Noviembre 2023

TERMODINÁMICA

Ejercicio del Tema 5

Nombre _____ Grupos A-E-G

No está permitido el empleo de calculadoras programables ni la consulta de libros, apuntes o formularios. Los teléfonos móviles y relojes "smartwatch" deberán permanecer apagados y fuera del alcance del alumno.

La figura muestra una bomba de calor geotérmica que toma calor del terreno (foco térmico a 20 °C) a través del evaporador y lo cede en el condensador a una corriente de agua que circula por un suelo radiante. El agua (c = 4,18 kJ/kg-K; ρ = 1000 kg/m^3) llega al codnensador a 35 °C y sale del mismo a 45 °C, sin perder presión. El condensador cede 45 kW al agua.

El compresor de la bomba es adiabático, con un rendimiento isentrópico del 75%. Las presiones a su entrada y salida son 5,5 bar y 17 bar, respectivamente. El fluido de trabajo (R290, ver tablas) llega al compresor (1) como vapor saturado y sale del condensador (3) como líquido saturado. Se desprecian las caídas de presión en intercambiadores y conductos.

El ambiente se encuentra a 0 °C.

Se pide:

- Potencia consumida por el compresor (3 p)
- Exergía destruida total (2 p)
- Eficiencia exergética de la bomba de calor (3 p)
- Diagrama de Sankey cualitativo de la planta incluyendo todos los componentes (2 p)

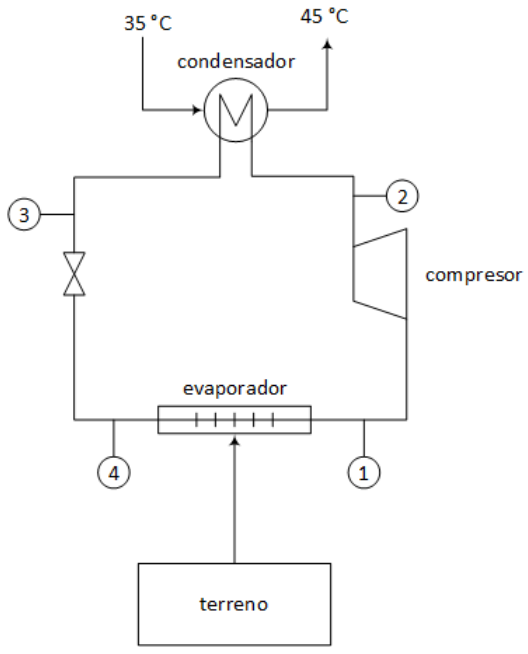


Tabla de saturación (líquido-vapor) del R290

p [bar]	T [°C]	v_f [m^3/kg]	v_g [m^3/kg]	h_f [kJ/kg]	h_g [kJ/kg]	s_f [kJ/kg-K]	s_g [kJ/kg-K]
4	-5,48	0,0018653	0,11375	186,33	568,56	0,94996	2,3779
5,5	4,92	0,0019161	0,083638	212,48	580,06	1,0448	2,3666
7	13,4	0,0019618	0,066001	234,41	589,07	1,1214	2,3592
8,5	20,6	0,0020043	0,054361	253,60	596,45	1,1865	2,3537
10	26,9	0,0020450	0,046076	270,85	602,64	1,2436	2,3493
11,5	32,6	0,0020844	0,039862	286,65	607,92	1,2947	2,3455
13	37,8	0,0021232	0,035017	301,33	612,45	1,3413	2,3420
14,5	42,5	0,0021616	0,031125	315,10	616,35	1,3843	2,3386
15	44,0	0,0021745	0,029991	319,53	617,52	1,3979	2,3375
17	49,6	0,0022260	0,026086	336,49	621,66	1,4495	2,3330
19	54,8	0,0022786	0,022953	352,50	624,99	1,4973	2,3282
21	59,6	0,0023328	0,020375	367,75	627,58	1,5421	2,3229
23	64,1	0,0023895	0,018208	382,41	629,48	1,5845	2,3171
25	68,3	0,0024495	0,016353	396,62	630,69	1,6249	2,3105
27	72,2	0,0025140	0,014739	410,49	631,21	1,6639	2,3030
29	75,9	0,0025843	0,013312	424,15	630,99	1,7018	2,2943
31	79,4	0,0026626	0,012031	437,73	629,97	1,7390	2,2841
33	82,8	0,0027519	0,010863	451,38	628,00	1,7760	2,2721
35	86,0	0,0028570	0,0097762	465,31	624,86	1,8134	2,2576
37	89,0	0,0029868	0,0087371	479,88	620,11	1,8521	2,2393

