

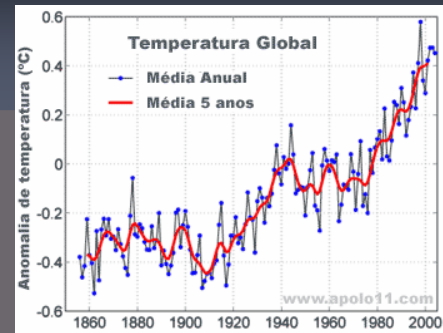


Aproveitamento energético do ar de refrigeração na saída de compressores de ar

Vanderson Lopes Pinto
Rogério Oliver Garcia

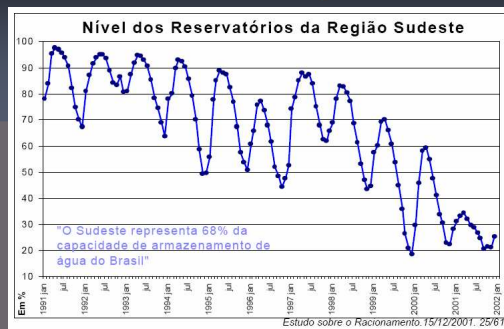
1

Aquecimento Global



2

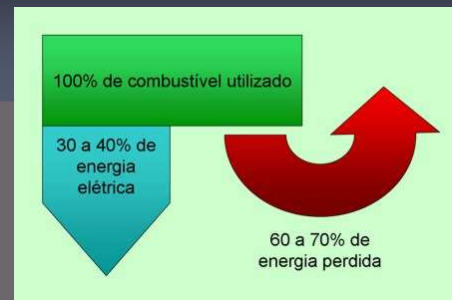
Matriz Energética



Fonte: Saver, Ildo Luis et al, 2001

3

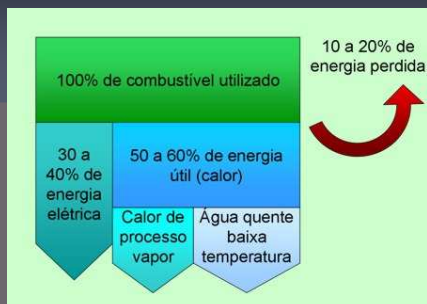
Sistema Termelétrico



Fonte: Instituto Nacional de Energia Elétrica

4

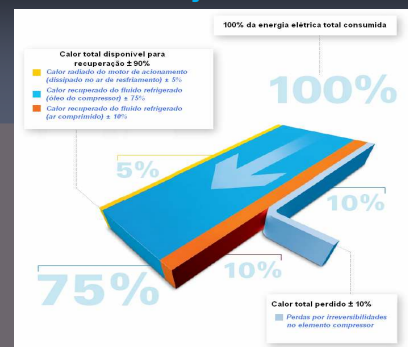
Sistema de Cogeração



Fonte: Instituto Nacional de Energia Elétrica

5

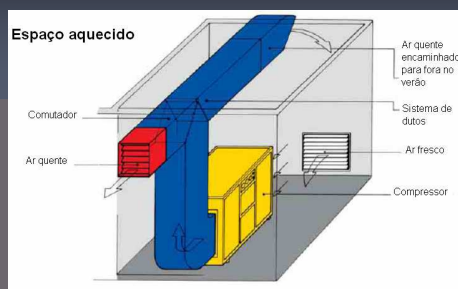
Objetivo



Fonte: adaptado Atlas Copco Manual

6

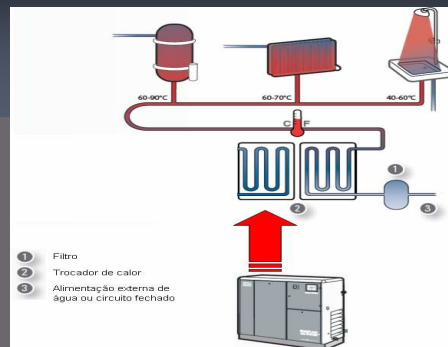
Aplicação



Fonte: adaptado Atlas Copco Manual



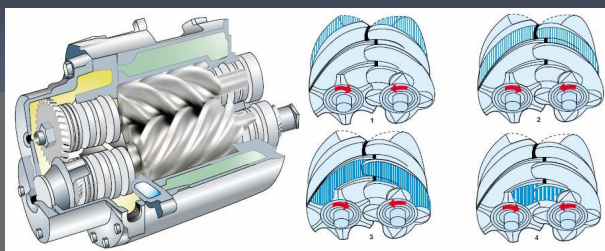
Aplicação



Fonte: adaptado Atlas Copco Manual



Compressor de ar tipo parafuso



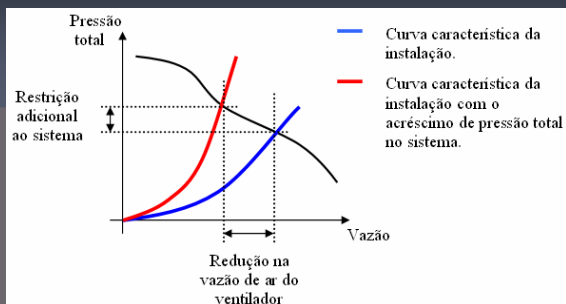
Fonte: adaptado Atlas Copco Manual



Ventilador radial instalado em um compressor

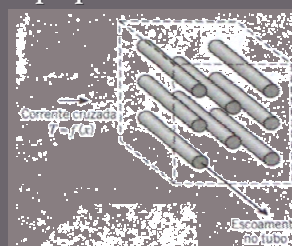


Curva de desempenho do ventilador



Trocador de calor

- Utilizar um trocador de corrente cruzada onde o escoamento dos fluidos acontece de forma perpendicular entre eles.

