

T4.- 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

Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28

<http://personales.unican.es/renedoc/index.htm>

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

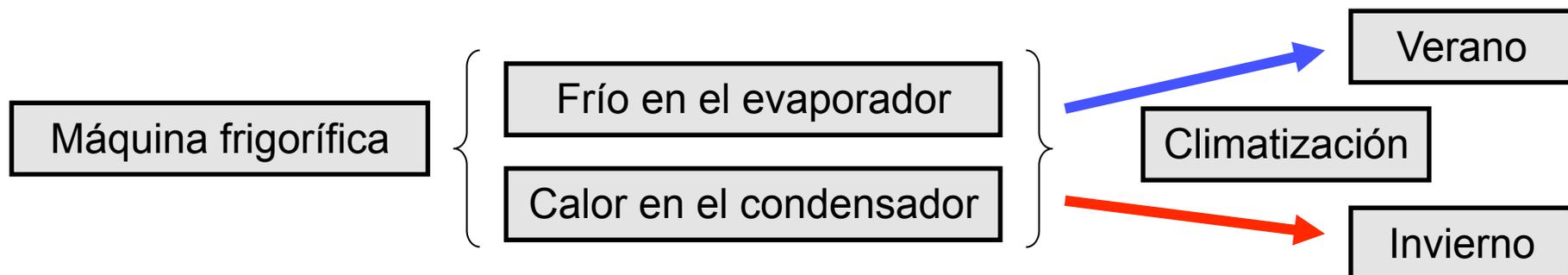
INMACULADA FERNÁNDEZ fernandei@unican.es

Despacho: ETSIIT S-3 74

Tlfn: ETSIIT 942 20 09 32

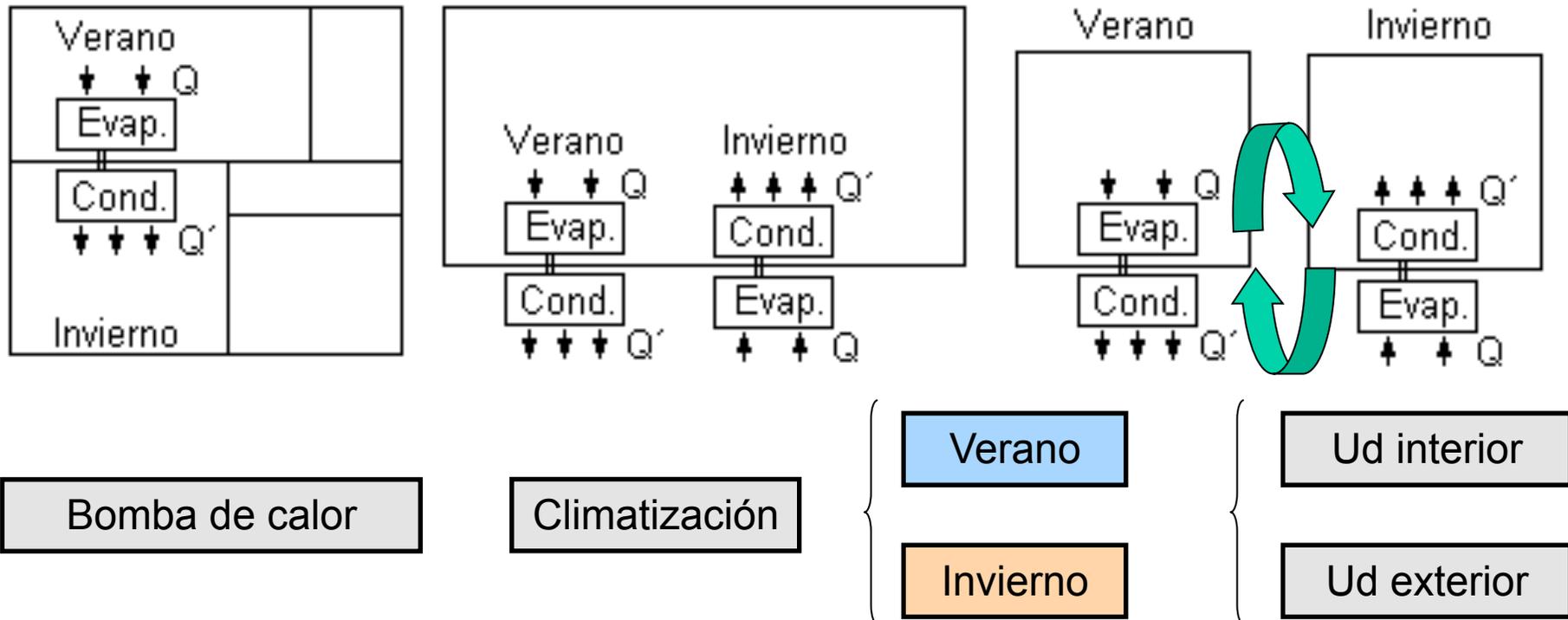
- 1.- Introducción
- 2.- Funcionamiento
- 3.- Rendimiento
- 4.- Focos
- 5.- Clasificación
- 6.- Aplicaciones
- 7.- Otros Diseños de BC

1.- Introducción (I)



Bombear calor del exterior al interior en invierno
Bombear calor del interior al exterior en de verano

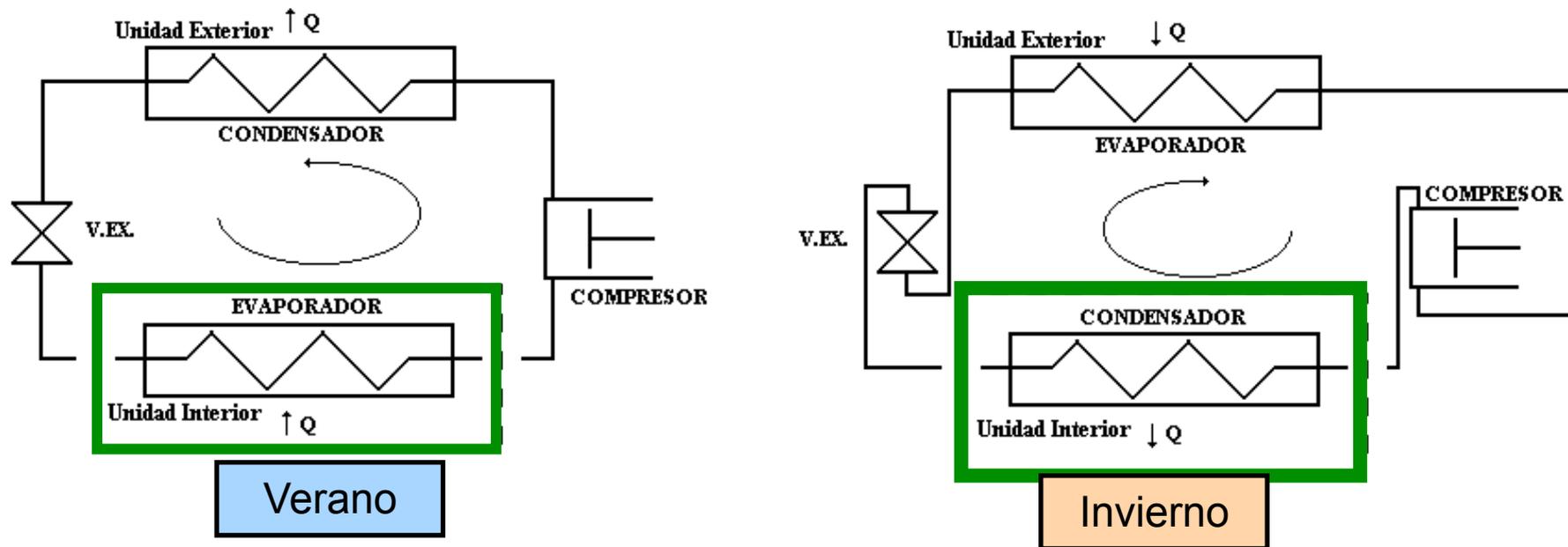
1.- Introducción (II)



	Verano	Invierno
Unidad interior	Evaporador	Condensador
Unidad exterior	Condensador	Evaporador

1.- Introducción (III)

B. C. Reversible: “Invirtiendo” el sentido de circulación del refrigerante



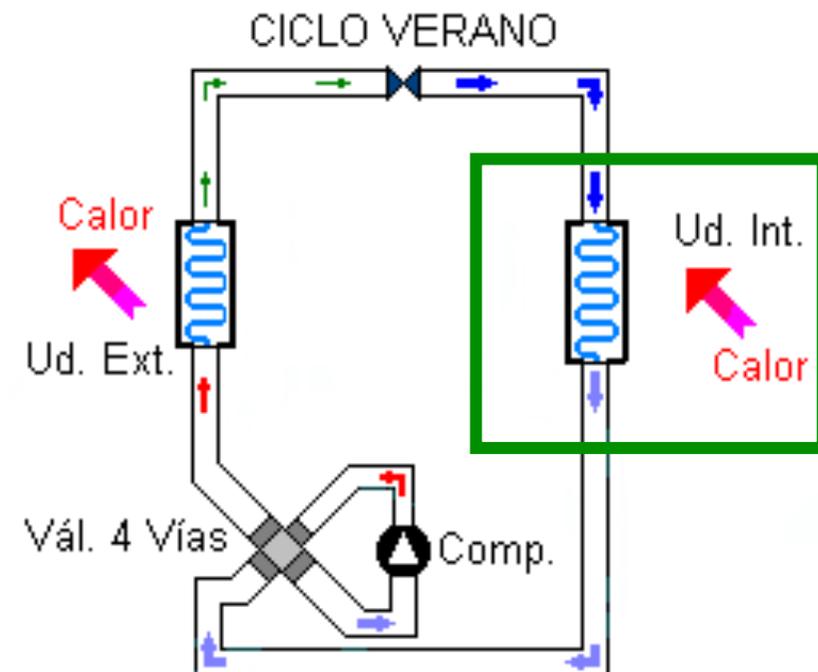
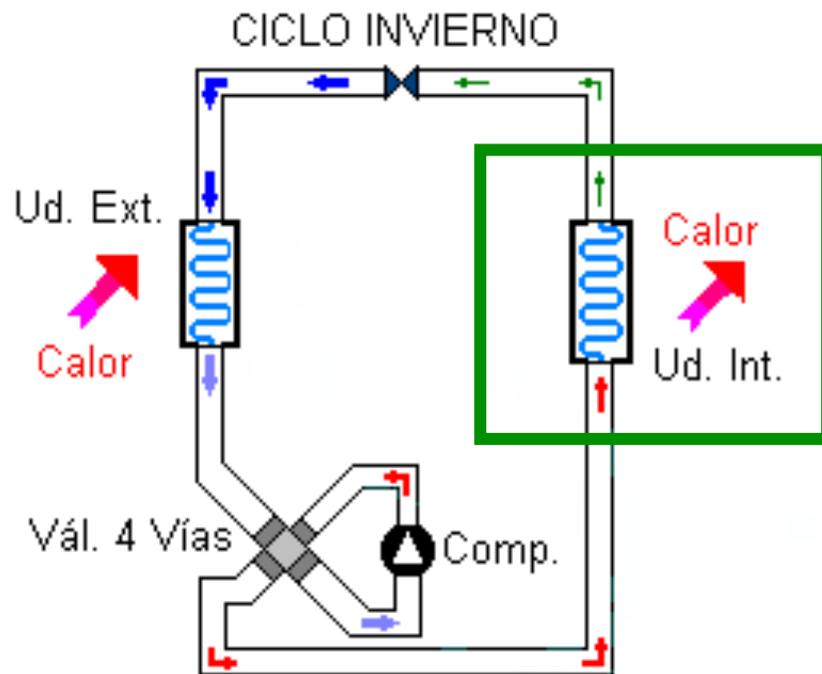
Problemas en invierno:

- Necesidad de desescarchado
- Baja producción térmica con temperaturas exteriores bajas
- Golpe de líquido en el compresor

Δ coste 20%

2.- Funcionamiento de la B. de C. (I)

B. C. Reversible:



2.- Funcionamiento de la B. de C. (II)

Válvula de 4 Vías:

Se encarga de invertir el flujo del refrigerante

Conexión de las tuberías:

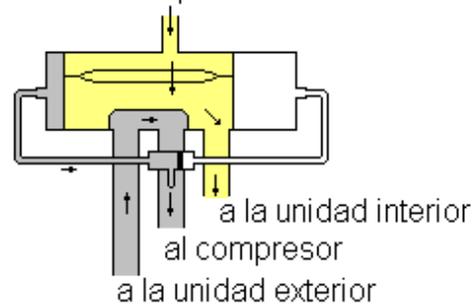
- Superior: descarga
- Enfrentada: aspiración
- Otras 2: las 2 unidades



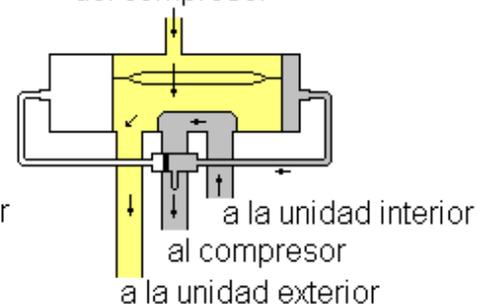
Pilotada eléctricamente

Accionamiento por la presión del refrigerante

Situación de invierno
del compresor



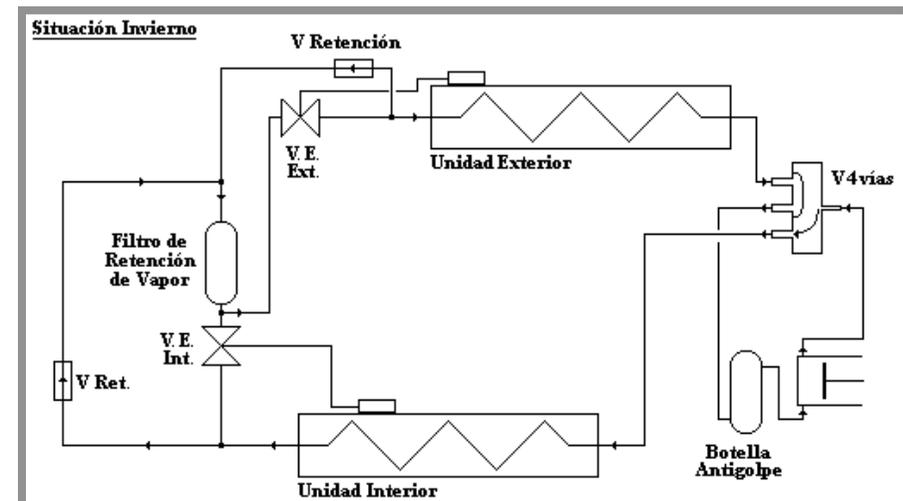
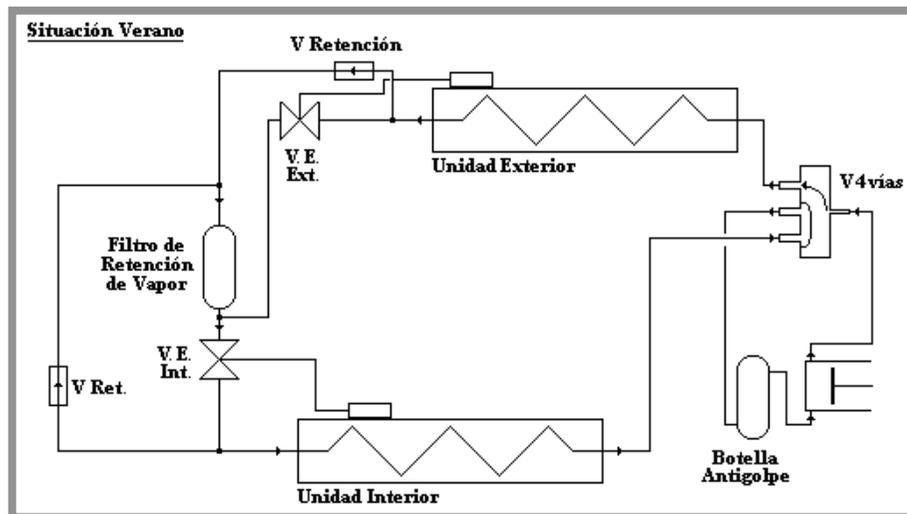
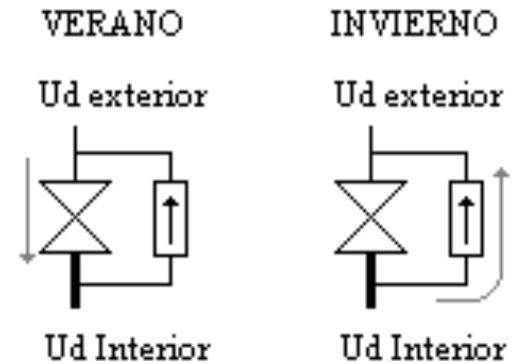
Situación de verano
del compresor



2.- Funcionamiento de la B. de C. (III)

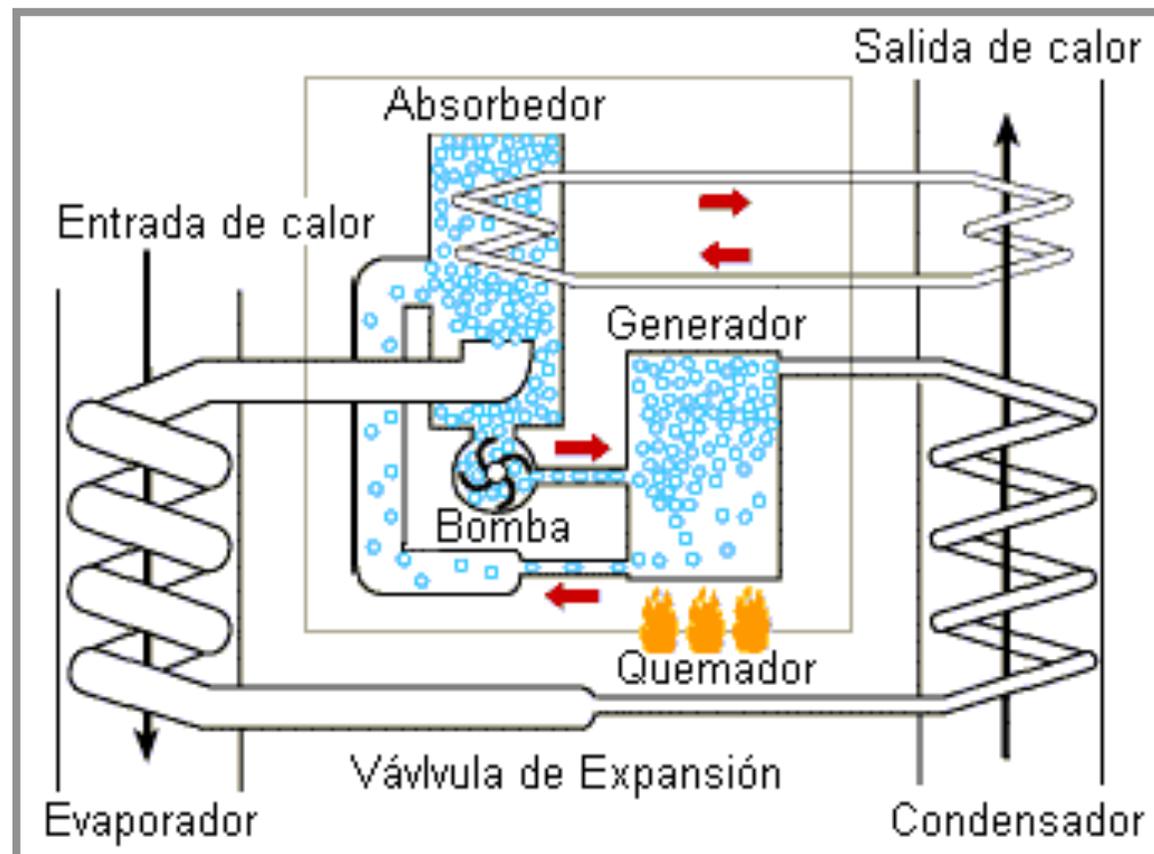
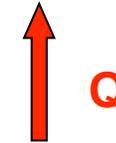
Las condiciones exteriores hacen que la B. C. tenga **diferentes valores de funcionamiento** en verano y en invierno

Con una sola válvula de expansión:



