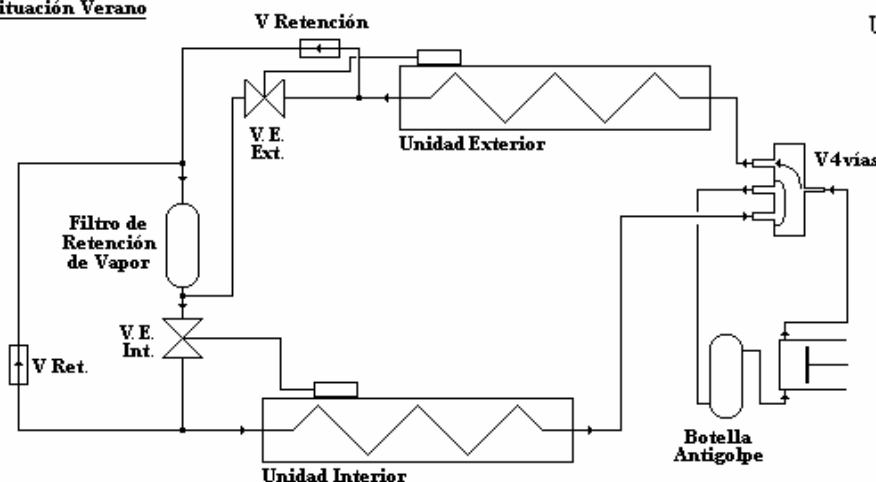
**5.- Dispositivos de Expansión (VII)**

Doble sentido de circulación

(compatibilizar el funcionamiento en verano con el de invierno)



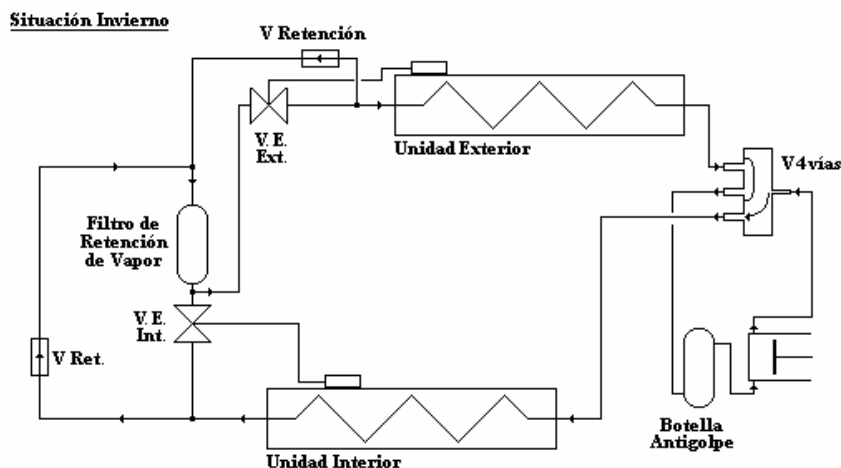
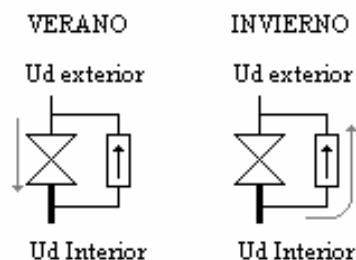
**Situación Verano**





5.- Dispositivos de Expansión (VIII)

Doble sentido de circulación  
(compatibilizar el funcionamiento en verano con el de invierno)



Una sola válvula ⇒ bulbo en la tubería de aspiración

65

6.- Evaporadores (I)

**Intercambiador de calor**, en él refrigerante, “líquido” a baja presión y temperatura, se evapora absorbiendo calor de un medio exterior más caliente (aire o agua)

Debe tener tamaño suficiente y provocar la mínima pérdida de presión posible

Siendo extenso el campo de aplicaciones del frío existen **multitud de tipos** de evaporadores, variando por su forma, construcción y aplicación.

Se clasifican en tres grandes grupos, que corresponden a los **sistemas de funcionamiento** del evaporador, y son:

- Sistema húmedo o inundado, el evaporador casi totalmente lleno de líquido
- Sistema seco, contiene la cantidad de refrigerante líquido absolutamente necesaria, reduciendo al mínimo la cantidad de refrigerante en el sistema, es el sistema más empleado
- Sistema semi-inundado, una variante del seco, son tubos conectados en paralelo a unos colectores distribuidores.

