

**TERMODINÁMICA Y TERMOTECNIA
(CURSO 2011-2012)**

Apellidos: _____ Nombre: _____

Titulación: _____ Fecha: _____

1. En qué consiste y para qué se utiliza la tecnología *intercooler* en los compresores. (0,75 p)

2. ¿Tendría sentido la construcción de un grupo turbina de gas en el que la potencia generada por la turbina fuera igual a la requerida por el compresor? ¿Por qué? (0,75 p)

3. Explicar brevemente la función de los siguientes elementos de un motor de combustión interna alternativo:

a) Árbol de levas (0,25 p)

b) Cigüeñal (0,25 p)

c) Carburador (0,25 p)

d) Volante de inercia (0,25 p)

4. Representar de manera aproximada el ciclo de trabajo de una instalación de turbina de gas en el plano de Izart (plano T – S) indicando la ubicación de cada elemento: etc. Explicar brevemente la función de los elementos. (1 p)



5. Se tiene un ciclo de vapor de agua en el que el vapor entra a la turbina a 8000 kPa y 480°C, y se expande hasta 0,7 MPa donde parte de este vapor es extraído y enviado a un intercambiador abierto. El resto del vapor se expande en una segunda etapa hasta la presión del condensador de 0,08 atm. La eficiencia isoentrópica de cada etapa de la turbina es del 85%. Se pide:

a) Dibujar este ciclo en el diagrama T-s (0,5 ptos.)

b) Calcular el rendimiento del ciclo (3,5 ptos.)

c) Si la potencia neta del ciclo es de 100 MW cual será el flujo másico de vapor que entra en la primera turbina en kg/s (0,5 ptos.)

6. Un ciclo de refrigeración por compresión funciona con R134a entre las temperaturas de (- 20°C) en el evaporador y (12°C) en el condensador. Considerando que el compresor tiene una eficiencia del 70% y que el flujo másico de refrigerante es de 0,08 kg/s. Se pide:

a) Calcular el coeficiente de operación (1 pto.)

b) Capacidad de refrigeración del ciclo (0,25 ptos.)

7. En la parte exterior de una caldera existe una temperatura de 80°C. Para evitar accidentes se construye un muro que aísla la caldera del medio exterior, que se encuentra a 25°C. Las dimensiones de este muro son: Longitud 18 m; Altura = 8,50 m; Espesor = 0,40 m. Los coeficientes de convección son: $\alpha_{\text{aire-pared interior}} = 8 \text{ Kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$ y $\alpha_{\text{aire-pared exterior}} = 20 \text{ Kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$. La conductividad térmica del muro es $0,70 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$

Determinar:

a) Cantidad de calor cedida al exterior a través del muro (0,35 ptos)

b) Se recubre exteriormente la pared con un material aislante, tanto por la parte que mira a la caldera, como la que da al medio exterior; su espesor es de 1 cm, y su conductividad térmica $0,06 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$. ¿Cuál será ahora la cantidad de calor cedida al exterior? (0,40 ptos)

Propiedades del agua saturada (líquido-vapor): Tabla de presiones

Presión bar	Temp, °C	Volumen específico m ³ / kg		Energía interna kJ / kg		Entalpía kJ / kg			Entropía kJ / kg , K	
		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Vapor	Líquido	Vapor
		sat, $v_f \times 10^3$	sat, v_g	sat, u_f	sat, u_g	sat, h_f	vaporiz, h_{fg}	sat, h_g	sat, s_f	sat, s_g
0,06	36,16	1,0064	23,739	151,53	2425,0	151,53	2415,9	2567,4	0,5210	8,3304
0,08	41,51	1,0084	18,103	173,87	2432,2	173,88	2403,1	2577,0	0,5926	8,2287
0,60	85,94	1,0331	2,732	359,79	2489,6	359,86	2293,6	2653,5	1,1453	7,5320
0,70	89,95	1,0360	2,365	376,63	2494,5	376,70	2283,3	2660,0	1,1919	7,4797
0,80	93,50	1,0380	2,087	391,58	2498,8	391,66	2274,1	2665,8	1,2329	7,4346
1,00	99,63	1,0432	1,694	417,36	2506,1	417,46	2258,0	2675,5	1,3026	7,3594
6,00	158,9	1,1006	0,3157	669,90	2567,4	670,56	2086,3	2756,8	1,9312	6,7600
7,00	165,0	1,1080	0,2729	696,44	2572,5	697,22	2066,3	2763,5	1,9922	6,7080
8,00	170,4	1,1148	0,2404	720,22	2576,8	721,11	2048,0	2769,1	2,0462	6,6628
10,0	179,9	1,1273	0,1944	761,68	2583,6	762,81	2015,3	2778,1	2,1387	6,5863
50,0	264,0	1,2859	0,03944	1147,8	2597,1	1154,2	1640,1	2794,3	2,9202	5,9734
60,0	275,6	1,3187	0,03244	1205,4	2589,7	1213,4	1571,0	2784,3	3,0267	5,8892
70,0	285,9	1,3513	0,02737	1257,6	2580,5	1267,0	1505,1	2772,1	3,1211	5,8133
80,0	295,1	1,3842	0,02352	1305,6	2569,8	1316,6	1441,3	2758,0	3,2068	5,7432
100	311,1	1,4524	0,01803	1393,0	2544,4	1407,6	1317,1	2724,7	3,3596	5,6141