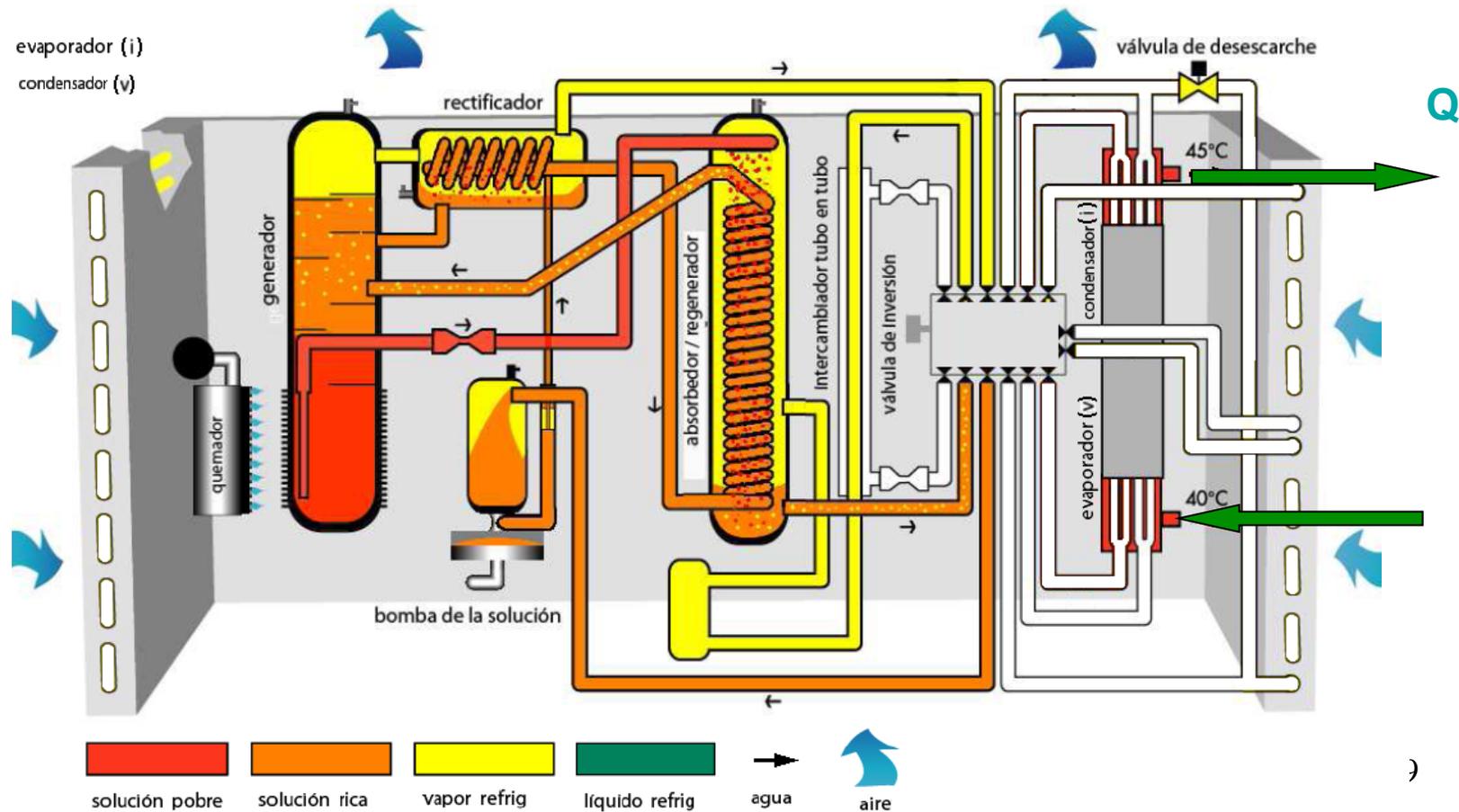
2.- Funcionamiento de la B. de C. (IV)

B.C. de Absorción aire-aire:

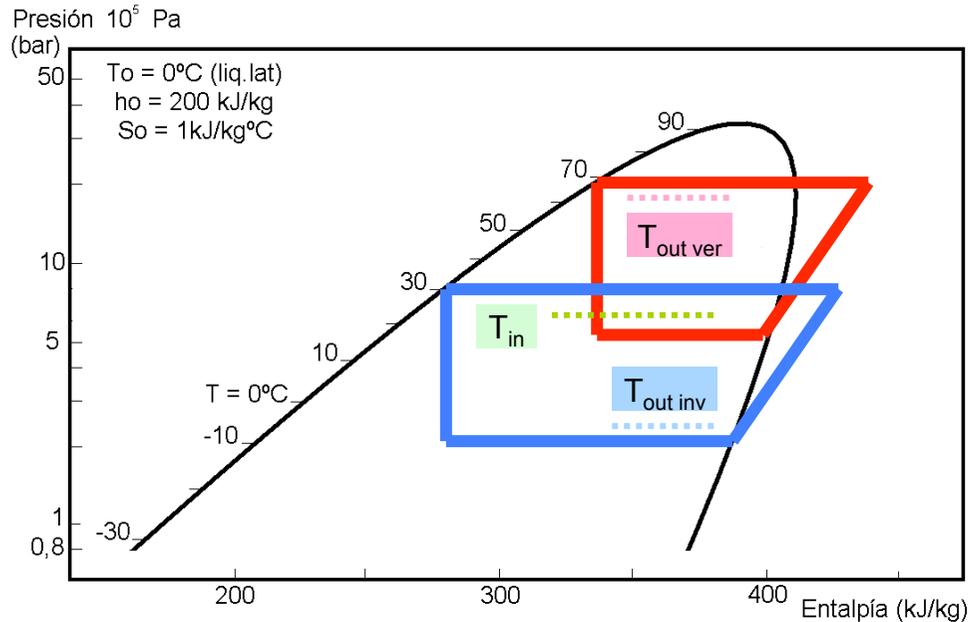


2.- Funcionamiento de la B. de C. (IV)

B.C. de Absorción aire-agua reversible:



3.- Rendimientos de la B. de C. (I)



$$\text{COP}_{\text{VERANO}} = \frac{Q_{\text{EVAP}}}{W_{\text{COMP}}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

$$\text{COP}_{\text{INVIERNO}} = \frac{Q_{\text{COND}}}{W_{\text{COMP}}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

B.C. de Absorción:

$$\begin{cases} W_{\text{COMP}} \Rightarrow Q_{\text{GEN}} \\ Q_{\text{COND}} \Rightarrow Q_{\text{GON}} + Q_{\text{ABS}} \end{cases}$$

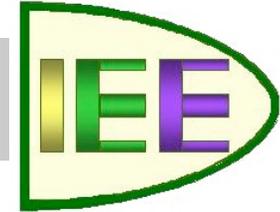
$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{COND}} + Q_{\text{EVAP}}}{W_{\text{COMP}}} = \frac{(h_2 - h_3) + (h_1 - h_4)}{h_2 - h_1}$$

3.- Rendimientos de la B. de C. (II)

$$EER = \frac{\text{Capacidad Frigorífica (BTUh)}}{\text{Potencia Compresor (W)}}$$

Refrigerado por aire / Modo Refrigeración									
Clase	Split			Compactos			Conducto único		
A	3,2	< EER		3	< EER		2,6	< EER	
B	3	< EER <	3,2	2,8	< EER <	3	2,4	< EER <	2,6
C	2,8	< EER <	3	2,6	< EER <	2,8	2,2	< EER <	2,4
D	2,6	< EER <	2,8	2,4	< EER <	2,6	2	< EER <	2,2
E	2,4	< EER <	2,6	2,2	< EER <	2,4	1,8	< EER <	2
F	2,2	< EER <	2,4	2	< EER <	2,2	1,6	< EER <	1,8
G		EER <	2,2		EER <	2		EER <	1,6

$$EER_{SPLIT} > EER_{COMPACTO} > EER_{CONDUCTO}$$



3.- Rendimientos de la B. de C. (II)

$$EER = \frac{\text{Capacidad Frigorífica (BTUh)}}{\text{Potencia Compresor (W)}}$$

Refrigerado por aire / Modo Refrigeración											
Clase	Split			Compactos			Conducto único				
A	Refrigerado por aire / Modo Calefacción										
B	Clase	Split			Compactos			Conducto único			
C	A	3,6	< EER		3,4	< EER		3	< EER		
D	B	3,4	< EER < 3,6		3,2	< EER < 3,4		2,8	< EER < 3		
E	C	3,2	< EER < 3,4		3	< EER < 3,2		2,6	< EER < 2,8		
F	D	2,8	< EER < 3,2		2,6	< EER < 3		2,4	< EER < 2,6		
G	E	2,6	< EER < 2,8		2,4	< EER < 2,6		2,1	< EER < 2,4		
	F	2,4	< EER < 2,6		2,2	< EER < 2,4		1,8	< EER < 2,1		
	G		EER < 2,4			EER < 2,2			EER < 1,8		

$$EER_{SPLIT} > EER_{COMPACTO} > EER_{CONDUCTO}$$

$$EER_{CALEF} > EER_{REFRIG}$$

3.- Rendimientos de la B. de C. (III)

$$EER = \frac{\text{Capacidad Frigorífica (BTUh)}}{\text{Potencia Compresor (W)}}$$

Refrigerado por agua / Modo Refrigeración						
Clase	Split			Compactos		
A	3,6	< EER		4,4	< EER	
B	3,3	< EER <	3,6	4,1	< EER <	4,4
C	3,1	< EER <	3,3	3,8	< EER <	4,1
D	2,8	< EER <	3,1	3,5	< EER <	3,8
E	2,5	< EER <	2,8	3,2	< EER <	3,5
F	2,2	< EER <	2,5	2,9	< EER <	3,2
G		EER <	2,2		EER <	2,9

$$EER_{AGUA} > EER_{AIRE}$$

$$EER_{SPLIT} < EER_{COMPACTO}$$



3.- Rendimientos de la B. de C. (III)

$$EER = \frac{\text{Capacidad Frigorífica (BTUh)}}{\text{Potencia Compresor (W)}}$$

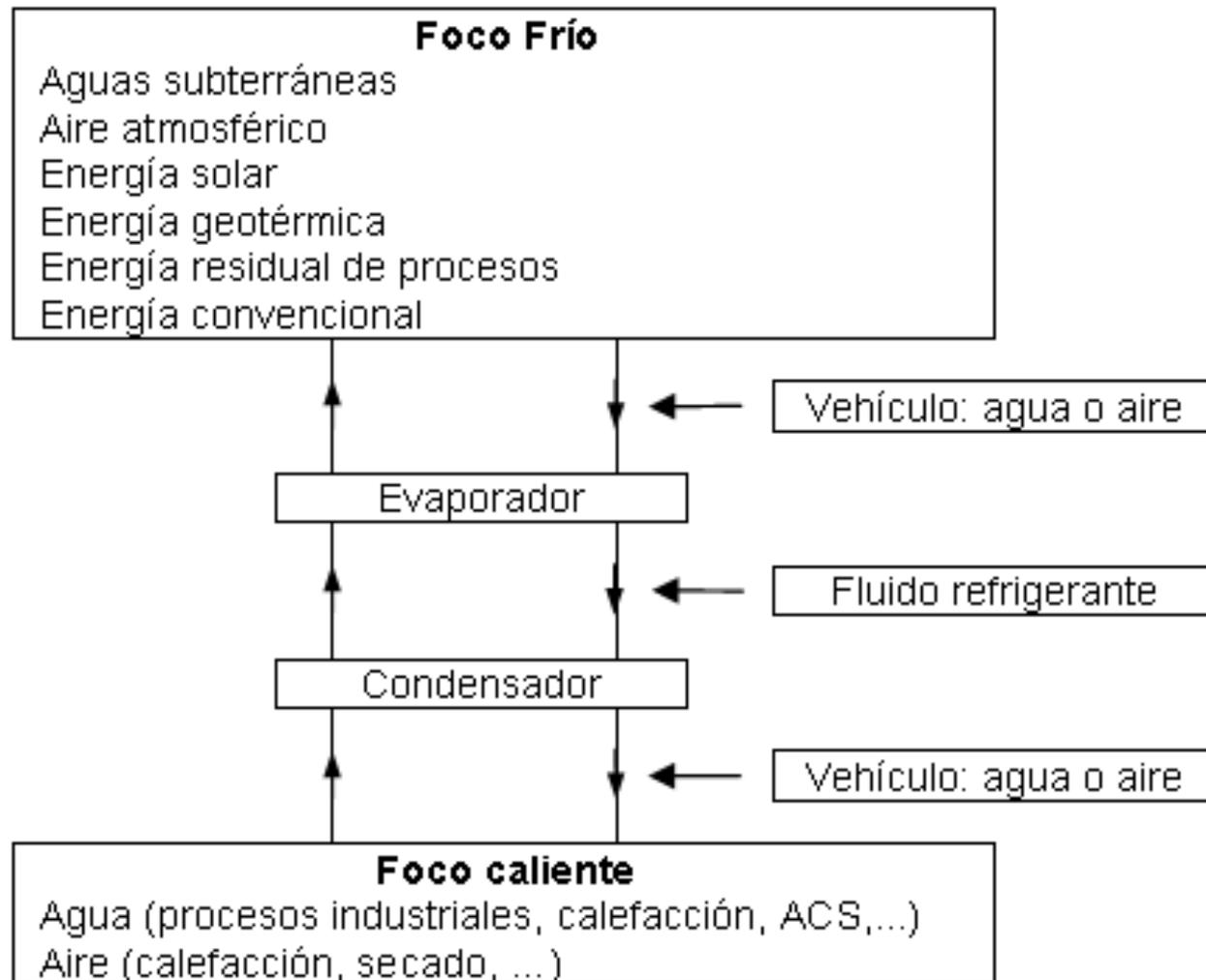
Refrigerado por agua / Modo Refrigeración								
Clase	Split			Compactos				
A	Refrigerado por agua / Modo Calefacción							
B	Clase	Split			Compactos			
C	A	4	< EER		4,7	< EER		
D	B	3,7	< EER <	4	4,4	< EER <	4,7	
E	C	3,4	< EER <	3,7	4,1	< EER <	4,4	
F	D	3,1	< EER <	3,4	3,8	< EER <	4,1	
G	E	2,8	< EER <	3,1	3,5	< EER <	3,8	
	F	2,5	< EER <	2,8	3,2	< EER <	3,5	
	G		EER <	2,5		EER <	3,2	

