



Equipamentos primários

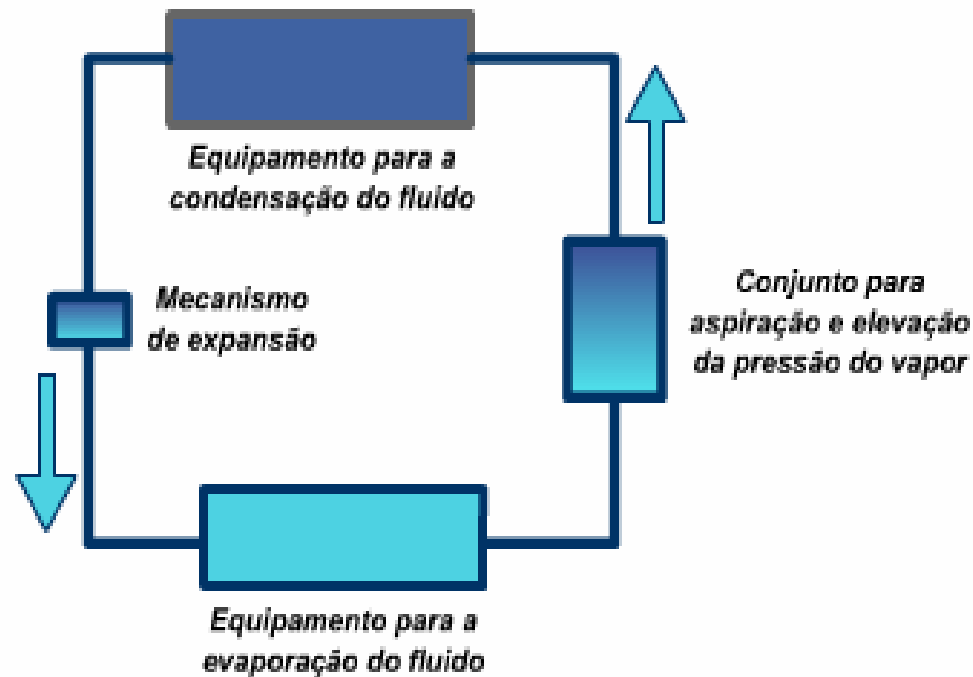
L. Roriz



Unidades de Arrefecimento

- Unidades de Arrefecimento de Ar
- Unidades Produtoras de Água Refrigerada
- Sistemas de compressão de vapor
 - Sistemas de expansão directa
 - Sistemas utilizando água
- Sistemas de absorção

Ciclo frigorífico

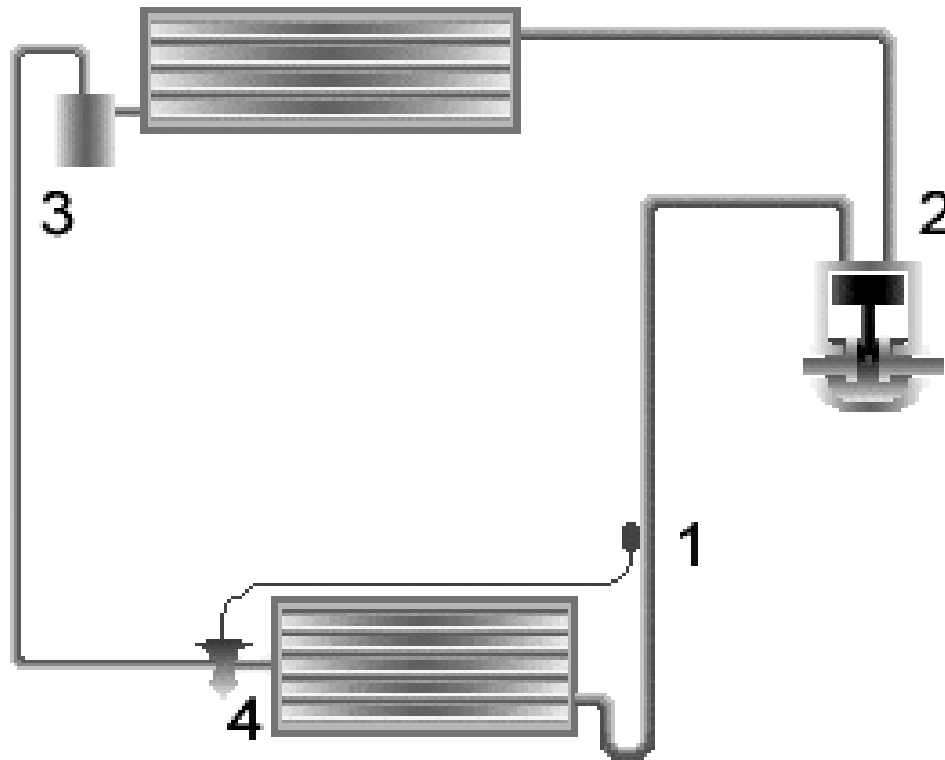


Elementos constituintes dum sistema frigorífico simples

O conjunto para aspiração e elevação da pressão do vapor é distinto num sistema de compressão de vapor e num sistema de absorção