Propiedades del agua, vapor sobrecalentado

T °C	v m^3/kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
-----------	-----------------	----------------	----------------	------------------

v m^3/kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
-----------------	----------------	----------------	------------------

$P = 0,06 \text{ bar} = 0,006 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 36,16^\circ\text{C}$)				
Sat.	23,739	2425,0	2567,4	8,3304
80	27,132	2487,3	2650,1	8,5804
120	30,219	2544,7	2726,0	8,7840
200	36,383	2661,4	2879,7	9,1398
280	42,540	2781,5	3036,8	9,4464
360	48,696	2905,5	3197,7	9,7180
440	54,851	3033,5	3362,6	9,9633
500	59,467	3132,3	3489,1	10,1336

$p = 0,35 \text{ bar} = 0,035 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 72,69^\circ\text{C}$)			
4,526	2473,0	2631,4	7,7158
4,625	2483,7	2645,6	7,7564
5,163	2542,4	2723,1	7,9644
6,228	2660,4	2878,4	8,3237
7,287	2780,9	3036,0	8,6314
8,344	2905,1	3197,1	8,9034
9,400	3033,2	3362,2	9,1490
10,192	3132,1	3488,8	9,3194

$p = 0,70 \text{ bar} = 0,07 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 89,95^\circ\text{C}$)				
Sat	2,365	2494,5	2660,0	7,4797
100	2,434	2509,7	2680,0	7,5341
200	3,108	2659,1	2876,7	8,0012
280	3,640	2780,2	3035,0	8,3162
360	4,170	2904,6	3196,5	8,5828
400	4,434	2968,2	3278,6	8,7086
500	5,095	3131,8	3488,5	8,9991

$p = 1,0 \text{ bar} = 0,10 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 99,63^\circ\text{C}$)			
1,694	2506,1	2675,5	7,3594
1,696	2506,7	2676,2	7,3614
2,172	2658,1	2875,3	7,8343
2,546	2779,6	3034,2	8,1445
2,917	2904,2	3195,9	8,4175
3,103	2967,9	3278,2	8,5435
3,565	3131,6	3488,1	8,8342

$p = 7,0 \text{ bar} = 0,70 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 164,97^\circ\text{C}$)				
T °C	v m^3/kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
Sat	0,2729	2572,5	2763,5	6,7080
180	0,2847	2599,8	2799,1	6,7880
280	0,3574	2766,9	3017,1	7,2233
360	0,4126	2895,8	3184,7	7,5063
400	0,4397	2960,9	3268,7	7,6350
500	0,5070	3126,8	3481,7	7,9299
600	0,5738	3298,5	3700,2	8,1956

$p = 10,0 \text{ bar} = 1,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 179,91^\circ\text{C}$)				
T °C	v m^3/kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
Sat	0,1944	2583,6	2778,1	6,5865
200	0,2060	2621,9	2827,9	6,6940
320	0,2678	2826,1	3093,9	7,1962
400	0,3066	2957,3	3263,9	7,4651
440	0,3257	3023,6	3349,3	7,5883
540	0,3729	3192,6	3565,6	7,8720
600	0,4011	3296,8	3697,9	8,0290

$P = 40 \text{ bar} = 4,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 250,4^\circ\text{C}$)				
Sat	0,04978	2602,3	2801,4	6,0701
280	0,05546	2680,0	2901,8	6,2568
320	0,06199	2767,4	3015,4	6,4553
400	0,07341	2919,9	3213,6	6,7690
440	0,07872	2992,2	3307,1	6,9041
500	0,08643	3099,5	3445,3	7,0901
600	0,09885	3279,1	3674,4	7,3688
700	0,1110	3462,1	3905,9	7,6198

$p = 60 \text{ bar} = 6,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 257,64^\circ\text{C}$)			
0,03244	2589,7	2784,3	5,8892
0,03317	2605,2	2804,2	5,9252
0,03876	2720,0	2952,6	6,1846
0,04739	2892,9	3177,2	6,5408
0,05122	2970,0	3277,3	6,6853
0,05665	3082,2	3422,2	6,8803
0,06525	3266,9	3658,4	7,1677
0,07352	3453,1	3894,1	7,4234