$$EER_{AGUA} > EER_{AIRE}$$

$$EER_{SPLIT} < EER_{COMPACTO}$$

$$EER_{CALEF} > EER_{REFRIG}^{1,4}$$

4.- Focos



5.- Clasificación de las B. C.

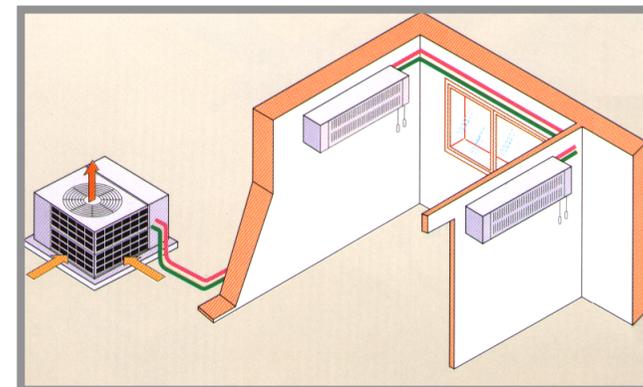
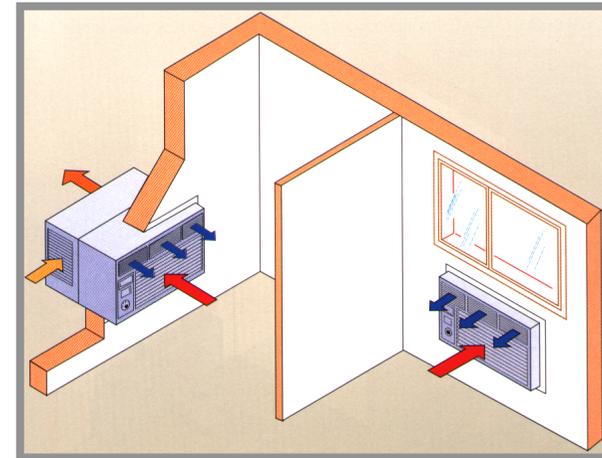
Funcionamiento

Reversibles
No reversibles
Termofrigobombas

Construcción

Compacta
Split o partida
Multi split

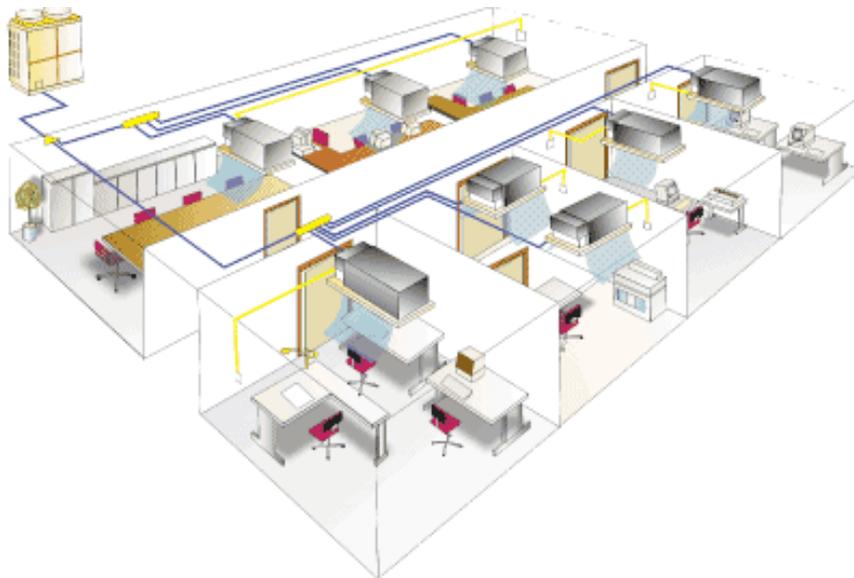
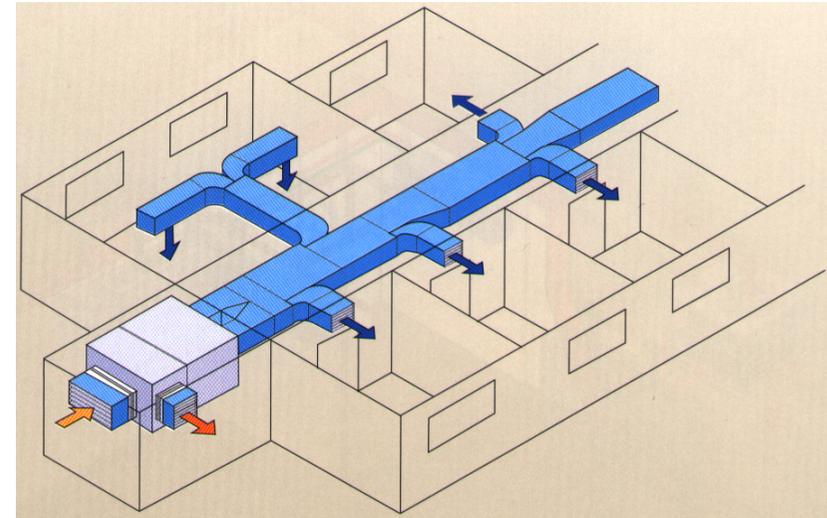
Origen	Destino
Aire	Aire
Aire	Agua
Agua	Aire
Agua	Agua
Tierra	Aire
Tierra	Agua



6.- Aplicaciones de las B. C. (I)

Sector residencial

- Climatización de viviendas
- A.C.S.



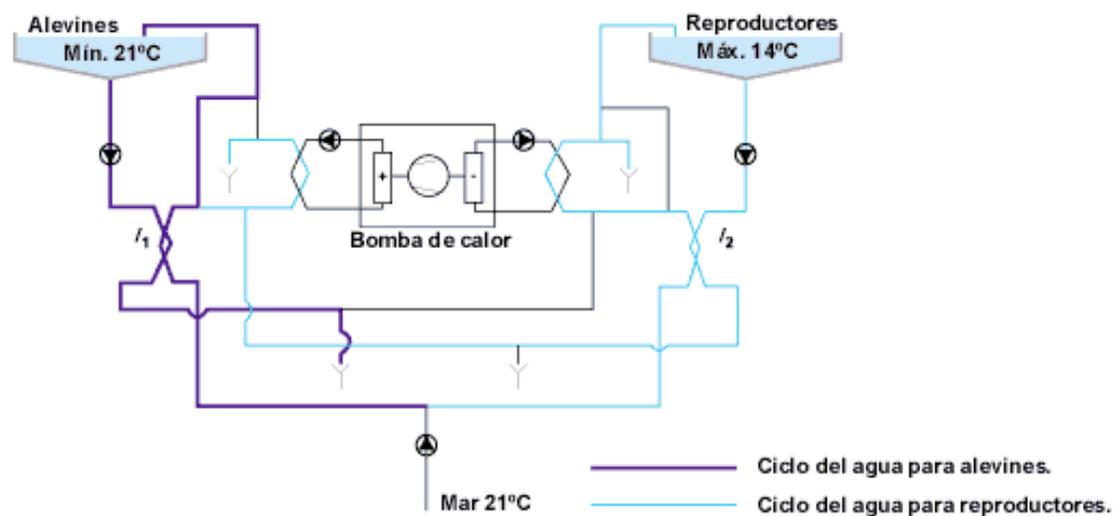
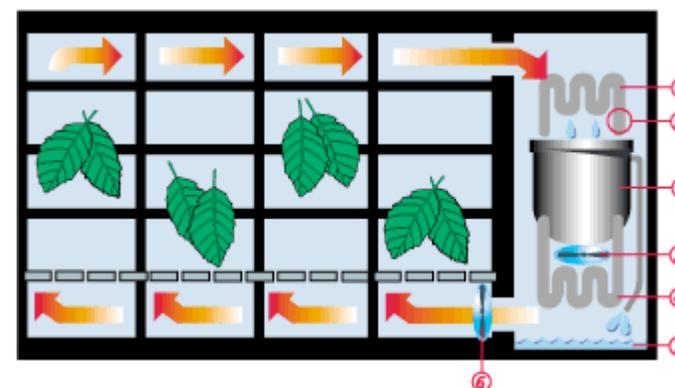
Sector terciario

- Climatización de locales
- Climatización de piscinas

6.- Aplicaciones de las B. C. (II)