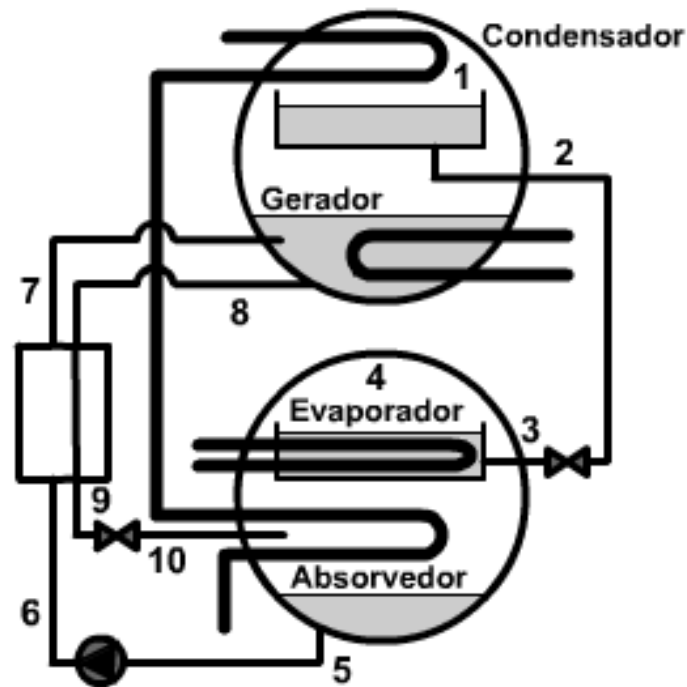
Sistema de compressão de vapor



Sistema de 1 andar de compressão com evaporador seco



Sistema de absorção

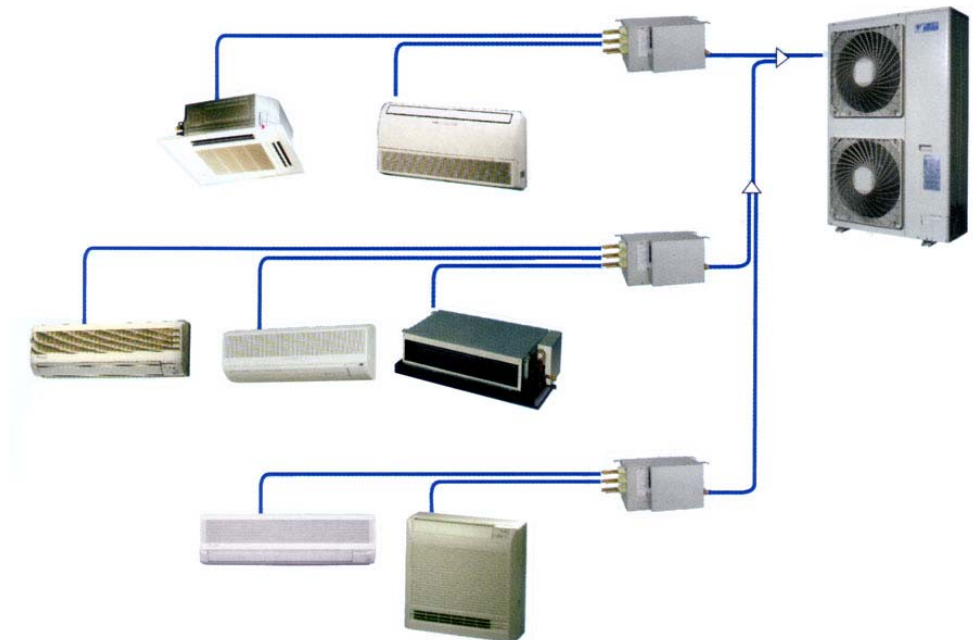


Instalação de efeito simples utilizando a mistura LiBr-H₂O



Unidades de Arrefecimento de Ar

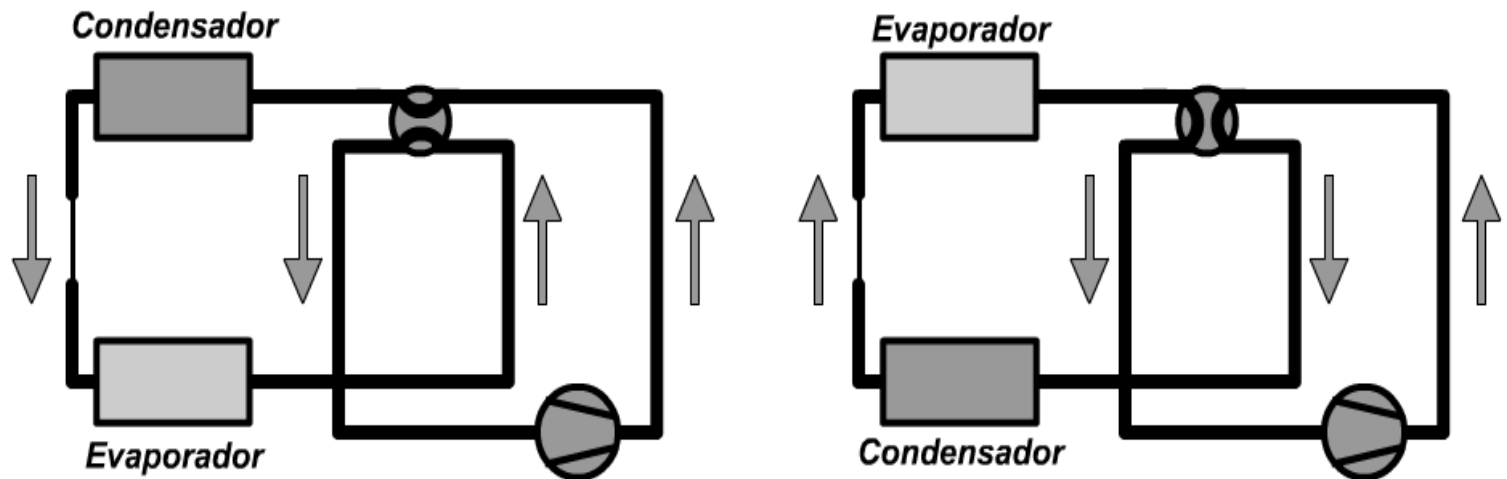
- As UAAs são sistemas frigoríficos constituídas por grupo de condensação e um ou vários evaporadores, podendo assim servir um local (unidades do tipo split, unidades para inserção em UTAs) ou vários locais (sistema multi-split, sistema VRV).



sistema multi-split

Unidades de Arrefecimento de Ar

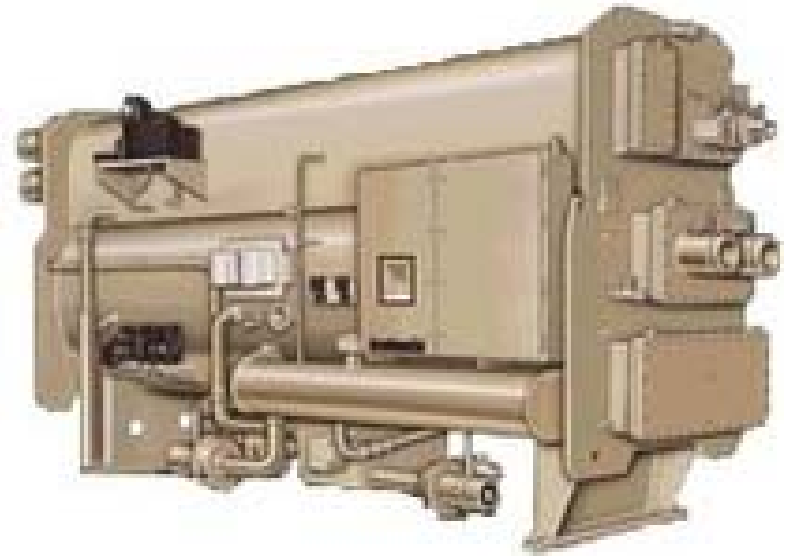
- Actualmente a maioria das Unidades de Arrefecimento de Ar é do tipo reversível