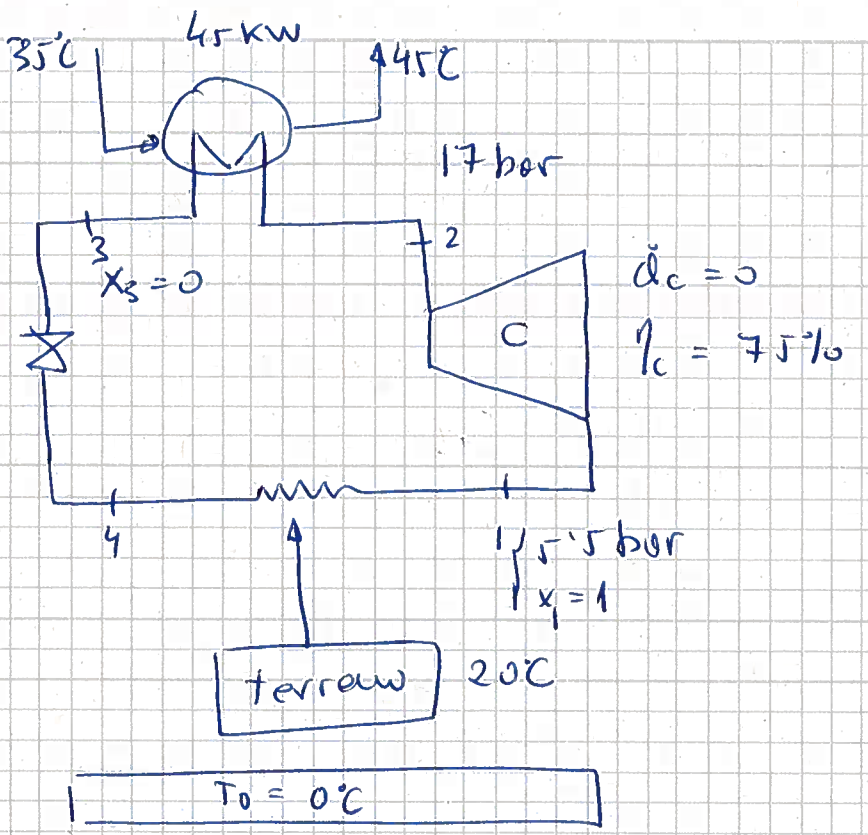
Tabla de vapor sobrecalentado del R290

5,5 bar (T_{sat} = 4,923 °C)			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
sat	0,083638	580,06	2,3666
5	0,083674	580,20	2,3671
10	0,085976	589,34	2,3997
15	0,088217	598,43	2,4316
20	0,090410	607,52	2,4628
25	0,092562	616,63	2,4936
30	0,094680	625,78	2,5241
35	0,096769	634,97	2,5542
40	0,098833	644,23	2,5839
45	0,10087	653,55	2,6135
50	0,10289	662,94	2,6428
55	0,10490	672,42	2,6719
60	0,10688	681,97	2,7008
65	0,10885	691,61	2,7295
70	0,11081	701,34	2,7580
75	0,11276	711,15	2,7864
80	0,11469	721,07	2,8147
85	0,11661	731,07	2,8428
90	0,11852	741,17	2,8708
95	0,12043	751,37	2,8987
100	0,12232	761,67	2,9265

17 bar (T_{sat} = 49,64 °C)			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
sat	0,026086	621,66	2,3330
50	0,026170	622,57	2,3358
55	0,027290	634,92	2,3737
60	0,028334	646,86	2,4098
65	0,029320	658,53	2,4446
70	0,030262	670,02	2,4784
75	0,031167	681,40	2,5113
80	0,032042	692,71	2,5435
85	0,032893	703,97	2,5752
90	0,033721	715,22	2,6064
95	0,034530	726,47	2,6372
100	0,035323	737,74	2,6675
105	0,036101	749,03	2,6976
110	0,036866	760,36	2,7274
115	0,037618	771,73	2,7569
120	0,038360	783,15	2,7861
125	0,039092	794,63	2,8151
130	0,039815	806,17	2,8439
135	0,040529	817,78	2,8725
140	0,041236	829,45	2,9009
145	0,041936	841,19	2,9292

COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI

Apellidos:	Problema: -1-
Nombre:	Grupo: AEG



a) $\dot{W}_c = ?$

$h_1 = h_g(1{,}5\ \text{bar}) = 580{,}06\ \text{kJ/kg}$

$s_1 = s_g(\ \ \ ) = 2{,}3666\ \text{kJ/kg·K}$

$h_{2s} = h(17\ \text{bar}, s_1) = 622{,}57 + \frac{634{,}92 - 622{,}57}{2{,}3737 - 2{,}3358}(2{,}3666 - 2{,}3358) =$

$= 632{,}61\ \text{kJ/kg}$

$0{,}75 = \frac{632{,}61 - 580{,}06}{h_2 - 580{,}06} \Rightarrow h_2 = 650{,}12\ \text{kJ/kg}$

$h_3 = h_f(17\ \text{bar}) = 336{,}49\ \text{kJ/kg} = h_4$ (válvula)

$\dot{Q}_{cond} = 45 = \dot{m}(650{,}12 - 336{,}49) \Rightarrow \dot{m} = 0{,}1435\ \text{kg/s}$

$\boxed{\dot{W}_c = \dot{m}(h_2 - h_1) = 10{,}05\ \text{kW}}$

COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI

Apellidos:	Problema: -2-
Nombre:	Grupo:

b) $\dot{I}_{TOT}$

$$\frac{dS_u}{dt} = \frac{\dot{Q}_{cond}}{\bar{T}_w} - \frac{\dot{Q}_{ev}}{T_{ferreno}} = 0,0245 \text{ KW/K}$$

$$\bar{T}_w = \frac{45-35}{L\left(\frac{45+273}{35+273}\right)} = 312,97 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_{ev} = \dot{Q}_{cond} - \dot{W}_C = 34,95 \text{ KW}$$