La entrada de refrigerante debe dosificarse al ritmo en que lo aspira el compresor

66

6.- Evaporadores (II)

Entre las **aplicaciones** más comunes están:

- Enfriamiento de aire: tubo con aletas
- Enfriamiento de agua: intercambiador de placas o de tubos (peligro de congelación)
- Serpentin sumergido en un tanque
- Para formación de hielo (placa sobre la que se rocía agua, y luego se desprende)



≈ Condensador

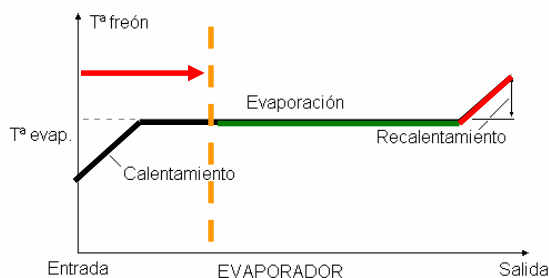
Asegurar la completa evaporación del refrigerante: Recalentamiento

(evita líquido en el compresor)

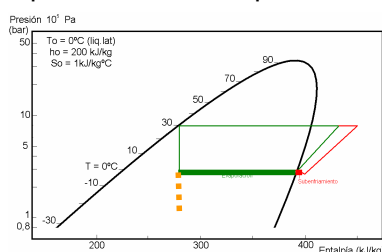
Si es excesivo aumenta el consumo del compresor

(aumenta el volumen del vapor)

(isoentrópicas con menor pendiente)



67



6.- Evaporadores (III)

La escarcha es un aislante térmico, disminuye el rendimiento del equipo

Necesidad de desescarchado

- Natural (larga duración)
- Goteo de agua caliente (calentada en el condensador)
- Resistencia eléctrica (fácil instalación)
- Bomba de calor
- Gas caliente...

Paro de la climatización  
(ventiladores)

Temporizado  
Detector de escarcha

Bandeja de condensados  
Desagües



68

**7.- Otros Dispositivos (I)**

**Válvula de 4 vías**

Se encarga de invertir el flujo del refrigerante

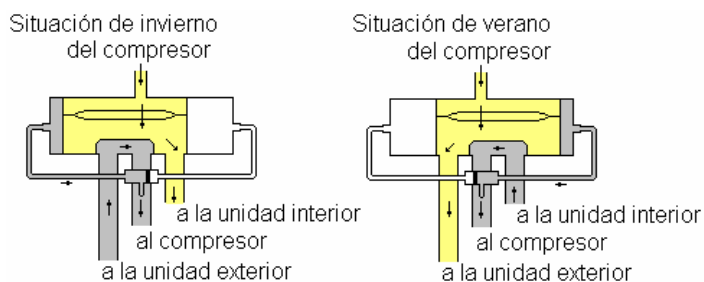
Conexión de las tuberías:

- Superior: descarga
- Enfrentada: aspiración
- Otras: las dos unidades



Pilotada eléctricamente

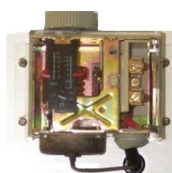
Acc. por la presión del refriger.



**7.- Otros Dispositivos (II)**

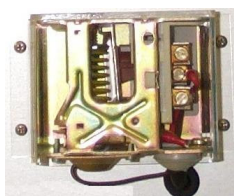
**Termostatos**

Control de encendido y apagado por temperatura (banda de regulación, histéresis)

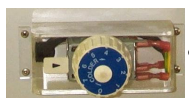


- T. diferencial

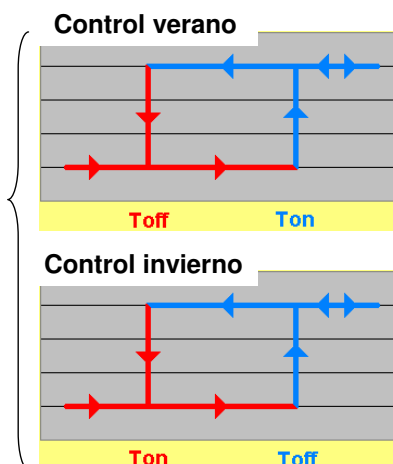
- T. ambiente



- T. Anticongelación



- T. Ambiente con desescarche semiautomático



**7.- Otros Dispositivos (III)**

**Presostatos**

- De máxima
- De mínima
- Conjunto



**Otros dispositivos de seguridad**

- Válvulas de seguridad
- De las instalaciones auxiliares (eléctricas, gas, agua, ...)