Algumas UAAs permitem a recuperação de calor



UPARs (chillers a água)



As UPARs podem ter o condensador arrefecido a ar ou a água

Algumas UPARs permitem a recuperação de calor



Aquecimento e produção de vapor

- Geradores de vapor
- Caldeiras
 - Produção de vapor
 - Produção de água quente
- Bombas de calor
 - Aquecimento de água
 - Aquecimento de ar



Caldeiras



Caldeira Equinox da Hoval e
unidade de condensação para montagem na caldeira



Caldeiras

- As caldeiras podem ser classificadas de diferentes formas de acordo com:
- Utilização prevista: caldeiras para cogeração, de recuperação de calor de processo industrial ou outras fontes, para aquecimento
- Tipo de fluido aquecido: água quente, vapor, “fluido térmico”
- Fonte energética utilizada: eléctrica ou química (queima dum combustível)
- Concepção: caldeiras de ferro-fundido (caldeiras antigas), tubulares ou de tubos de fogo ou de fumo (caldeiras gastubuluares ou pirotubulares), de tubos de água (caldeiras aquatubulares)
- Aproveitamento do calor latente: convencionais, de condensação



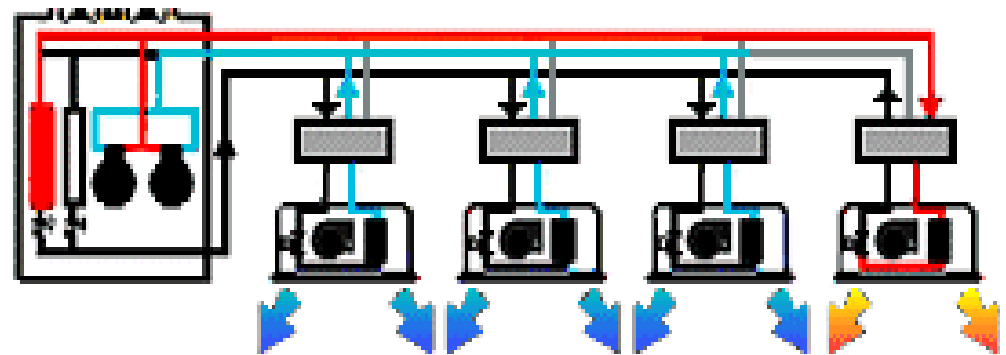
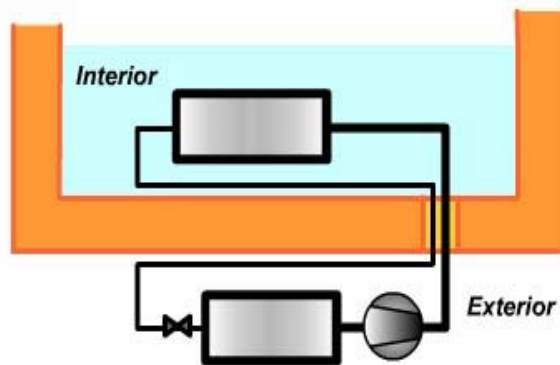
Bombas de calor

- Os sistemas de bomba de calor podem ser utilizados nos casos em que:
 - a temperatura da água quente pretendida é inferior a 60°C,
 - quando se efectua o aquecimento directo do ar.
- Um sistema de bomba de calor funciona no mesmo princípio dum sistema frigorífico, mas o aproveitamento energético é feito na fonte quente, i.e., é aproveitado o calor rejeitado pelo condensador.

As bombas de calor podem trabalhar no princípio da absorção ou da compressão de vapor

Unidades de Aquecimento de Ar

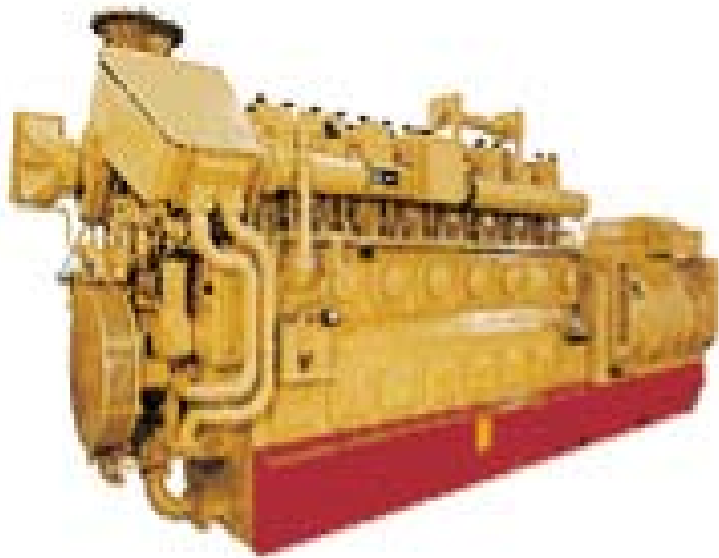
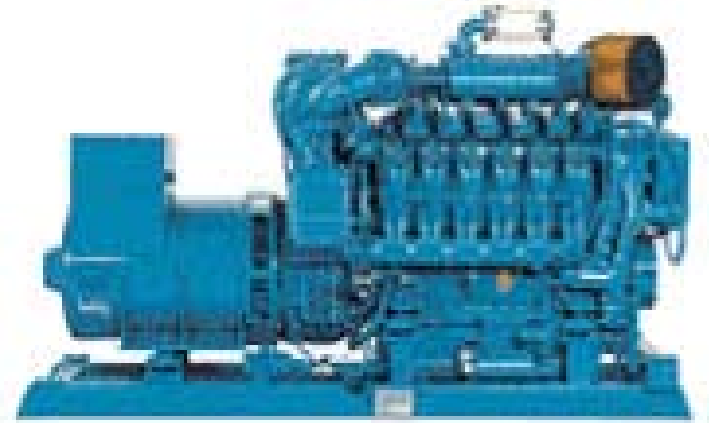
- Muitas das bombas de calor para aquecimento do ar permitem também o arrefecimento: são sistemas reversíveis
- Os sistemas VRV a 3T permitem simultaneamente o aquecimento e o arrefecimento ambiente.