$$\boxed{\dot{I}_{TOT} = 273 \times 0,0245 = 6,689 \text{ KW}}$$

c) φ_{BC}

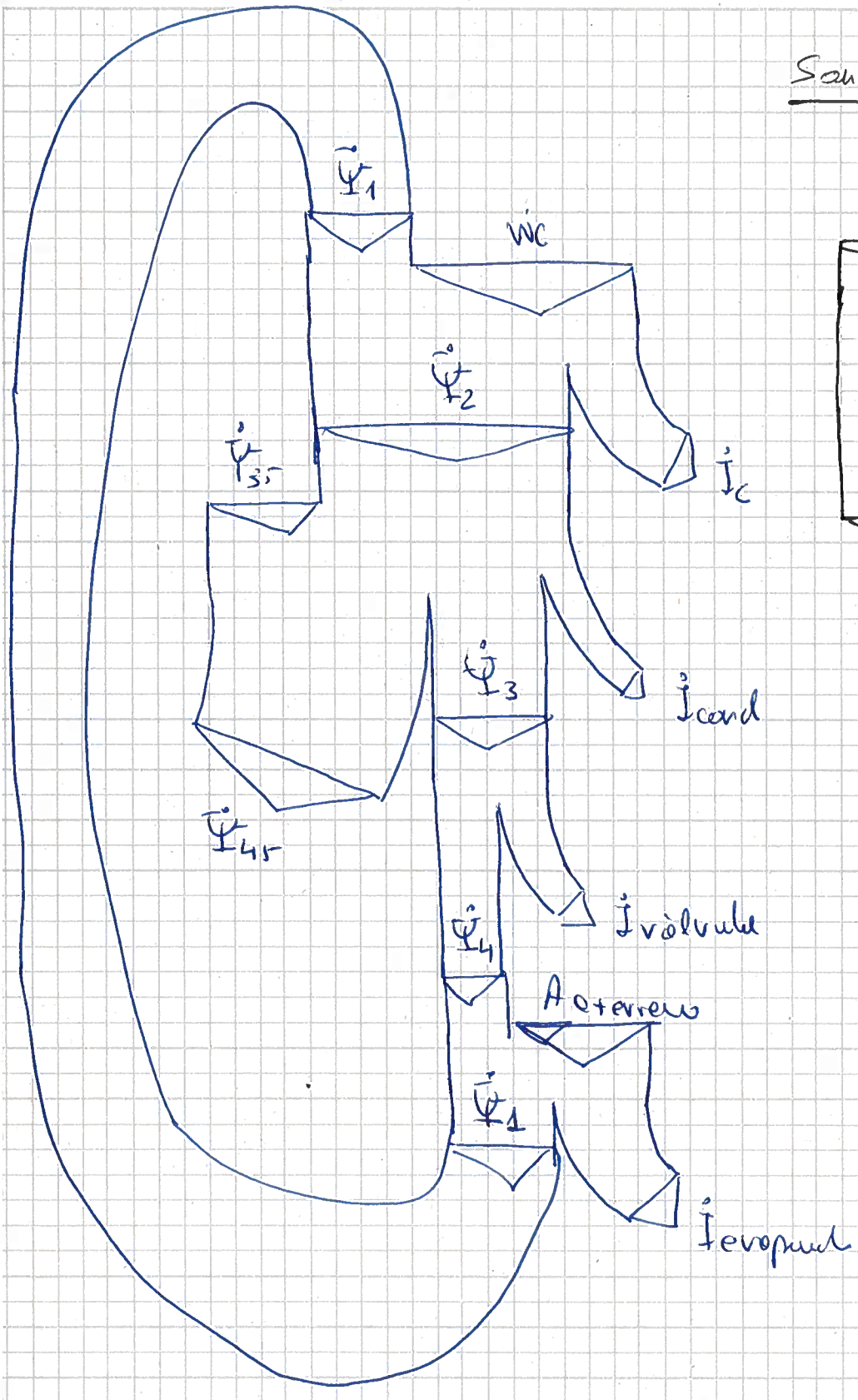
La bomba NO ve el ambiente, luego no le puedo usar la expresión de COP/COP_{carnot}.

$$\boxed{\varphi_{BC} = \frac{\dot{W}_C - \dot{I}_{TOT}}{\dot{W}_C} = \frac{10,05 - 6,689}{10,05} = 33,45\,\%}$$

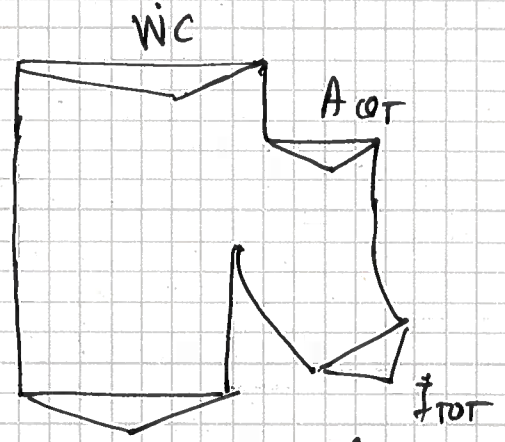
d) Sankey

COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

Apellidos:	Problema:
Nombre:	Grupo: -3-



Sankey global (NO te pedía)



$$\dot{A}_{QW} = \dot{m}_W(\Psi_{4r} - \Psi_{3r})$$

A la vista de este diagrama se podría definir:

$$\varphi_{RC} = \frac{\dot{Q}_W\left(1 - \frac{T_0}{T_W}\right)}{\dot{W}_C + \dot{A}_{QT}}$$

que no coincide con la solución C), aunque se podría dar como válido (Ex2 / Ex1).

Para que coincidiera sería:

$$\varphi_{RC} = \frac{\dot{A}_{QW} - \dot{A}_{QT}}{\dot{W}}$$

dado que

$$\dot{W}_{rev} = \dot{A}_{QW} - \dot{A}_{QT}$$

Noviembre 2023

TERMODINÁMICA

Ejercicio del Tema 5

Nombre _____ Grupos B - F

No está permitido el empleo de calculadoras programables ni la consulta de libros, apuntes o formularios. Los teléfonos móviles y relojes "smartwatch" deberán permanecer apagados y fuera del alcance del alumno.

