U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

MÁQUINAS TÉRMICAS

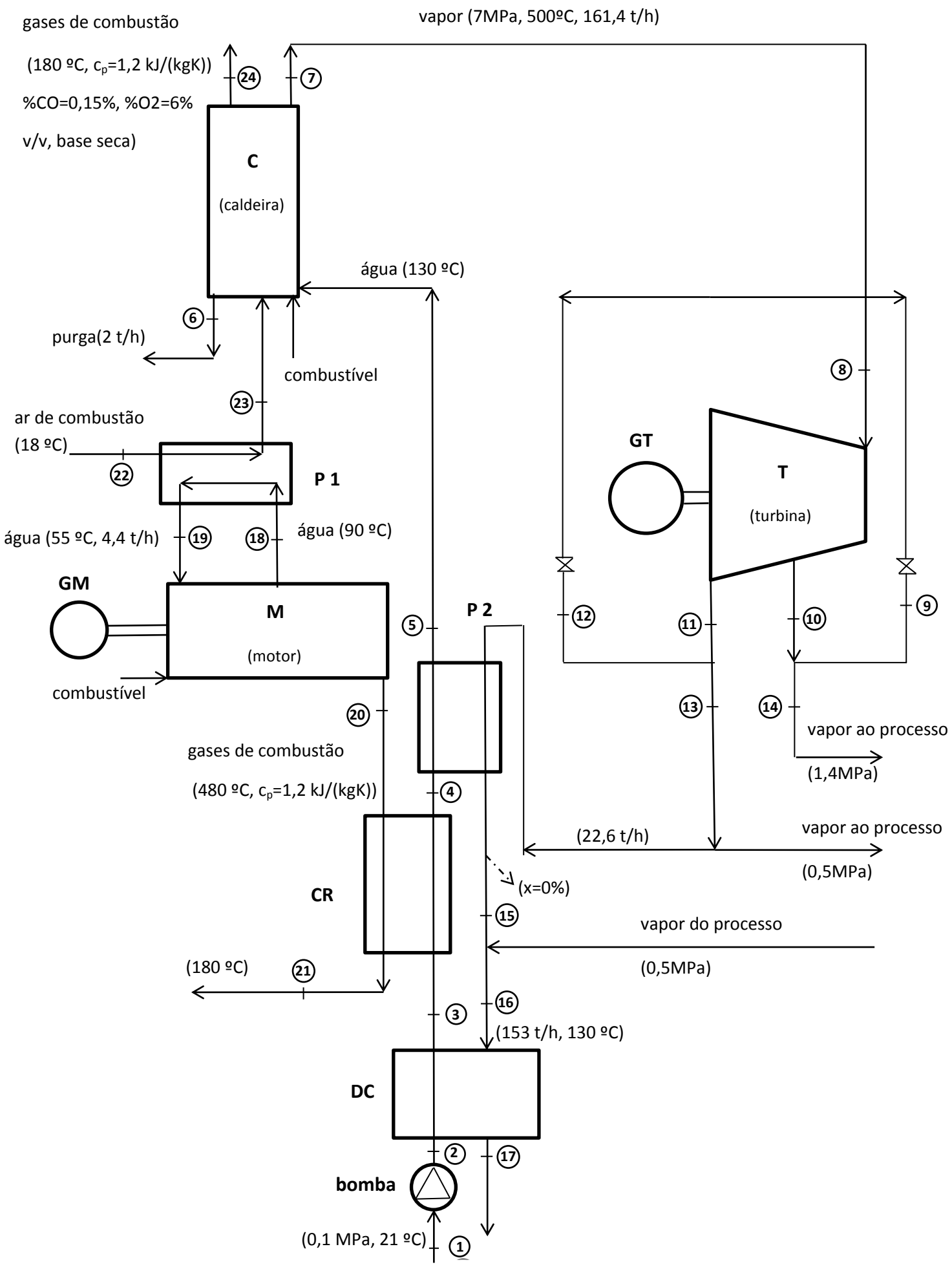
Exame – 2012.06.22

Uma central térmica de uma instalação fabril está representada esquematicamente na figura. A energia primária consumida é "thick fuel oil" na caldeira pirotubular (C) e gás natural no motor (M). Com estas fontes de energia obtém-se energia elétrica em dois geradores - GM ligado ao motor e GT ligado à turbina (T), vapor para processo a média pressão (1400 kPa) e vapor para processo a baixa pressão (500 kPa).

As condições de operação da instalação são indicadas na figura. Existem diversos equipamentos de recuperação de energia: permutador 1 (P 1), permutador 2 (P 2), caldeira de recuperação (CR) e depósito de condensados (DC).

Conhecem-se os dados seguintes das diversas máquinas térmicas e geradores:

caldeira	Combustível: "thick fuel oil"	PCI = 9740 kcal/kg %C = 88,5 (m/m) %H2 = 11,5 (m/m)	$\dot{m}_{comb}$ = 11,952 t/h
	Plena carga		
motor (Otto)	Combustível: Gás natural	PCI= 10939 kcal/kg ε = 10 (taxa de compressão)	$\dot{m}_{comb}$ = 428,4 kg/h $\dot{m}_{ar}$ = 11152,8 kg/h
	4 tempos	Plena carga	
	16 cilindros	D = 190mm (diâmetro de cada cilindro)	C = 220mm (curso de cada cilindro)
	n= 1500 rpm	Ne= 2 MW	Np= 0,439 MW
turbina	η_{is}= 82 %	η_{mec}= 94 %	
	$\dot{W}$ =12,5 MW (à saída da turbina)	$\dot{m}_{10}$ =0,05 $\dot{m}_{8}$ $\dot{m}_{12}$ = 0	


gases de combustão
(180 ºC, c_p=1,2 kJ/(kgK))
%CO=0,15%, %O2=6%
v/v, base seca)
vapor (7MPa, 500ºC, 161,4 t/h)
C
(caldeira)
água (130 ºC)
purga(2 t/h)
combustível
ar de combustão
(18 ºC)
P 1
GT
T
(turbina)
água (55 ºC, 4,4 t/h)
água (90 ºC)
GM
M
(motor)
P 2
combustível
gases de combustão
(480 ºC, c_p=1,2 kJ/(kgK))
(22,6 t/h)
vapor ao processo
(0,5MPa)
vapor ao processo
(1,4MPa)
(x=0%)
CR
vapor do processo
(0,5MPa)
(180 ºC)
(153 t/h, 130 ºC)
DC
bomba
(0,1 MPa, 21 ºC)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

1) (10 v.) Por análise do motor (M) determine:

a) O momento motor ou binário (Mm), a pressão média indicada (pmi), o consumo específico de combustível (cec), a velocidade média de cada pistão (V);
b) A massa de combustível, por cilindro e por ciclo;
c) O rendimento indicado.
d) Considerando a velocidade de rotação constante, n=1500 rpm, represente como varia o rendimento mecânico (η_m) em função da potência efetiva para diversas cargas do motor;
e) A eficiência do permutador P1 (água/ar).

2) (10 v.) Por análise da rede de vapor determine:

a) A potência calorífica transferida à água antes de entrar na caldeira, C (desde o estado 1 até ao estado 5);
b) A riqueza da mistura ar/combustível nos queimadores da caldeira.
c) Considerando que a caldeira passa a operar a 65% da plena carga, determine as perdas por radiação em percentagem do PCI.
d) Qual é o caudal mássico de vapor admitido na turbina, $\dot{m}_8$?