Sistema de cogeração

Motor a diesel



Motor a GN

Turbina a gás





Tipo de sistemas

- Produção Combinada de Calor e Electricidade: uso de motores de combustão interna, de turbinas a gás ou de pilha de combustível de média ou alta temperatura.
- A eficiência total e a relação calor-electricidade variam consoante a tecnologia escolhida
- A eficiência total depende da temperatura pretendida para a fonte quente.

Os sistemas de cogeração com turbina a vapor
são utilizados apenas na indústria



Rendimentos

Sistema	η_{el}	η_{total}
turbina a gás	0,29	0,85
motor de combustão a gás natural	0,42	0,85
motor de combustão a diesel	0,38	0,85
pilha de combustível de ácido fosfórico	0,40	0,85

No caso de apenas ser utilizado o vapor o η_{total} é inferior



Importante ter em atenção

- O correcto dimensionamento dum sistema de cogeração deve ter em atenção a curva de carga eléctrica horária.
- Considerar valores médios mensais ou anuais, aumenta o erro da análise e conduz a uma solução com período de amortização inferior ao real.
- Deve ser efectuado um estudo de sensibilidade ao custo do combustível e da electricidade.
- A regulamentação nacional, em cumprimento de Directiva Comunitária, impõe estudo de viabilidade da cogeração em muito grandes edifícios.



Gerador de emergência





Aspectos a ter em atenção

- Serviços que serão servidos pela electricidade produzida pelo gerador:
 - Dimensionamento do gerador
- Duração prevista para o funcionamento numa emergência:
 - Dimensionamento do depósito de combustível

Nunca deve ser considerado que o gerador trabalha com combustível da rede



Unidades de arrefecimento evaporativo

L. Roriz



Torres de arrefecimento

- São utilizadas para efectuar o arrefecimento da água que foi aquecida no condensador de unidades de produção de frio
- São unidades de arrefecimento de circuito aberto
- Existem unidades de arrefecimento de circuito fechado por vezes designadas por torres de arrefecimento de circuito fechado: na torre de circuito aberto é a água do circuito do condensador que é evaporada enquanto que, nas unidades de arrefecimento de circuito fechado, a água evaporada é exterior ao circuito do condensador. O circuito do condensador é um circuito fechado, sendo esta a razão da designação destas unidades



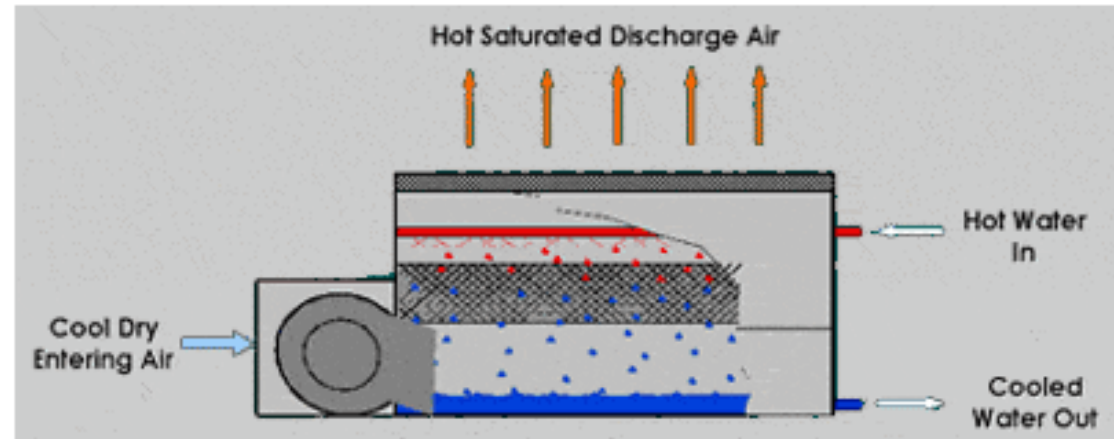
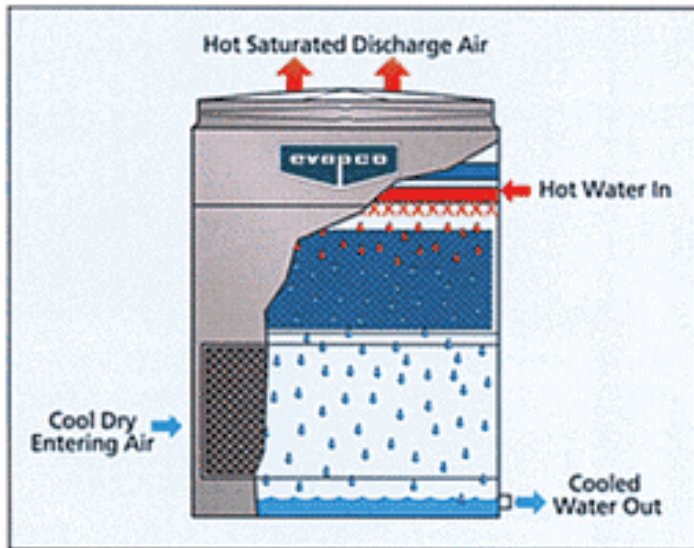
Tipo de TAs

- TAs de convecção natural (utilizadas para grandes potências, não sendo utilizadas em climatização)
- TAs de convecção forçada:
 - de contracorrente: água e ar escoam-se em correntes paralelas e em sentidos opostos
 - de correntes cruzadas: água e ar escoam-se em correntes perpendiculares

Não confundir uma torre de arrefecimento com um lavador de ar com temperatura controlada



Torres de arrefecimento





Tipos de TAs

- As torres de arrefecimento de convecção forçada utilizam um ventilador:
- de insuflação à entrada da torre (na base) - torre com insuflação forçada do ar
- de exaustão à saída da torre - torre com extracção forçada de ar