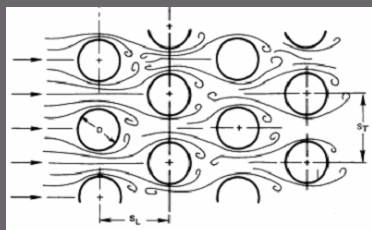


Fonte: Incopera



Exemplo de trocador de calor

- Trocador de calor compacto com tubos aletados com arranjo de feixes alternados de tubos.



Fonte: TroCalor



Dados de entrada

- Compressor de ar comprimido:
 - Modelo: GA37
 - Potência: 41 kW
 - Vazão de ar quente: $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$
Temperatura média: 58°C
 - Temperatura de saída o elemento compressor: ambiente + 72°C



Dados de entrada

- Ventilador instalado no compressor:
 - Modelo: Radial
 - Diâmetro: 410mm (6 pás)
 - Potência: 1,1 kW
 - Vazão de ar: $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Pressão estática: 260 Pa
 - Reserva de 30 Pa

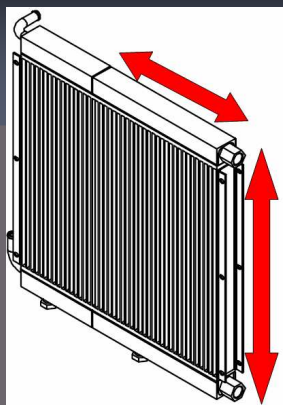


Dados de entrada

- Chuveiro usado como referência:
 - Potência: 4,5 kW
 - Tensão: 220 V
 - Vazão de água: $4,0 \text{ l/min}$
 - Temperatura de água morna: $29-36^\circ\text{C}$
 - Temperatura de água quente: $37-39^\circ\text{C}$



Dimensionamento Trocador



Altura: 530mm
Largura: 365mm



Dimensionamento Trocador

Altura: 530mm

Largura: 365mm

Temperatura água entrada: 20°C

Temperatura água saída: 38°C

4 l/min - espessura do trocador 23,32mm

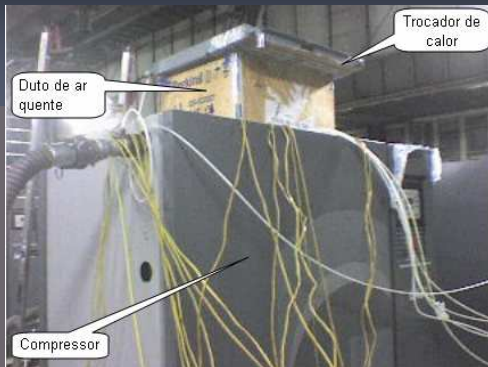
Temperatura água entrada: 20°C

Temperatura água saída: 45°C

$7,5 \text{ l/min}$ - espessura do trocador 53,45 mm



Avaliação experimental



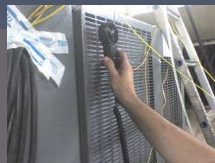
19

Avaliação experimental



20

Avaliação experimental



21

Resultados do teste

Medição	Ponto de medição	Unidade	Referência	Com trocador de calor instalado	
				1ª Medição	2ª Medição
Temperatura ambiente		°C	31,0	31,0	32,0
Temperatura de saída do elemento compressor		°C	61,0	66,0	66,0
Variação da temperatura do ar entre a entrada e saída do trocador de calor		°C	-	3,5	9,5
Variação da temperatura de água entre a entrada e saída do trocador de calor		°C	-	33,0	25,0
Vazão de água no trocador de calor		l/s	-	0,065	0,125
Vazão de ar de resfriamento do compressor		m³/s	1,47	1,12	1,12
		m³/h	5295,4	4018,6	4018,6
			diferença	-24,1%	-24,1%

22

Análise dos resultados

Água no trocador	Ar quente do compressor
C_{pH_2O} : 4178 J/kg.K	C_{par} : 1008 J/kg.K
ΔT_{tr} : 25,0 °C	ΔT_{artr} : 9,5 °C
m_{H_2O} : 0,13 kg/s	m_{ar} : 1,25 kg/s
q_{H_2O} : 13121,5 W	q_{ar} : 11940,03 W

$$Pot\acute{e}ncial_Energia = Pot_{\text{el\acute{e}ctrico}} \cdot 0,75$$

$$Pot\acute{e}ncial_Energia = 41kW \cdot 0,75 = 30,75kW$$

23

Conclusões

- É possível o aproveitamento energético do ar de refrigeração para chuveiros e para outros fluidos cuja temperatura fique um pouco abaixo da temperatura da saída de ar quente do compressor e a distância do local de consumo ao compressor não pode ser muito grande;
- Apesar da grande restrição gerada pelo trocador adicional, o compressor não teve grandes mudanças em sua temperatura de operação;
- A quantidade de energia aproveitada foi quase a metade da quantidade disponível.

24

Sugestões para trabalhos futuros

- Estudo relacionado ao comportamento do trocador de calor quando alterado sua geometria para reduzir a restrição no ventilador do compressor;
- Estudo de outras aplicações para uso desta energia e uma avaliação técnico-econômica quanto a instalação do sistema e distancia do compressor ao ponto de uso.



25

FIM



26