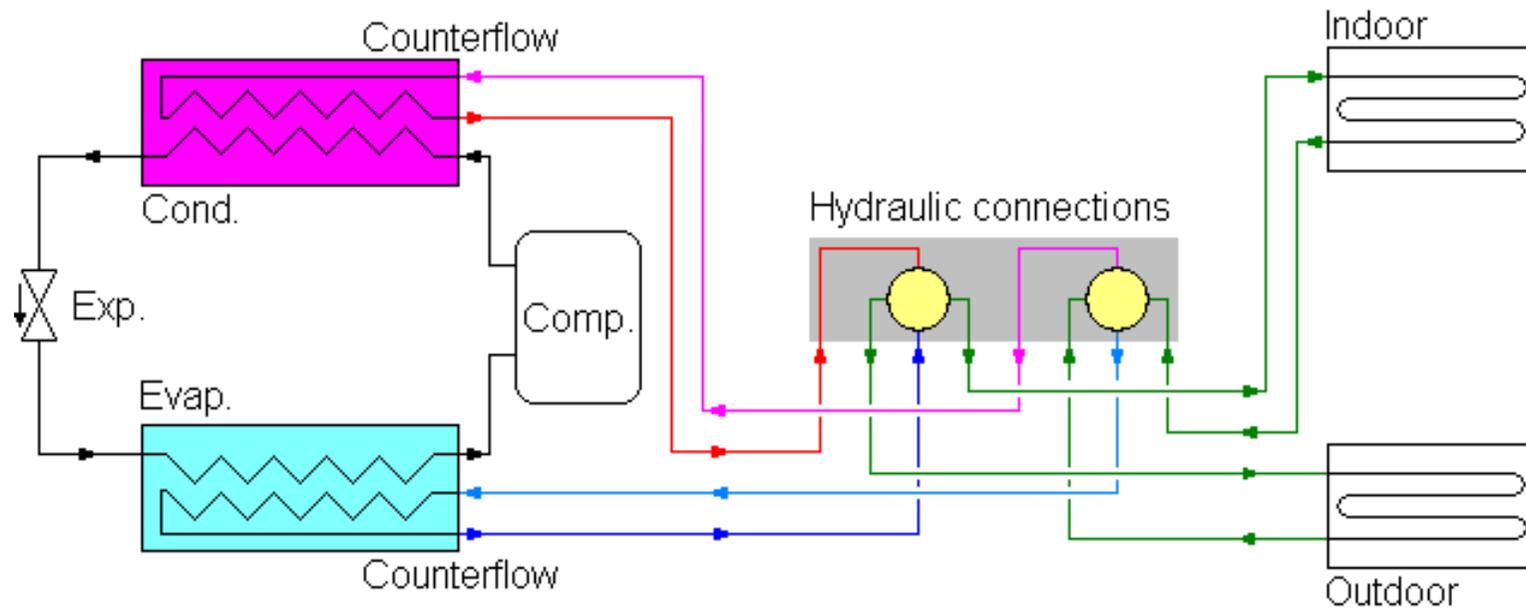
Sector industrial

- Climatización de locales industriales
- A.C.S.
- Agua caliente
- Secaderos
- Destilación
- Invernaderos
- Piscifactorías
- Fermentación pan
- ect



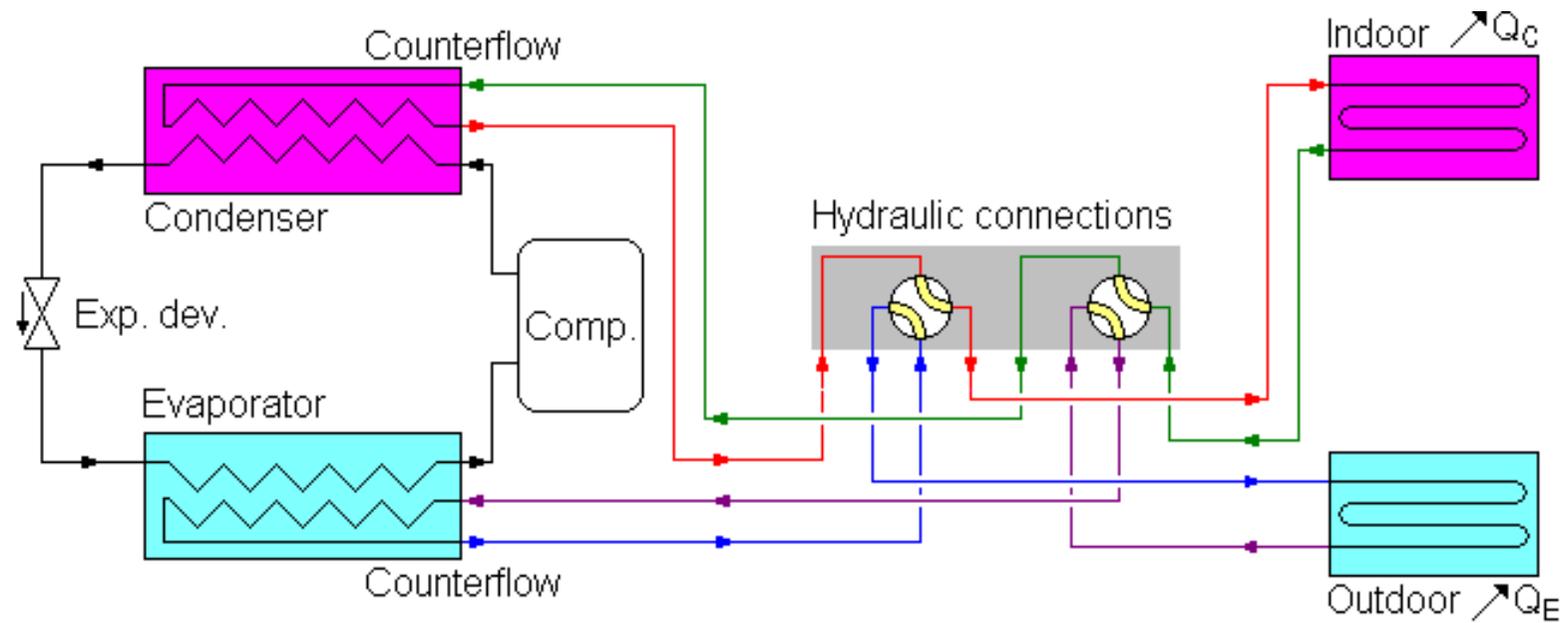
7.- Otros Diseños de B. C. (I)

Agua-agua (I)



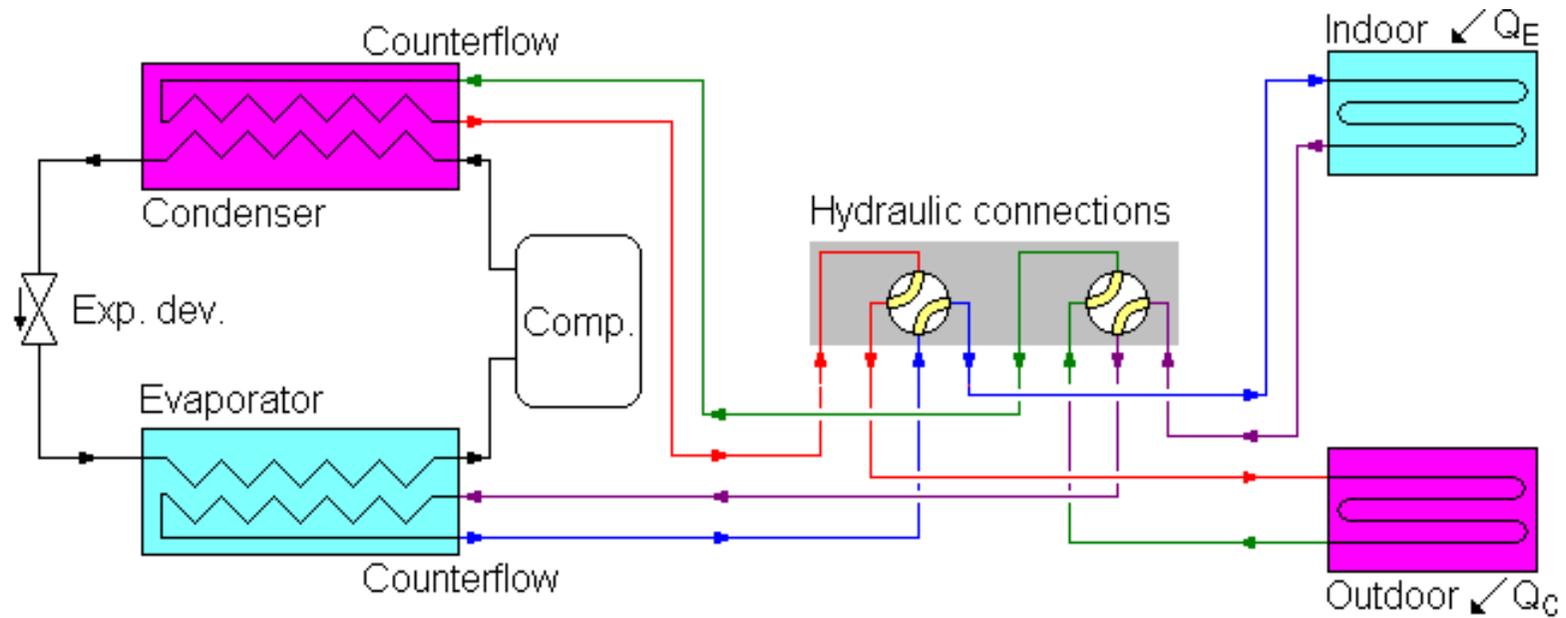
7.- Otros Diseños de B. C. (I)

Agua-agua (II): *Invierno*



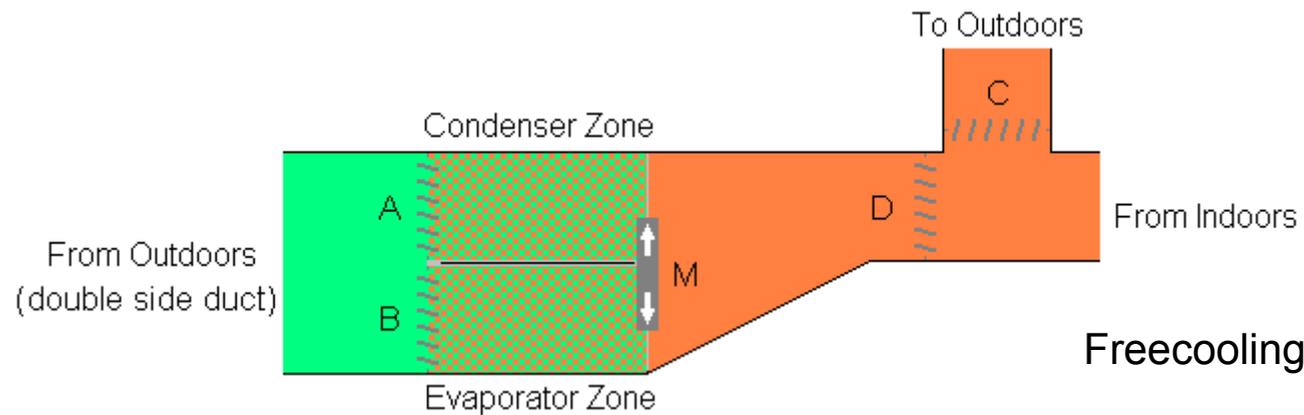
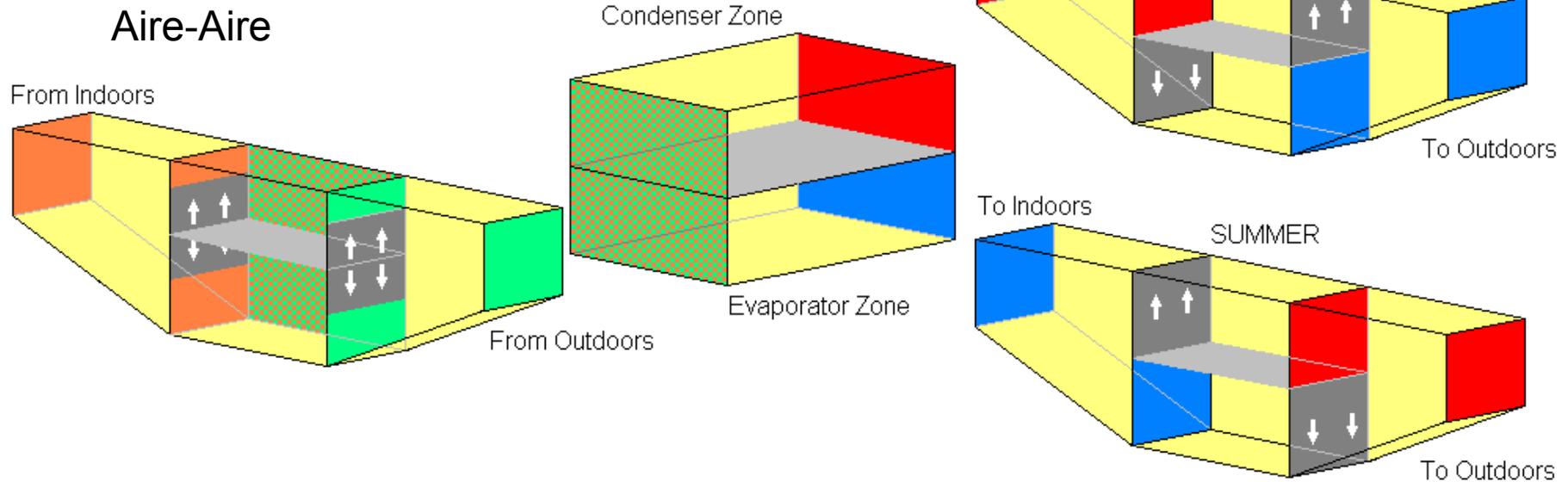
7.- Otros Diseños de B. C. (I)