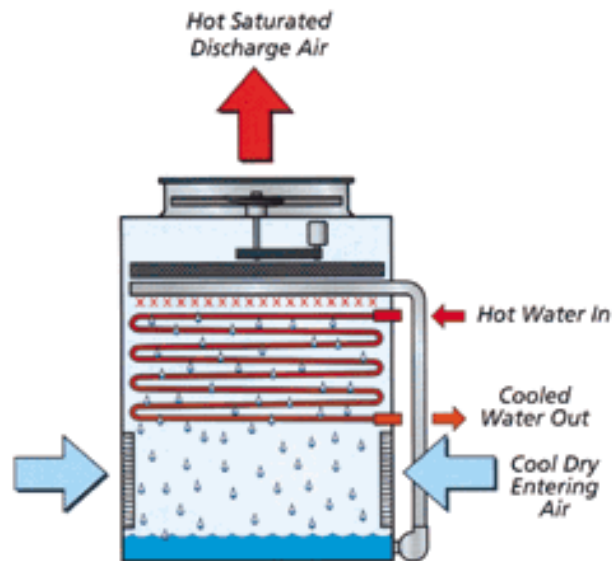
Na torre, a água passa através dum enchimento que garante uma elevada área de permuta entre a água que nele circula e o ar. As TAs de contracorrente possuem melhor eficiência de troca (para um mesmo tipo de enchimento) do que as de correntes cruzadas



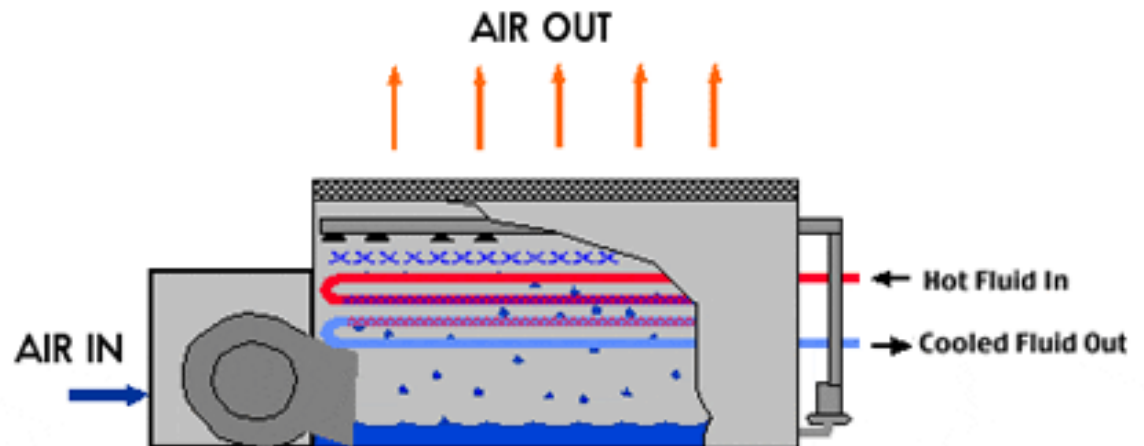
Unidades de arrefecimento de circuito fechado

Podem ser:

- de contracorrente
- de correntes cruzadas



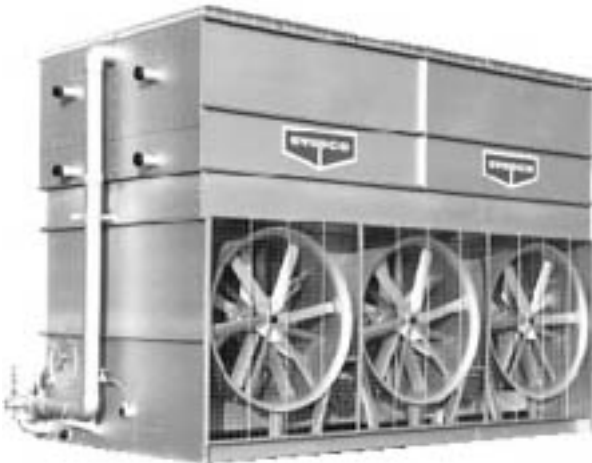
Principle of Operation





Condensadores evaporativos

- são semelhantes às unidades de arrefecimento de circuito fechado. O princípio de funcionamento é idêntico mas em vez de existir um circuito de água entre o condensador e a unidade de arrefecimento, é o fluido frigorigéneo que é directamente arrefecido pelo caudal de água que se evapora.





Condensadores evaporativos

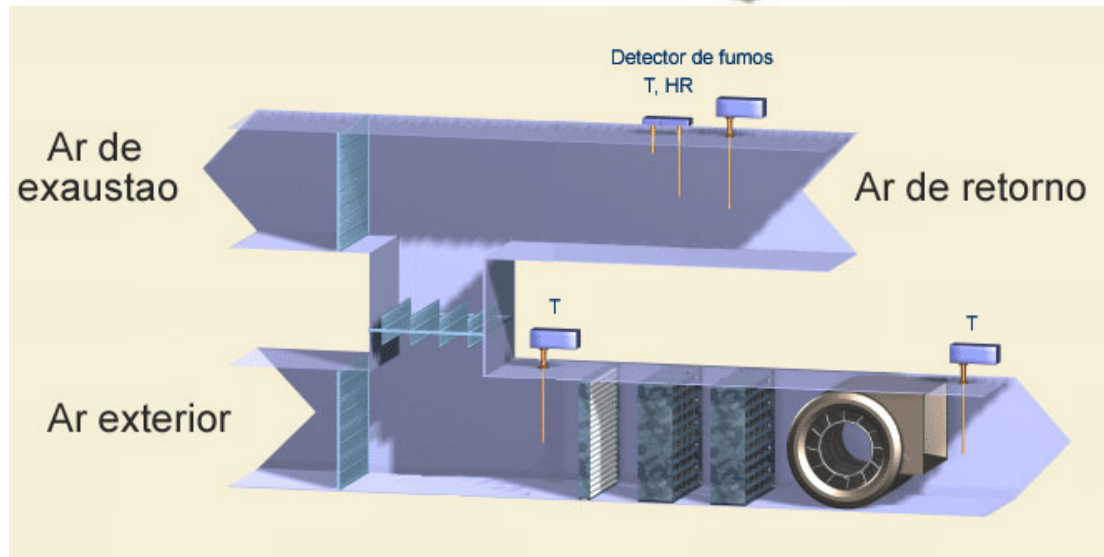
- Um condensador evaporativo pode dissipar uma maior quantidade de calor do que um condensador seco (condensador arrefecido a ar), para uma mesma área de permuta.
- A não existência dum circuito intermédio de água, como ocorre nas unidades de arrefecimento de circuito fechado, torna os condensadores evaporativos mais eficientes do que aquelas unidades (em termos da troca de calor).
Desvantagem: é necessário maior carga de fluido frigorigéneo e maior trabalho de compressão que depende da distância do grupo compressor evaporador até ao condensador evaporativo