La figura muestra un ciclo Brayton de potencia para producir energía eléctrica a partir de energía geotérmica. El ciclo está recorrido por CO_2 (sustancia pura, ver tablas) y toma calor de una corriente de 100 kg/s de fluido geotérmico (c = 4,18 kJ/kg-K; ρ = 1000 kg/m^3) que llega al intercambiador GEO a 200 °C y lo abandona a 50 °C sin perder presión. El ciclo cede calor al ambiente en el intercambiador PC. El ambiente se considera un foco a 15 °C.

El compresor y la turbina son adiabáticos, con rendimientos isentrópicos de 80% y 85%, respectivamente. Las condiciones de entrada del CO_2 al compresor son 85 bar y 25 °C y a la turbina 190 °C y 300 bar. Se desprecian las pérdidas de presión en los intercambiadores y conductos. El alternador tiene rendimiento 100%.

Se pide:

- Potencia eléctrica producida por el alternador (3 p)
- Exergía destruida total (2 p)
- Eficiencia exergética del intercambiador GEO (3 p)
- Diagrama de Sankey cualitativo de la planta incluyendo todos los componentes (2 p)

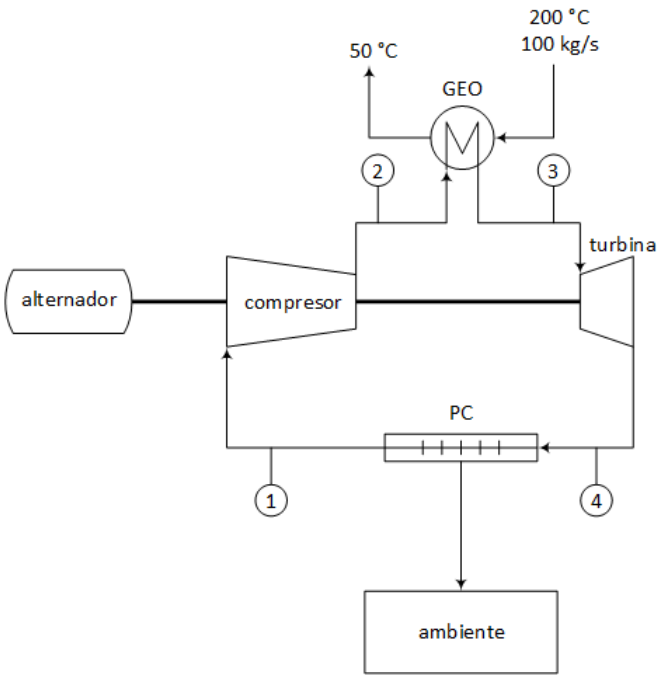


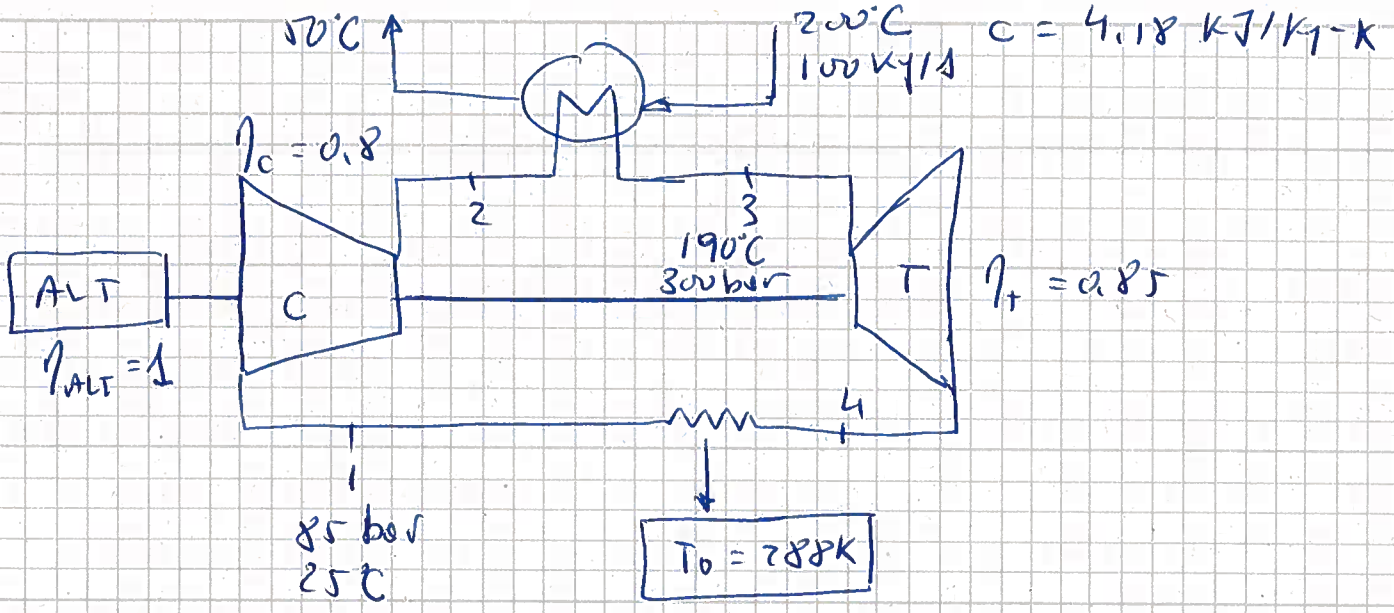
Tabla del CO_2 como vapor sobrecalentado

85 bar			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
10	0.00110	-287.29	-1.6886
15	0.00114	-274.71	-1.6445
20	0.00120	-261.10	-1.5977