Agua-agua (III): *Verano*



7.- Otros Diseños de B. C. (II)

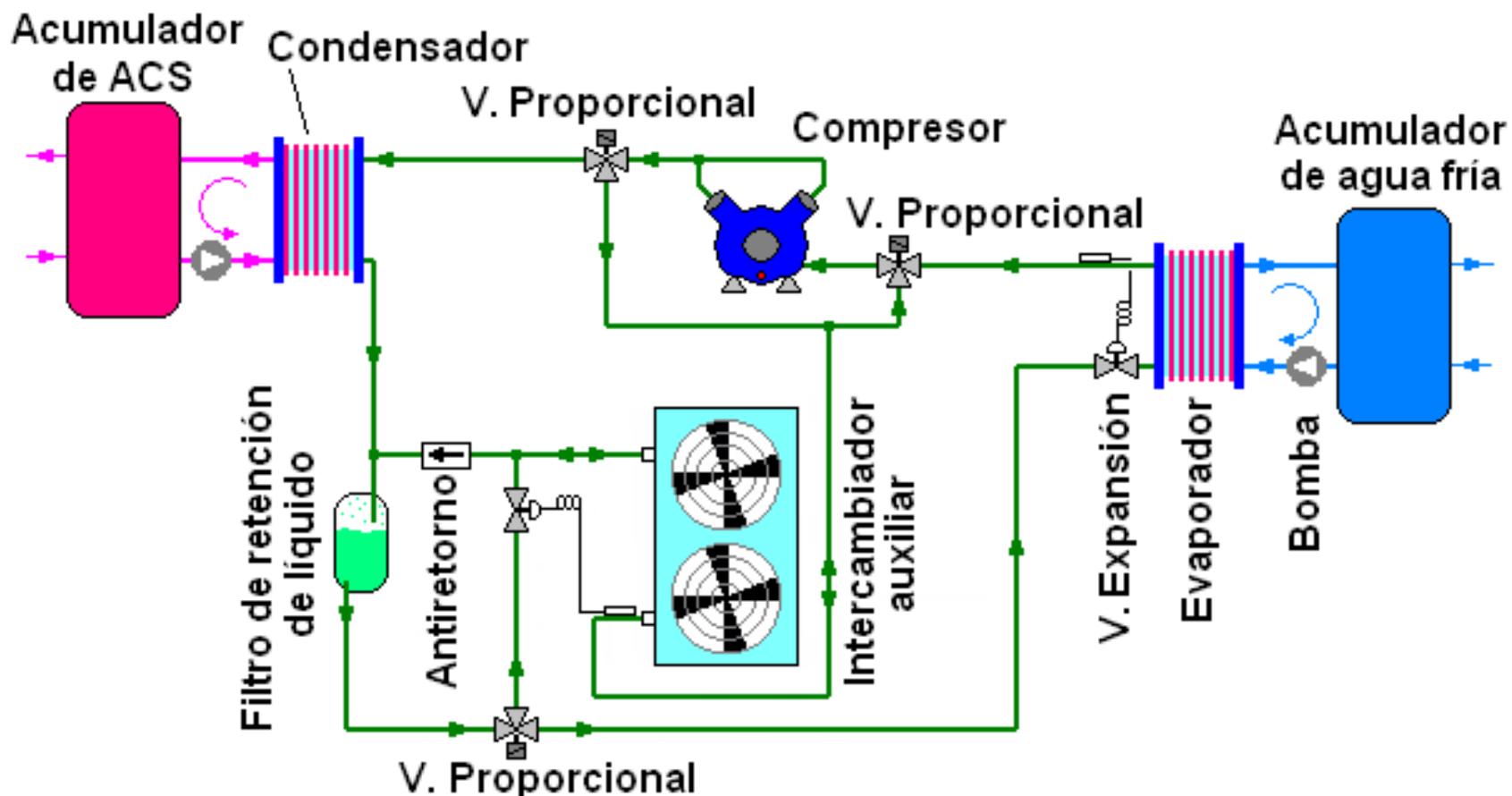
Aire-Aire



Freecooling

7.- Otros Diseños de B. C. (III)

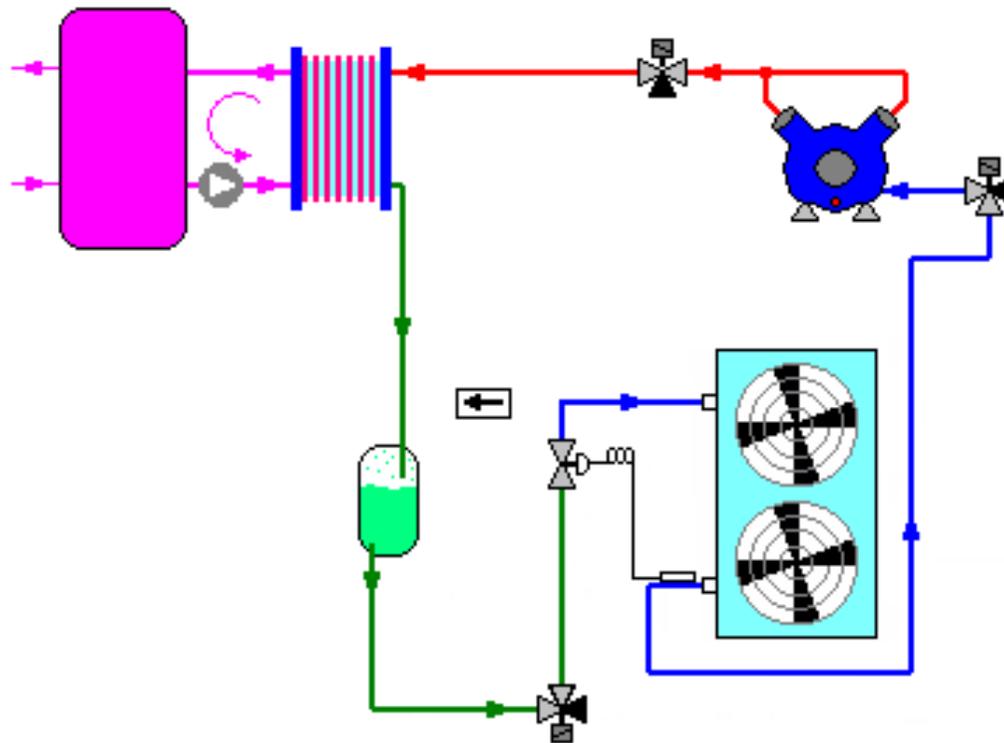
Con recuperación integral de calor (I)



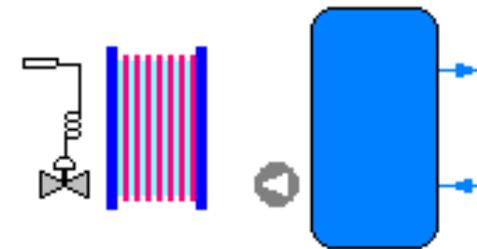
7.- Otros Diseños de B. C. (III)

