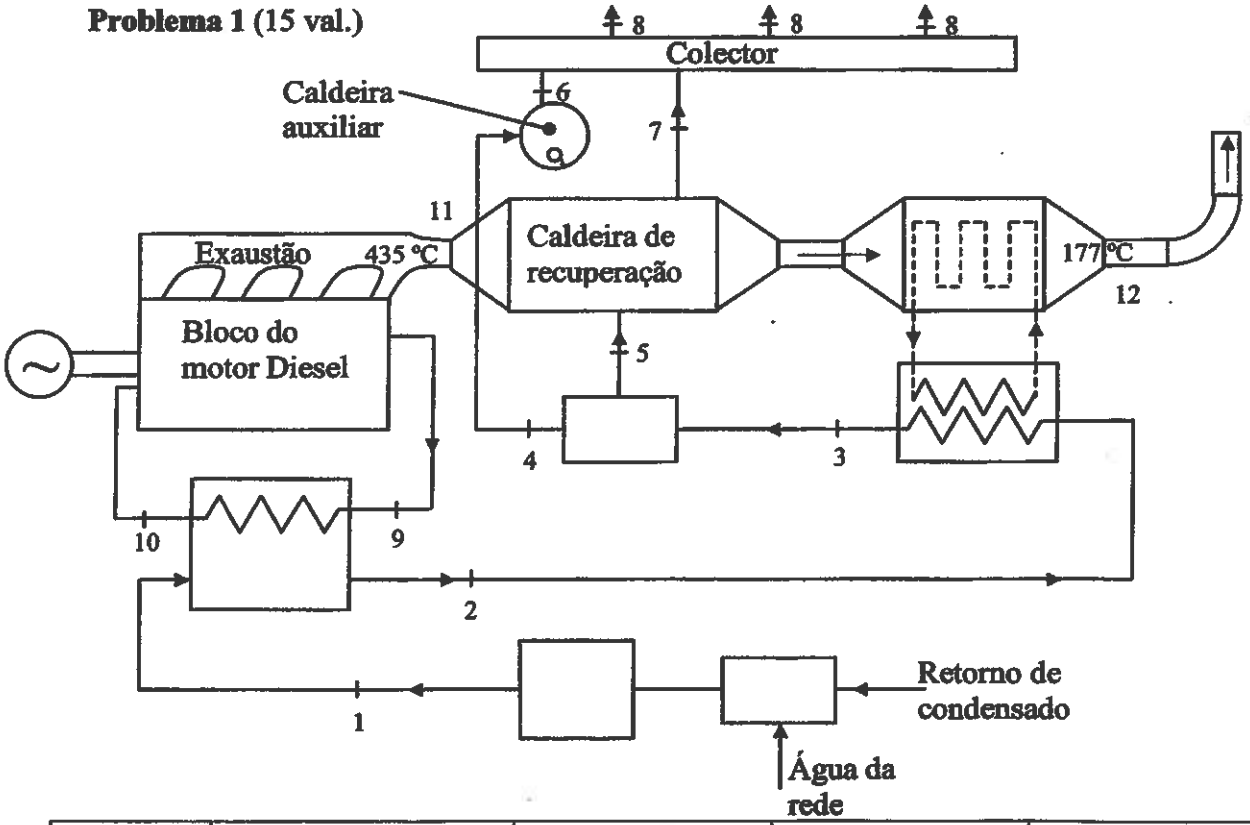
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Exame de Máquinas Térmicas

DEMEGI 2004/2005

Duração 2h — 27/06/2005

Problema 1 (15 val.)



Motor Diesel (sobrealimentado)	Cilindrada= 231295 cc	Pmi=3343 kPa	1500 R.P.M.	4 Tempos
	Braço da manivela (cambota) 147 mm		Pressão admissão do ar 2 bar	Temp. admissão do ar 300 K
	Pot eléctrica =7.5 MW	$\eta_{gerador}=97\%$	$\eta_{global}=38.7\%$	$\eta_{Volumétrico}=90\%$
	PCI=10670 kcal/kg	$\rho_{comb}=750$ kg/m^3	$C_{10}H_{22}$	$Cp_{produtos}=1.167$ kJ/(kg·K)
	$Y_{CO\ (base\ húmida)}=0.8\%$	$Y_{H2}\approx 0\%$	$T^o_{ar\ ambiente}=15$°C	
	9 – água arrefecimento do motor, suposta líquido incompressível	$\dot{m}_9=14.5$ kg/s	$(T_9-T_{10})=16$°C	
Circuito de água	$\dot{m}_1=4$ kg/s	$P_1=P_8=5$ at	8-vapor saturado	$T_1=10$°C
	$\eta_{Caldeira\ auxiliar}=85\%$	Combustível da caldeira auxiliar é o mesmo do motor Diesel	$Y_{CO\ (base\ húmida,\ produtos\ caldeira\ auxiliar)}=0.5\%$	Combustão na caldeira auxiliar, excesso de ar =15%