25	0.00127	-245.79	-1.5459
30	0.00138	-227.21	-1.4842
35	0.00163	-197.94	-1.3885
40	0.00283	-128.22	-1.1641
45	0.00355	-98.481	-1.0697
50	0.00402	-80.903	-1.0149
55	0.00439	-67.427	-0.97349
60	0.00471	-56.053	-0.93908
65	0.00499	-45.966	-0.90903
70	0.00526	-36.752	-0.88198
75	0.00550	-28.168	-0.85714
80	0.00573	-20.061	-0.83402
85	0.00595	-12.329	-0.81228
90	0.00616	-4.8958	-0.79167
95	0.00636	2.2912	-0.77201
100	0.00656	9.2739	-0.75317
105	0.00674	16.084	-0.73504
110	0.00693	22.749	-0.71753
115	0.00711	29.287	-0.70058
120	0.00728	35.717	-0.68411
125	0.00745	42.053	-0.66810
130	0.00762	48.307	-0.65249
135	0.00779	54.488	-0.63725
140	0.00795	60.606	-0.62235
145	0.00811	66.668	-0.60777
150	0.00827	72.680	-0.59348
155	0.00842	78.649	-0.57945
160	0.00858	84.579	-0.56568
165	0.00873	90.474	-0.55215
170	0.00888	96.339	-0.53884
175	0.00903	102.18	-0.52574
180	0.00917	107.99	-0.51284
185	0.00932	113.78	-0.50013
190	0.00946	119.56	-0.48759
195	0.00961	125.32	-0.47523
200	0.00975	131.06	-0.46302
205	0.00989	136.79	-0.45098
210	0.0100	142.51	-0.43908
215	0.0102	148.22	-0.42732
220	0.0103	153.92	-0.41569
225	0.0104	159.62	-0.40420
230	0.0106	165.31	-0.39284
235	0.0107	170.99	-0.38159
240	0.0109	176.68	-0.37046
245	0.0110	182.36	-0.35945
250	0.0111	188.03	-0.34854
255	0.0113	193.71	-0.33774