Con recuperación integral de calor (II): *Calor*

Acumulador
de ACS

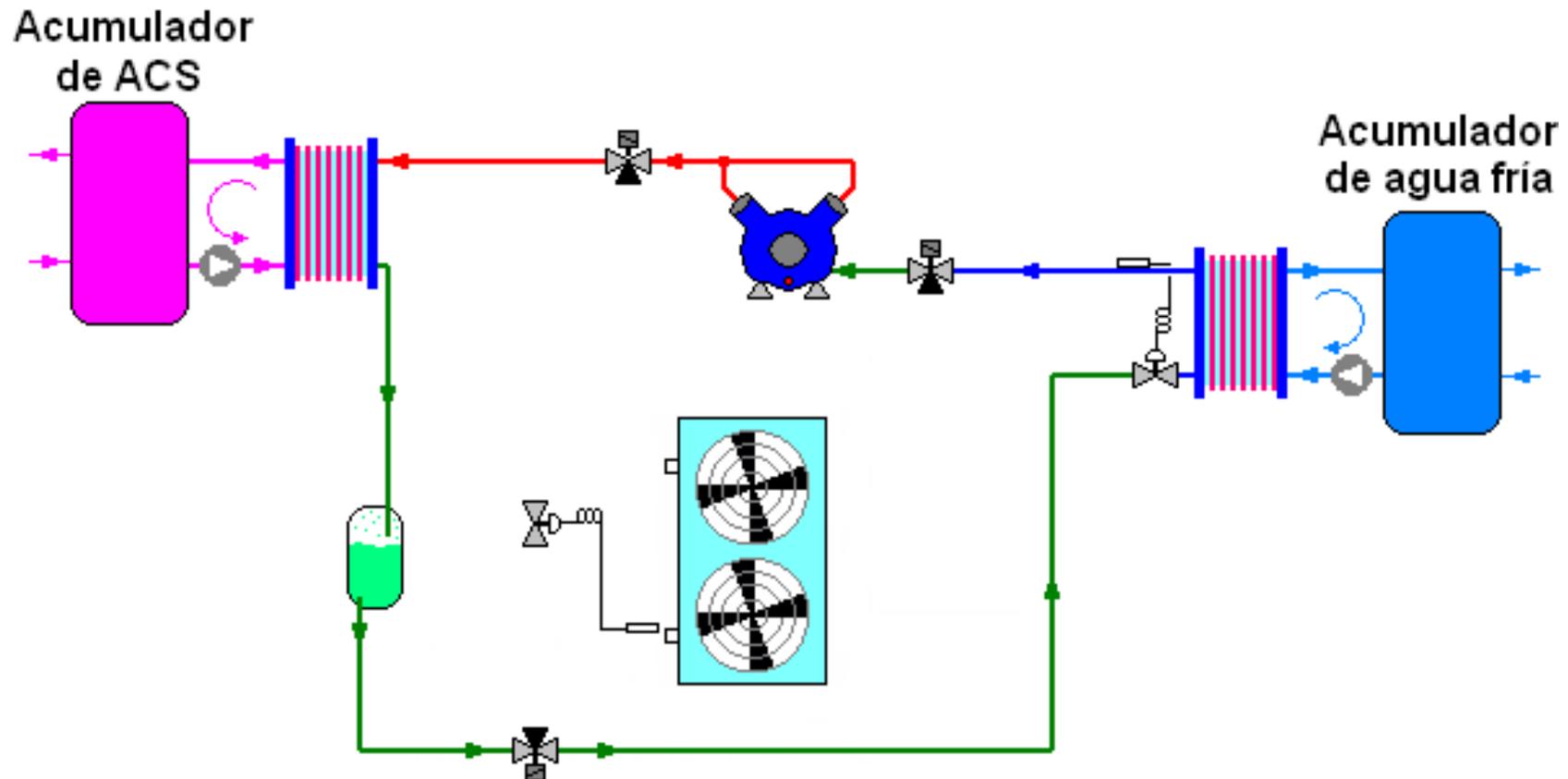


Acumulador
de agua fría



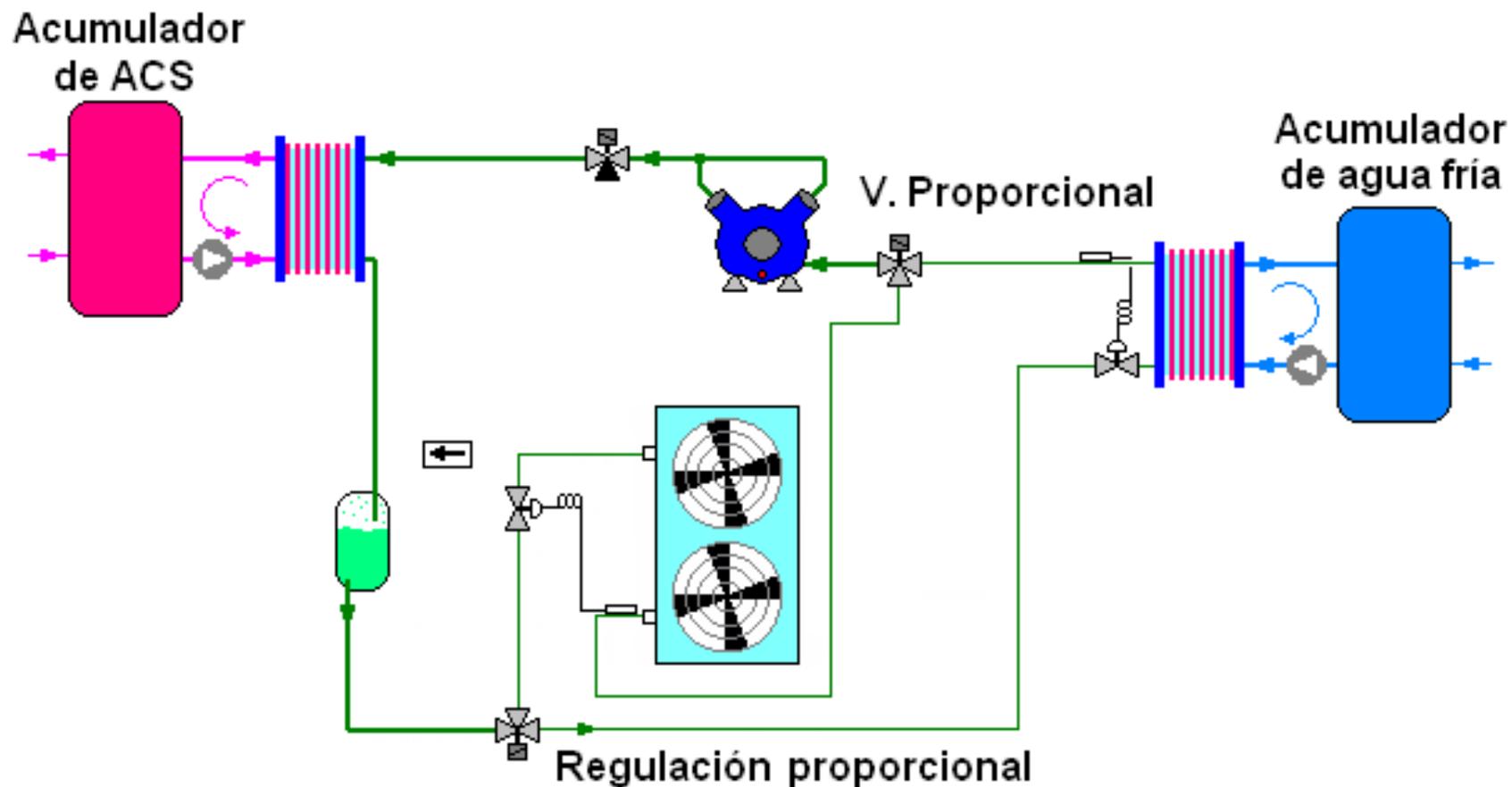
7.- Otros Diseños de B. C. (III)

Con recuperación integral de calor (III): *Calor con recup. de frío (100%)*



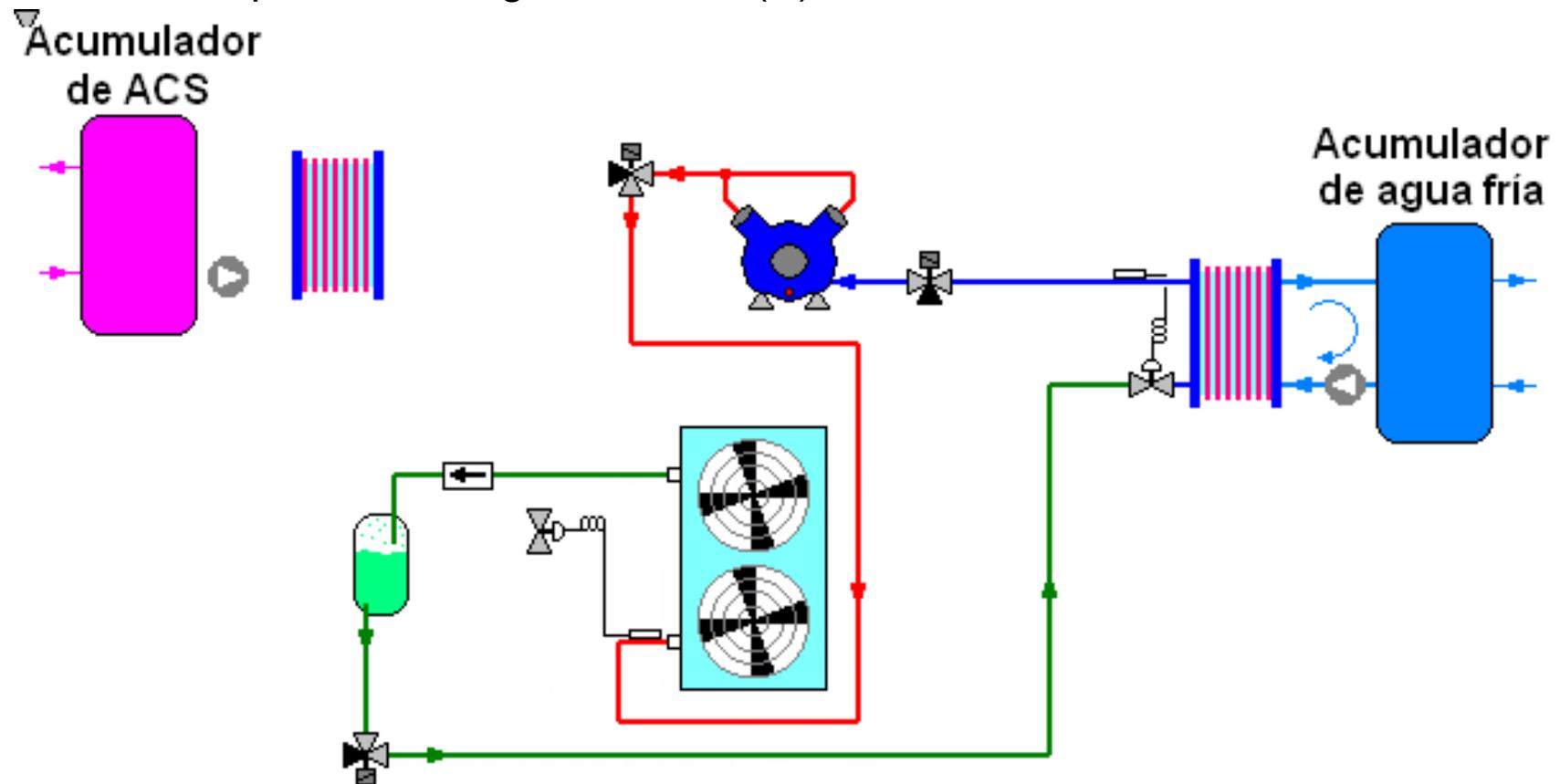
7.- Otros Diseños de B. C. (III)

Con recuperación integral de calor (IV): *Calor con recup. modulada de frío*



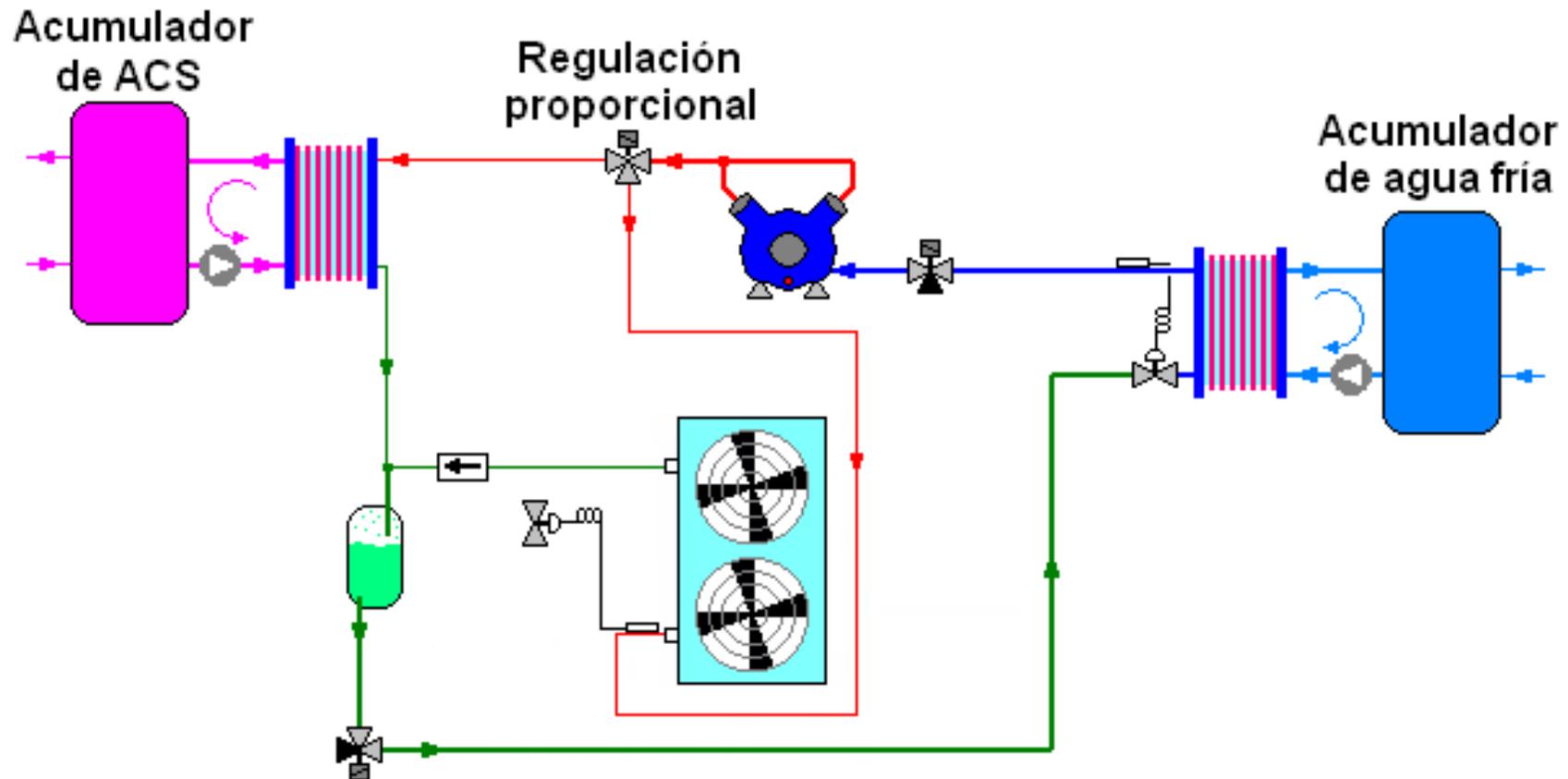
7.- Otros Diseños de B. C. (III)