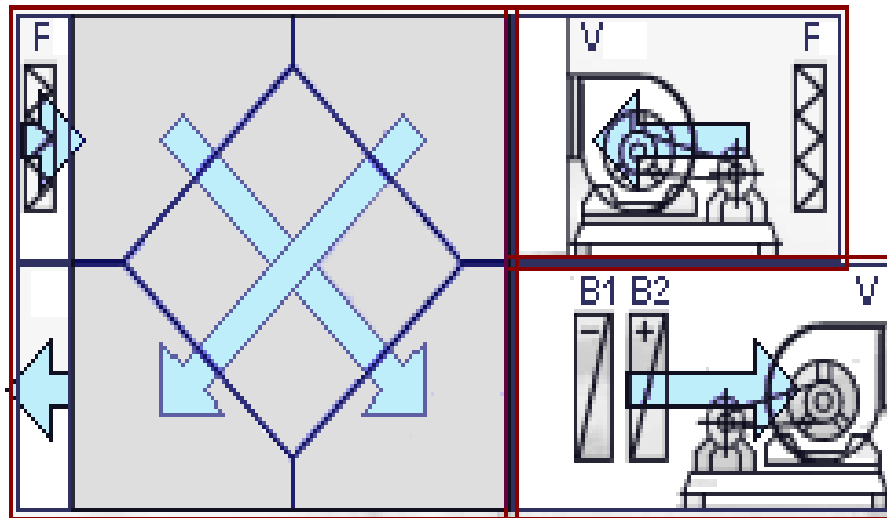
Unidades de Tratamento de Ar

L. Roriz

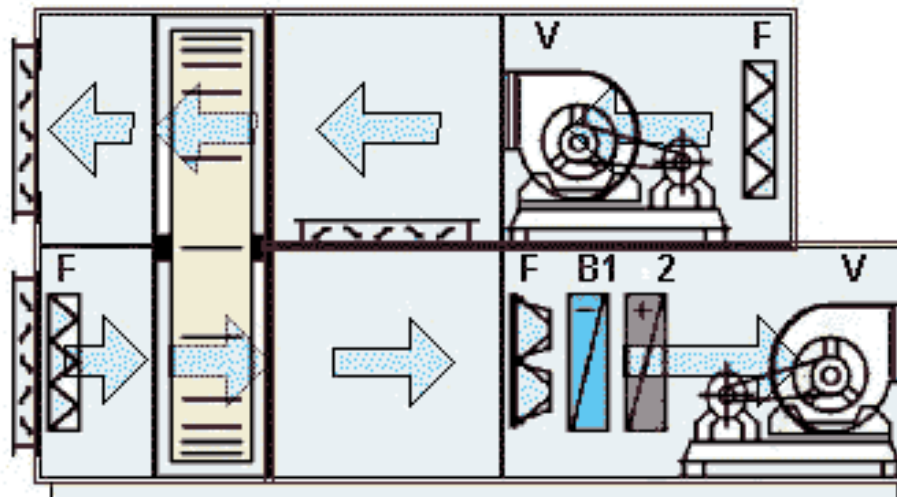
UTAs



UTAs com recuperação de energia



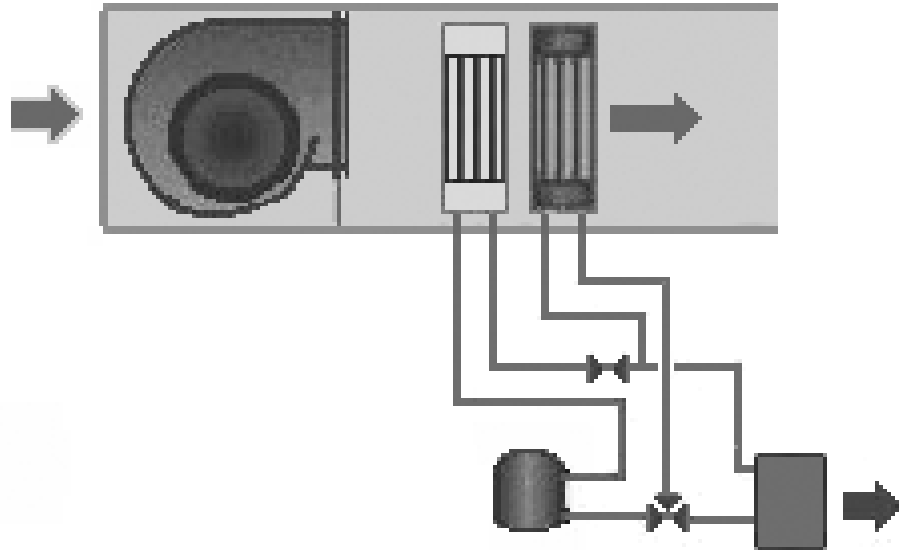
Calor sensível



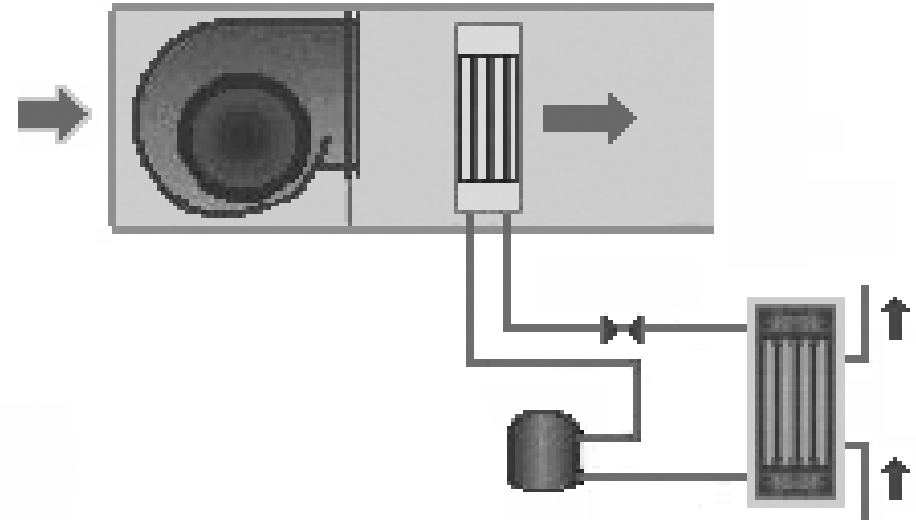
Calor sensível
e calor latente



UTAs com recuperação de energia



Aproveitamento do calor de rejeição para aquecimento do ar ambiente



Aproveitamento do calor de rejeição para aquecimento de águas



Tipos de UTAs

- Lineares ou em “L”.
- UTAs com sistema de recuperação ou UTAs servindo sistemas de dupla conduta possuem dois níveis. As UTAs mais simples possuem normalmente um só nível.
- Uma UTA pode incluir ventiladores, bombas, baterias de aquecimento, bateria de arrefecimento, lavador de ar ou injectores, caixa de mistura, recuperador de calor sensível ou entálpico, válvulas e controlo.
- Actualmente cada um destes equipamentos vem inserido num módulo com porta de abertura rápida para fácil manutenção.
- O número de módulos e a sua sequência é escolhida em função do fim pretendido.