**7.- Otros Dispositivos (IV)**

**Elementos de medida**

- Termómetros
- Manómetros
- Consumos (eléctricos)



**Visor de líquido-indicador de humedad**

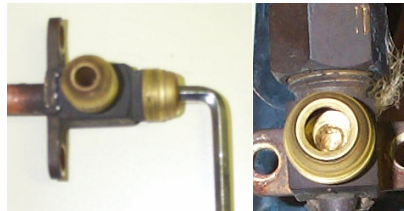


**Filtro deshidratador**



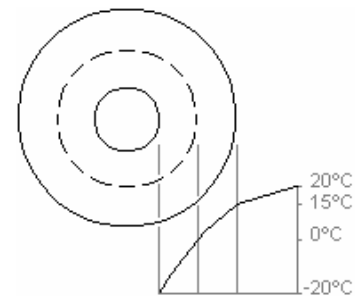
**7.- Otros Dispositivos (V)**

**Válvulas**



**Aislamiento**

Pérdidas térmicas  
Quemaduras  
Condensaciones



**7.- Otros Dispositivos (VI)**

Caídas de Presión

Recal. y Subenf.

The screenshot shows the ISCool Solutions software interface. On the left, a p-h diagram for R417A is displayed, showing the refrigeration cycle with pressure (p [bar]) on the y-axis and enthalpy (h [kJ/kg]) on the x-axis. A blue callout bubble points to the pressure drops in the condenser, evaporator, and suction line. On the right, a schematic diagram of the cycle is shown with components labeled 1, 2, 3, 4, and 1a. Below the schematic, a list of refrigerants includes R22, R404A, R407C, and R417A. A blue callout bubble points to the subcooling and superheating values. The main interface displays various parameters and calculation results:

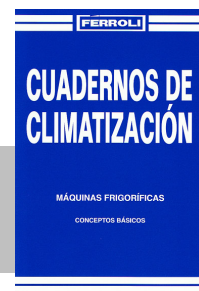
Parameter	Value
Condensación: $t_c$ [°C]	40.0
Temperatura media [°C]	38.7
Presión de condensación $p_c$ [bar]	13.4814
Evaporación: $t_e$ [°C]	-10.0
Temperatura media [°C]	11.4
Presión de evaporación $p_0$ [bar]	2.9756
Subenfriamiento [K]	5.0
Sobrecalentamiento: [Evap.] [K]	10.0
Sobrecalentamiento: [L.d.s.] [K]	10.0
Caída de Presión $\Delta p$ [bar]	0.00
Capacidad frigor. $Q_0$ [kW]	1.00
Potencia del Compresor $P$ [kW]	0.355
Potencia calorífica $Q_c$ [kW]	1.42
Rendimiento isentrópico [-]	0.70
Rendimiento volumétrico [-]	1.0
Tasa de Compresión $p_2/p_1$ [-]	4.530
Diferencia de Presión $p_2-p_1$ [bar]	10.506
Caudal [kg/s]	0.0078
Volumen desplazado [m3/h]	1.95
Capacidad volumétrica [kJ/m3]	1849.2

**Bibliografía del Tema (I)**



**Refrigeración Comercial**  
*D Wirz*

**Cuadernos de Climatización**  
**Máquinas Frigoríficas**  
*FERROLI*



**Tecnología de la Refrigeración y Aire Acondicionado (T II)**  
*W.C. Whitman, W.M. Johnson*

**Manual Técnico Valycontrol**  
[http://www.valycontrol.com.mx/literatura\\_mt.htm](http://www.valycontrol.com.mx/literatura_mt.htm)

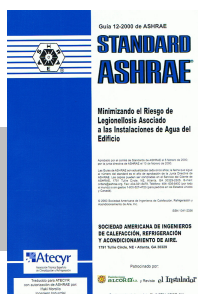


**Bibliografía del Tema (II)**



**Guía Técnica: Torres de Refrigeración**  
*IDAE*

**Guía para Mantenimiento**  
*EUROVENT*



**STANDAR, Minimización**  
**Riesgo de Legionela**  
*ASHRAE*

**Bibliografía del Tema (III)**

**Revistas nacionales:**

- El Instalador
- Montajes e Instalaciones

<http://www.carel.com/>  
<http://www.danfoss.com/spain>  
<http://www.emersonclimate.com/>



<http://www.bitzer.com/>  
<http://www.carlylecompressor.com/>  
<http://www.emersonclimate.com/>  
<http://www.tecumseh.com/homepage.htm>

<http://www.salvadorescoda.com/>

<http://www.e-nergias.com/www/monograficos/guiaCOMadrid.htm>

