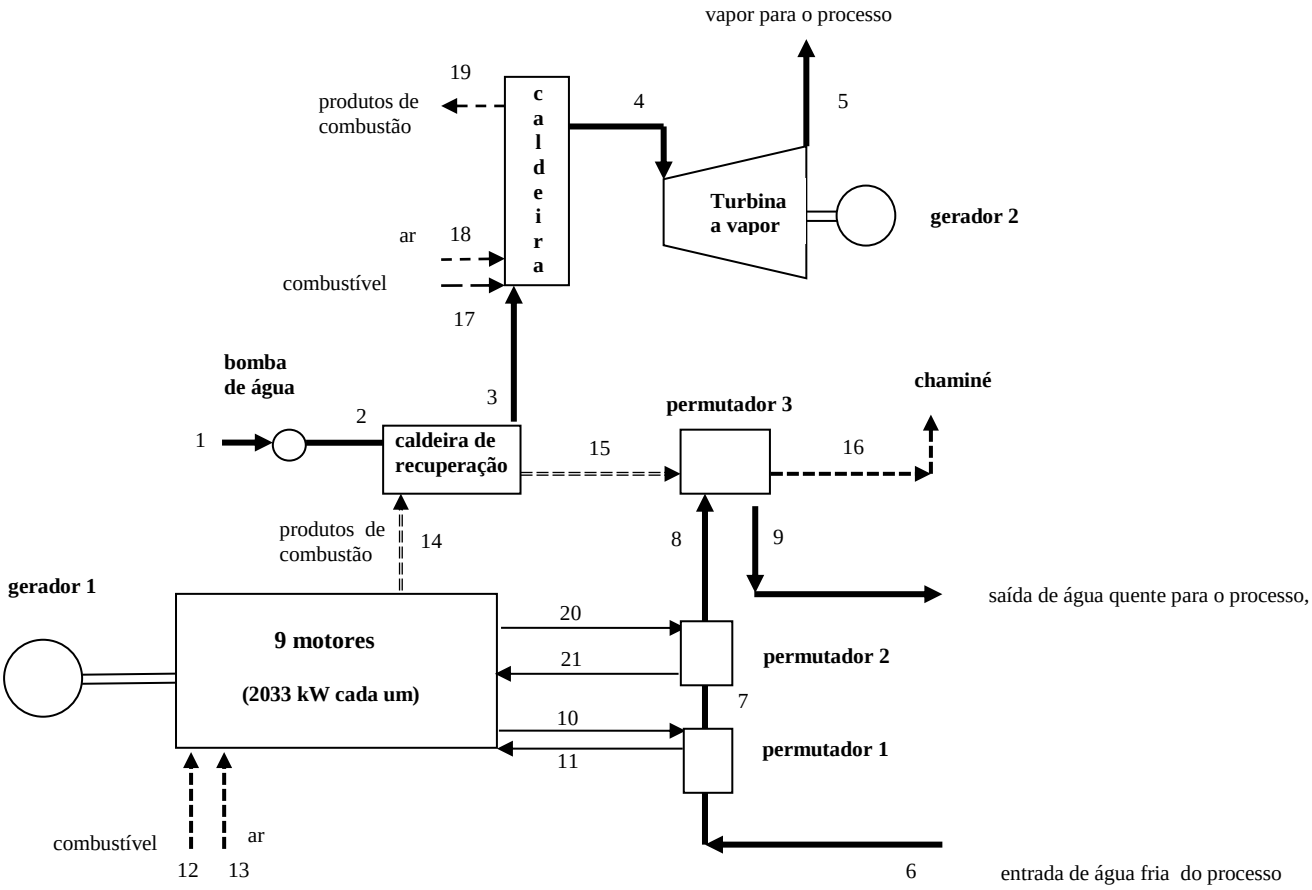
1- (Cada alínea vale 2,5 valores.)

A figura mostra a representação esquemática de uma central térmica de cogeração utilizada numa indústria que necessita, para o seu processo produtivo, de energia elétrica, de vapor de água e de água quente nas condições indicadas na tabela.



Para cada motor	Combustível: gás natural (gás perfeito) M=18,28 kg/kmol	composição (vol/vol): CH_4: 85%, C_2H_6: 8%, N_2: 5%, C_3H_8: 2%	*PCI*=45600 kJ/kg Consumo combustível: 392,4 kg/h $T_{\text{admissão nos cilindros}}$ =35 ºC
	4 tempos, 12 cilindros, plena carga	curso / $\varnothing_{\text{cilindro}}$ = 1,4 cilindrada = 60 litros	*Ne*=2033 kW *n*=1500 rpm *p.m.p.*=479 kPa
	Turbo comprimido, cond. de adm. no motor, *T*= 35 ºC, *P*=2,5 bar	12,3% excesso de ar	
Produtos de combustão dos motores	T_{14}=390 ºC	T_{15}=212 ºC	T_{16}=125 ºC
	c_p=1,2 kJ/(kgK)		
Caldeira de recuperação	Aquotubular	vertical	uma passagem
Caldeira	Combustível: gás natural (igual aos motores)	η_{cal}=85%	$\dot{m}_{purga} = 0$
Turbina	$\eta_{isent.}$=86%	η_{mec}=80%	
Geradores	η_{ger}=97%		
Circuitos de água e vapor	T_1=120 ºC, p_1=1600 kPa	T_4=300 ºC, P_4=4000 kPa	6,1 t/h de vapor saturado, P_5=1600 kPa
	$\dot{V}_6$= 1100 m^3/h	T_8=82 ºC	6 - Água líquida

Relativamente a cada motor, determine:

a) O binário, a pressão média efetiva e a velocidade média dos pistões;
b) A relação ar-combustível;
c) O trabalho obtido no diagrama indicado;
d) O rendimento volumétrico, η_{vol}, com base apenas no ar de admissão.

Relativamente ao circuito de água, calcule:

e) A eficiência do permutador 3, η_{perm}, localizado antes da chaminé;
f) A potência de perdas da turbina;
g) O consumo de combustível na caldeira;
h) O rendimento global (ou fator de utilização de energia), η_{global}, da instalação.

Notas:
Caso necessite de resultados pedidos em alíneas anteriores, a que ainda não tenha respondido, arbitre os valores que entender razoáveis, para os resultados em falta.