$p = 80 \text{ bar} = 8,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 295,06^\circ\text{C}$)				
Sat	0,02352	2569,8	2758,0	5,7432
320	0,02682	2662,7	2877,2	5,9489
360	0,03089	2772,7	3019,8	6,1819
400	0,03432	2863,8	3138,3	6,3634
480	0,04034	3025,7	3348,4	6,6586
520	0,04313	3102,7	3447,7	6,7871
600	0,04845	3254,4	3642,0	7,0206
700	0,05481	3443,9	3882,4	7,2812

$p = 100 \text{ bar} = 10,0 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 311,06^\circ\text{C}$)			
0,01803	2544,4	2724,7	5,6141
0,01925	2588,8	2781,3	5,7103
0,02331	2729,1	2962,1	6,0060
0,02641	2832,4	3096,5	6,2120
0,03160	3005,4	3321,4	6,5282
0,03394	3085,6	3425,1	6,6622
0,03837	3241,7	3625,3	6,9029
0,04358	3434,7	3870,5	7,1687

Propiedades del Refrigerante 134a saturado (líquido-vapor)

Temp. °C	Presión bar	Volumen específico m ³ / kg		Energía interna kJ / kg		Entalpía kJ / kg			Entropía kJ / kg , K	
		Líquido sat,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor vaporiz,	Vapor sat,	Líquido sat,	Vapor sat,
		$v_f \times 10^3$	v_g	u_f	u_g	h_f	h_{fg}	h_g	s_f	s_g
-40	0,5164	0,7055	0,3569	-0,04	204,45	0,00	222,88	222,88	0,000	0,9560
-28	0,9305	0,7233	0,2052	14,31	211,29	14,37	216,01	230,38	0,0600	0,9411
-20	1,3299	0,7361	0,1464	24,17	215,84	24,26	211,05	235,31	0,0996	0,9332
-12	1,8540	0,7498	0,1068	34,25	220,36	34,39	205,77	240,15	0,1388	0,9267
0	2,9282	0,7721	0,0689	49,79	227,06	50,02	197,21	247,23	0,1970	0,9190
12	4,4294	0,7971	0,0460	65,83	233,63	66,18	187,85	254,03	0,2545	0,9132
26	6,8530	0,8309	0,0298	85,18	241,05	85,75	175,73	261,48	0,3208	0,9082
40	10,164	0,8714	0,0199	105,30	248,06	106,19	162,05	268,24	0,3866	0,9041
52	13,851	0,9142	0,0142	123,31	253,55	124,58	148,66	273,24	0,4432	0,9004
70	21,162	1,0027	0,0086	152,22	260,15	154,34	124,08	278,43	0,5302	0,8918
100	39,742	1,5443	0,0027	218,60	248,49	224,74	34,40	259,13	0,7196	0,8117

Propiedades del Refrigerante 134a, vapor sobrecalentado

T °C	v m ³ /kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
---------	-------------------------	--------------	--------------	----------------

v m ³ /kg	u kJ / kg	h kJ / kg	s kJ / kg K
-------------------------	--------------	--------------	----------------

P = 1 bar = 0,1 MPa (T _{sat} = -26,43°C)				
Sat,	0,19170	212,18	231,35	0,9395
-20	0,19770	216,77	236,54	0,9602
0	0,21587	231,41	252,99	1,0227
10	0,22473	238,96	261,43	1,0531
30	0,24216	254,54	278,76	1,1122
50	0,25930	270,79	296,72	1,1696
70	0,27623	287,70	315,32	1,2254
90	0,29302	305,27	334,57	1,2799

P = 1,4 bar = 0,14 MPa (T _{sat} = -18,80°C)				
Sat,	0,13945	216,52	236,04	0,9322
-10	0,14549	223,03	243,40	0,9606
0	0,15219	230,55	251,86	0,9922
20	0,16520	246,01	269,13	1,0532
40	0,17783	262,06	286,96	1,1120
60	0,19020	278,74	305,37	1,1690
80	0,20241	296,06	324,39	1,2244
100	0,21449	314,01	344,04	1,2785

P = 4 bar = 0,4 MPa (T _{sat} = 8,93°C)				
Sat,	0,05089	231,97	252,32	0,9145
10	0,05119	232,87	253,35	0,9182
20	0,05397	241,37	262,96	0,9515
30	0,05662	249,89	272,54	0,9837
40	0,05917	258,47	282,14	1,0148
50	0,06164	267,13	291,79	1,0452
60	0,06405	275,89	301,51	1,0748
70	0,06641	284,75	311,32	1,1038

P = 5 bar = 0,5 MPa (T _{sat} = 15,74°C)				
Sat,	0,04086	235,64	256,07	0,9117
20	0,04188	239,40	260,34	0,9264
30	0,04416	248,20	270,28	0,9597
40	0,04633	256,99	280,16	0,9918
50	0,04842	265,83	290,04	1,0229
60	0,05043	274,73	299,95	1,0531
70	0,05240	283,72	309,92	1,0825
80	0,05432	292,8	319,96	1,1114