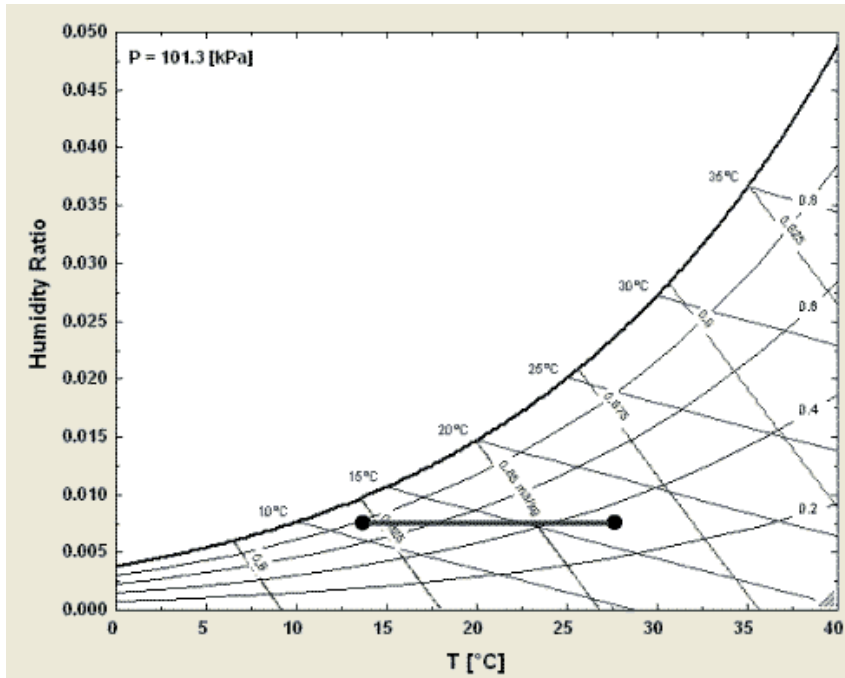
Cálculo de evoluções

- O cálculo da evolução em cada módulo duma UTA é feito efectuando:
 - Balanço mássico para o ar seco
 - Balanço mássico para a água
 - Balanço energético

Importante a utilização do diagrama psicrométrico ou de programas para resolução de problemas de engenharia (EES, p.e.)



Evoluções





Transporte de fluidos

- Ventilação natural e ventilação forçada.
- Bombagem.
- Resposta do sistema a alterações das condições de funcionamento.





Válvulas

L. Roriz

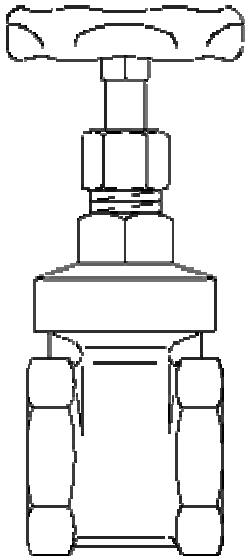


Tipo de válvulas

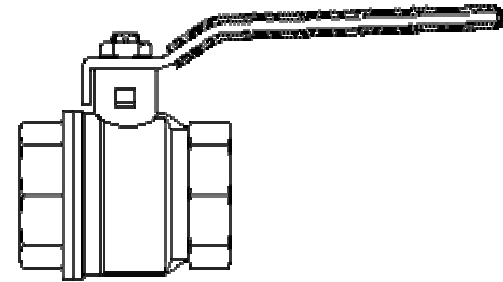
Função	Variável	Actuação
Corte	Caudal	macho esférico, borboleta, cunha, adufa, globo, retenção
Equilíbrio	Caudal	equilibradoras
	Pressão	pressão diferencial, descarga
Segurança	Pressão	redutoras, segurança
	Caudal	anti-poluição
Controlo	Potência / caudal	2 vias, 3 vias, termostáticas



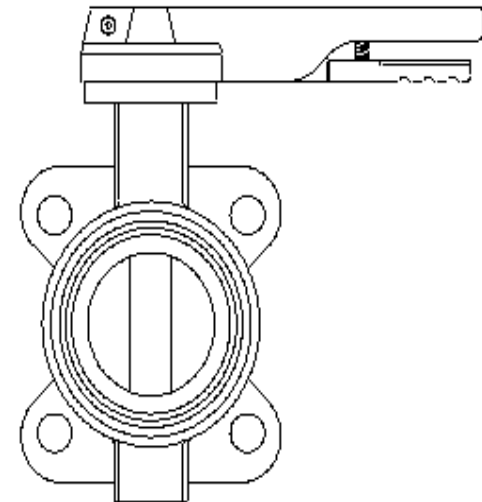
Válvulas de corte



válvulas de cunha
ou de adufe



válvula de macho esférico

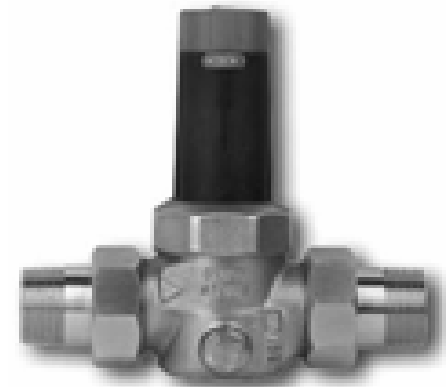
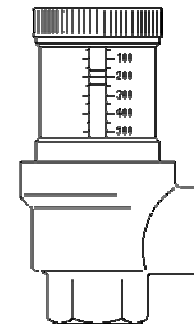
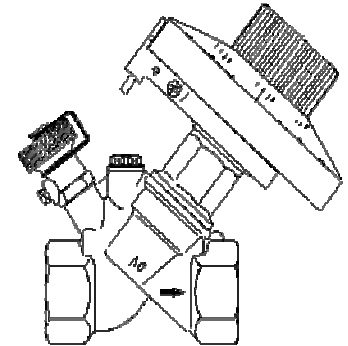
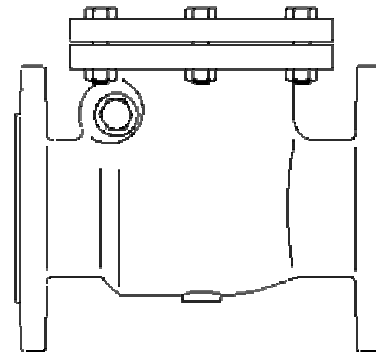


válvulas de borboleta



Válvulas

- Válvulas de retenção
- Válvulas equilibradoras ou balanceadoras
- Válvulas de manutenção de pressão diferencial
- Válvulas de segurança
- Válvulas de Controlo