Considerando a instalação de cogeração representada na figura e os dados apresentados, determine:

a) (3 val.) Relativamente ao motor Diesel; pressão média efectiva, consumo específico, riqueza da mistura, rendimento mecânico e velocidade média do pistão
b) (3 val.) Potência de perdas por radiação do motor Diesel.
c) (3 val.) Caudal mássico de combustível, $C_{10}H_{22}$, fornecido à caldeira auxiliar.
d) (2 val.) A massa de monóxido de carbono libertada para a atmosfera pela instalação no seu conjunto, motor Diesel e caldeira auxiliar, por KWh de energia eléctrica produzida.
e) (2 val.) Rendimento global da instalação atendendo à produção simultânea de calor e electricidade.
f) (2 val.) Considerando apenas a produção de energia eléctrica, e se o preço do Diesel for de 0.9 €/L, qual o custo do kWh eléctrico produzido.

(*Caso não consiga resolver alguma alínea, por necessitar de valores de variáveis de alíneas anteriores a que ainda não tenha respondido, arbitre os valores que entender razoáveis para as variáveis em causa.*)

Problema 2 (5 val.)

Uma máquina frigorífica funcionando segundo um ciclo de absorção, BrLi-água, tem um COP de 0.8. A potência calorífica retirada no absorvedor é de 100 kW e a potência calorífica cedida ao ambiente pelo condensador é de 105 kW.

a) (3 val.) Qual a potência de arrefecimento desta máquina?
b) (2 val.) Sendo o valor da entalpia do fluido refrigerante à saída do gerador de 2600 kJ/kg, ou seja, vinte vezes superior ao valor da entalpia à entrada do evaporador, qual o caudal mássico de refrigerante que percorre o evaporador?

$Q_B + Q_{Gerador} = Q_{cond} + Q_{absorvedor}$ balanço ao ciclo

$Q_{cond} = 105$ kW $Q_{absorvedor} = 100$ kW

$$COP = \frac{Q_B}{Q_{Gerador}}$$

$COP = 0.8$

Alinea b)

$$Q_{cond} = \dot{m}_{refrig} \cdot 2600 \cdot \left[1 - \frac{1}{20}\right]$$ balanço ao condensador

SOLUTION
Unit Settings: [kJ]/[C]/[Pa]/[kg]/[degrees]

$AC_{esteq} = 15.05$
$Ce = 206.2$ [g/kWh]
$COP = 0.8$
$Custo_{energia} = 0.05372$ [€/kWh]
$e = 0.15$
$h_s = 2747$ [kJ/kg]
$m_{ar} = 6.044$ [kg/s]
$m_{comb} = 0.4472$ [kg/s]
$m_{produtos} = 6.492$ [kg/s]
$PCI_{CO} = 10132$ [kJ/kg]
$Pot_{comb} = 19979$ [kW]
$Pot_{Maquina} = 526.2$ [kW]
$P_{adm} = 200000$ [Pa]
$Q_{coldAuxiliar} = 7895$ [kW]
$Q_{instalação} = 10819$ [kW]
$Ren_{calAux} = 0.85$
$Ren_{instalação} = 0.6259$
$ro = 2.323$ [kg/m^3]
$T_{adm} = 300$ [K]

$Braço_{cambota} = 0.147$ [m]
$Cilind = 231295$ [m^3]
$CO_{cald} = 0.005$
$Custo_{arrefUtil} = 0.143$ [€/kWh]
$Energ_{útil} = 9.307$ [kWh]
$m_1 = 4$ [kg/s]
$M_{CO} = 255.5$ [kg/h]
$m_{combCald} = 0.2079$ [kg/s]
$Ne = 7732$ [kW]
$pme = 2674$ [kPa]
$Pot_{útil} = 7500$ [kW]
$Pot_{cald} = 7570$ [kW]
$Q_{absorvedor} = 100$ [kW]
$Q_{cond} = 105$ [kW]
$Q_{produtos} = 1955$ [kW]
$Ren_{geral} = 0.97$
$Ren_{mec} = 0.8$
$RO_{comb} = 750$ [kg/m^3]
$T_{arAmbi} = 15$ [C]

$caudal_{volum} = 2.602$ [m^3/s]
$CO = 0.008$
$Cp_{produt} = 1.167$ [kJ/(kg*C)]
$\Delta T = 16$ [C]
$h_1 = 42.5$ [kJ/kg]
$m_0 = 14.5$ [kg/s]
$M_{COkWh} = 0.03406$ [kg/kWh]
$\dot{m}_{refrig} = 0.04251$ [kg/s]
$PCI = 44673$ [kcal/kg]
$pmi = 3343$ [kPa]
$Pot_{gasEscap} = 3182$ [kW]
$Pot_{águaarref} = 969.8$ [kW]
$Q_B = 91.11$ [kW]
$Q_{Gerador} = 113.9$ [kW]
$r = 1.113$
$Ren_{global} = 0.387$
$Ren_{volum} = 0.9$
$RPM = 1500$ [min^{-1}]
$V_{média} = 14.7$ [m/s]