Con recuperación integral de calor (V): *Frío*



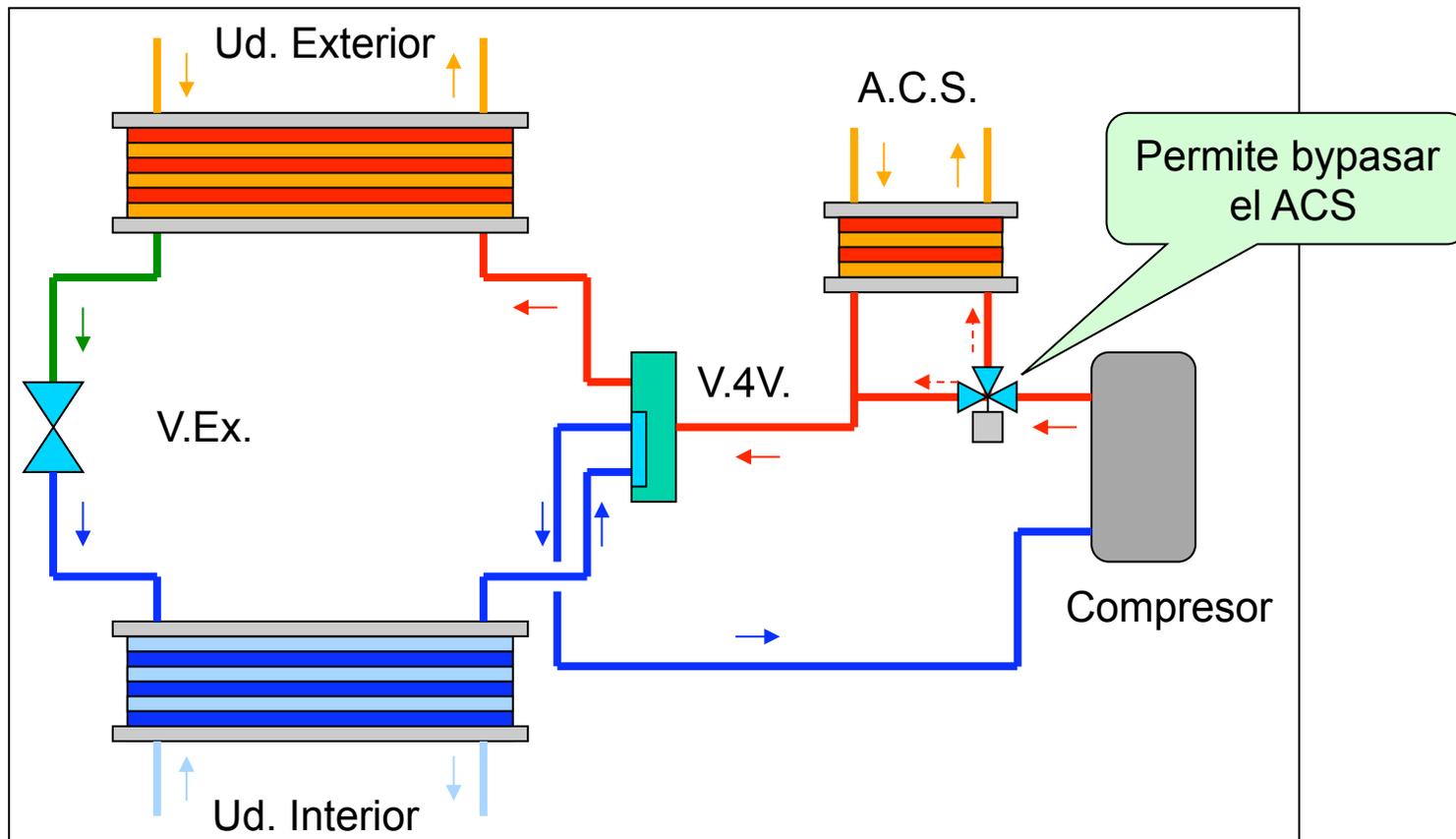
7.- Otros Diseños de B. C. (III)

Con recuperación integral de calor (VI): *Frío con recup. modulada de calor*



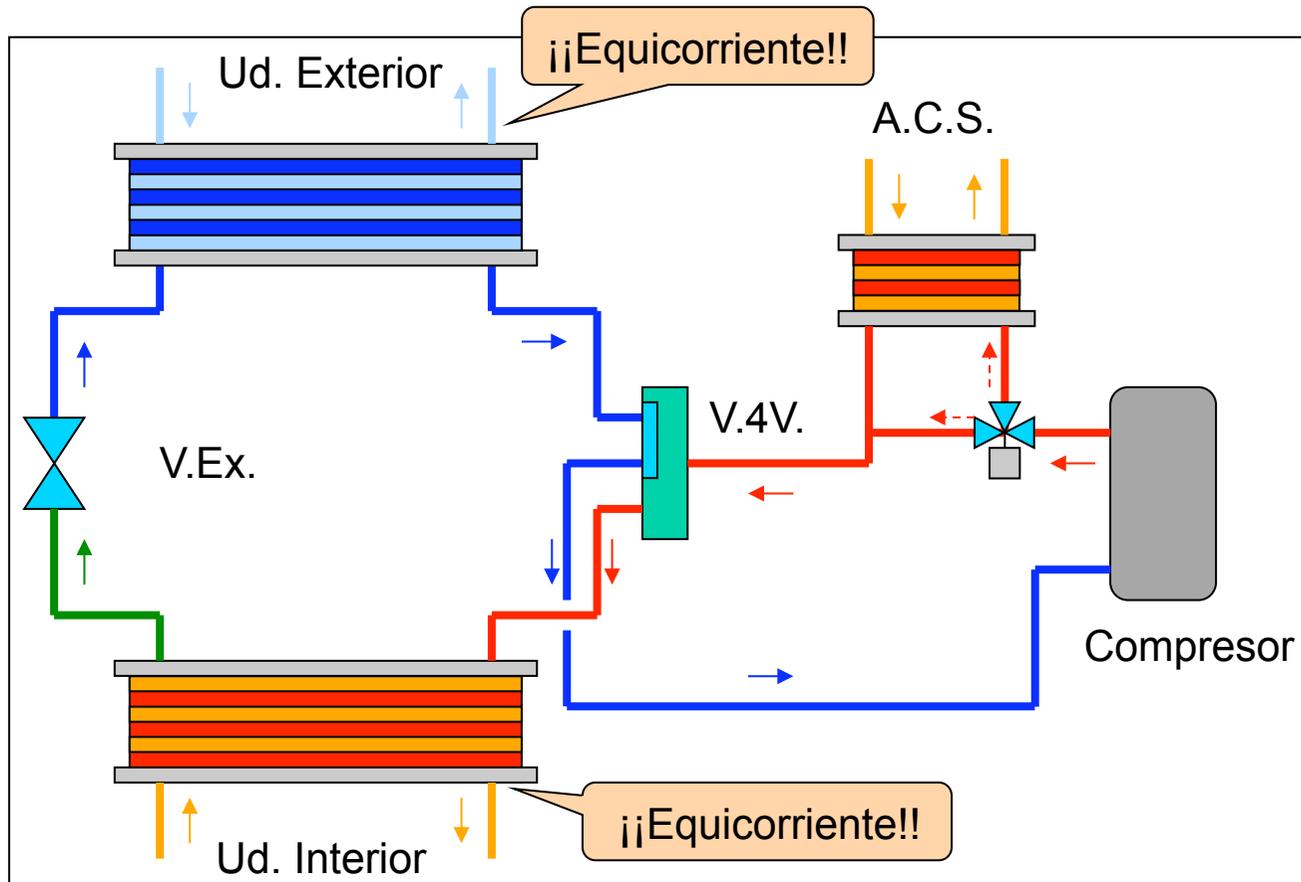
7.- Otros Diseños de B. C. (IV)

Con recuperación de calor para ACS



7.- Otros Diseños de B. C. (IV)

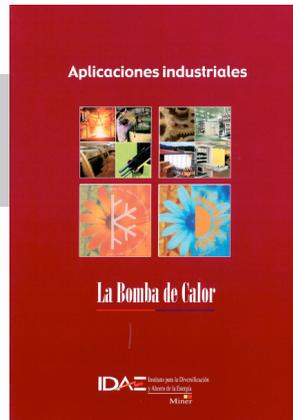
Con recuperación de calor para ACS



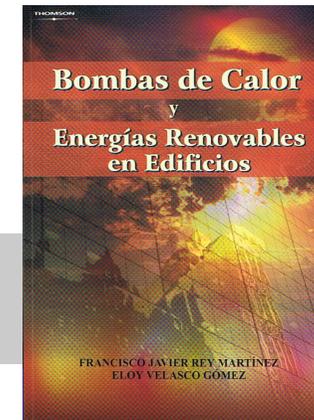
Bibliografía del Tema (I)



IDAIE Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía
Ministerio



La Bomba de Calor, ...
IDAIE



Bombas de Calor y las E. R.
F. J Rey, E. Velasco



Nuevas Tecnologías sobre la Bomba de Calor
El Instalador (Varios)

Bibliografía del Tema (II)



Revistas nacionales:

- El Instalador
- Montajes e Instalaciones

<http://www.heatpumpcentre.org/>

Organizaciones nacionales

Proyectos de Investigación

...