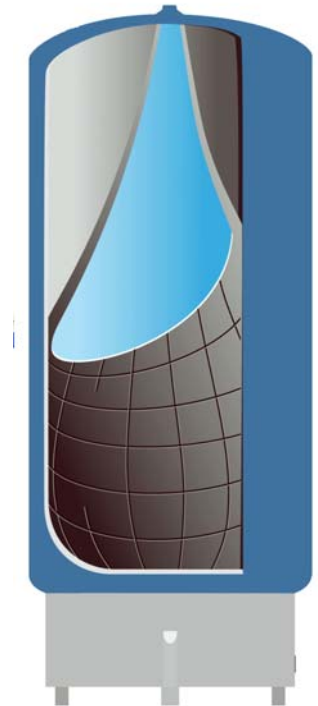
Vasos de expansão, desgaseificadores, separadores de partículas

L. Roriz



Vasos passivos

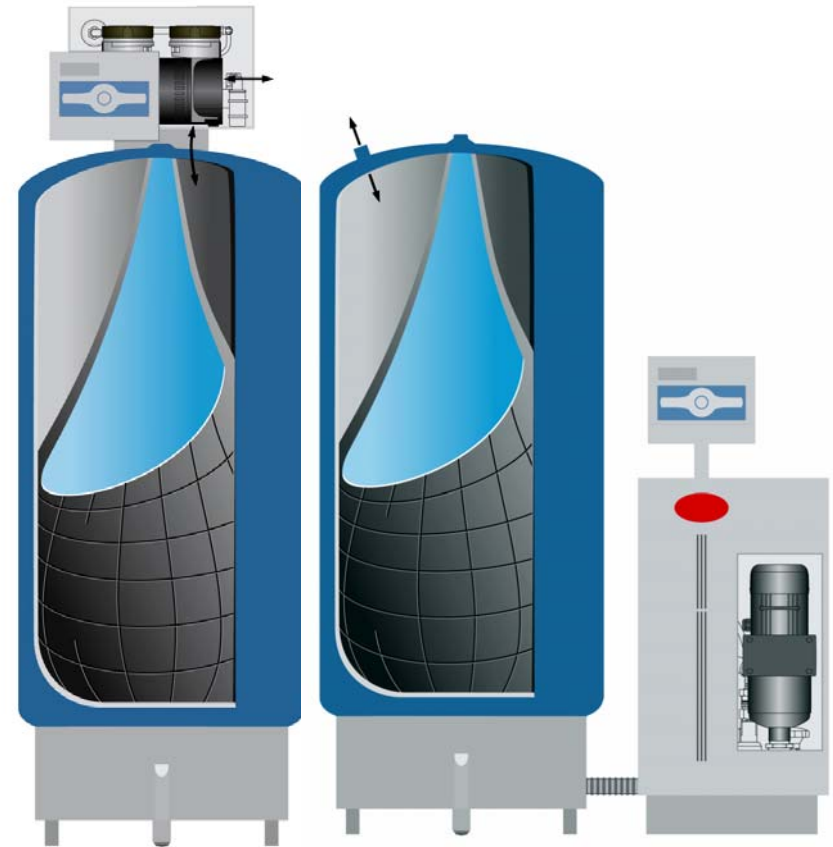
- Nos vasos do tipo passivo, a membrana pode ter a forma de:
 - saco (não há qualquer contacto entre a água e a parede metálica do vaso)
 - diafragma plano (há contacto entre a água e a parede metálica do vaso)





Vasos dinâmicos

- Vaso com compressor de ar (e válvula de solenoide)
- Vaso com bomba de água (faz a compensação automática da água perdida)



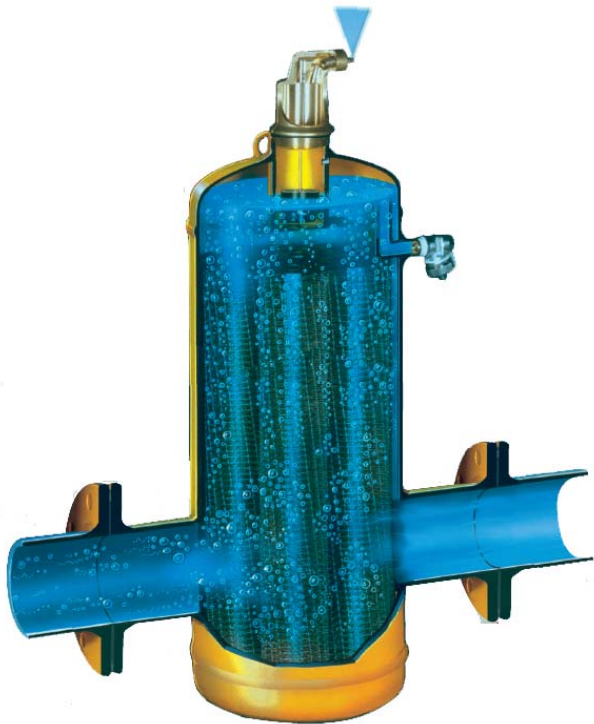


Desgaseificadores

- São também designados por separadores de microbolhas ou desaeradores
 - Podem ser:
 - separadores passivos (ou estáticos): funcionam segundo o princípio do ciclone ou com elemento estabilizador de caudal
 - separadores activos (ou mecânicos): utilizam electrobomba e válvula solenóide
- Uso distinto do dos purgadores (que servem para remover o ar acumulado)



Desgaseificadores





Separadores de partículas sólidas

- Funcionam no princípio da decantação (maior eficiência na separação de partículas que o filtro em “Y”)