300 bar			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
35	0.00108	-246.35	-1.6292
40	0.00110	-236.61	-1.5978
45	0.00112	-226.79	-1.5667
50	0.00115	-216.91	-1.5359
55	0.00118	-206.95	-1.5053
60	0.00121	-196.92	-1.4750
65	0.00124	-186.82	-1.4449
70	0.00127	-176.66	-1.4151
75	0.00130	-166.43	-1.3855
80	0.00134	-156.17	-1.3562
85	0.00138	-145.87	-1.3272
90	0.00142	-135.56	-1.2987
95	0.00147	-125.27	-1.2705
100	0.00151	-115.02	-1.2429
105	0.00156	-104.83	-1.2158
110	0.00161	-94.733	-1.1892
115	0.00166	-84.740	-1.1633
120	0.00171	-74.866	-1.1380
125	0.00176	-65.127	-1.1134
130	0.00181	-55.530	-1.0895
135	0.00187	-46.083	-1.0662
140	0.00192	-36.791	-1.0435
145	0.00198	-27.657	-1.0216
150	0.00203	-18.680	-1.0002
155	0.00209	-9.8585	-0.97950
160	0.00214	-1.1889	-0.95937
165	0.00220	7.3336	-0.93980
170	0.00225	15.715	-0.92078
175	0.00230	23.962	-0.90228
180	0.00236	32.080	-0.88426
185	0.00241	40.078	-0.86671
190	0.00246	47.962	-0.84959
195	0.00252	55.739	-0.83289
200	0.00257	63.415	-0.81658
205	0.00262	70.998	-0.80064
210	0.00267	78.492	-0.78505
215	0.00272	85.904	-0.76979
220	0.00277	93.239	-0.75484
225	0.00282	100.50	-0.74018
230	0.00287	107.70	-0.72581
235	0.00292	114.83	-0.71170
240	0.00296	121.91	-0.69784
245	0.00301	128.93	-0.68423
250	0.00306	135.90	-0.67084
255	0.00311	142.82	-0.65767
260	0.00315	149.70	-0.64471
265	0.00320	156.54	-0.63195
270	0.00324	163.33	-0.61937
275	0.00329	170.09	-0.60698
280	0.00334	176.82	-0.59476

COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI

Apellidos:	Problema: -1-
Nombre:	Grupo: BF



a) $\dot{W}_{ALT} = ?$

Compresor

$h_1 = -245,79$ kJ/kg

$s_1 = -1,5459$ kJ/kg-K

$h_{2s} = h(300\text{ bar}; s_1) = -220,12$ kJ/kg

$$0,8 = \frac{-220,12 + 245,79}{h_2 + 245,79} \Rightarrow h_2 = -213,53 \text{ kJ/kg}$$

$w_C = h_2 - h_1 = 32,26$ kJ/kg

Turbina

$h_3 = 47,962$ kJ/kg

$s_3 = -0,84959$ kJ/kg-K

$h_{4s} = h(85\text{ bar}; s_3) = -25,521$ kJ/kg

$$0,85 = \frac{47,962 - h_4}{47,962 + 25,521} \Rightarrow h_4 = -14,498 \text{ kJ/kg}$$

$w_T = h_3 - h_4 = 62,46$ kJ/kg

COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI

Apellidos:	Problema: -2-
Nombre:	Grupo:

GEO

$$\dot{Q}_{GEO} = 100 \times 4{,}18\,(200 - 50) = 62\,700 \text{ KW}$$

$$\dot{Q}_{GEO} = \dot{m}\,(h_3 - h_2) \Rightarrow \dot{m} = \frac{62700}{47{,}962 + 213{,}53} =$$

$$= 239{,}78 \text{ kg/s}$$

EJE

$$\dot{W}_T = \dot{W}_C + \dot{W}_{ALT} \Rightarrow \boxed{\dot{W}_{ALT} = 239{,}78\,(62{,}46 - 32{,}26) = 7241{,}29 \text{ kW}}$$

b) $\dot{I}_{INT}$

$$\frac{dS_u}{dt} = \frac{-\dot{Q}_{GEO}}{\bar{T}_w} + \frac{\dot{Q}_{PC}}{T_0} = 33{,}12204 \text{ kW/K}$$

$$\bar{T}_w = \frac{200 - 50}{L\left(\frac{473}{323}\right)} = 393{,}24 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_{PC} = \dot{m}\,(h_4 - h_1) = 55459{,}20 \text{ kW}$$

$$\boxed{\dot{I}_{INT} = T_0 \frac{dS_u}{dt} = 9539{,}17 \text{ kW}}$$

c) φ_{GEO}

$$\bar{T}_{23} = \frac{h_3 - h_2}{s_3 - s_2} = \frac{47{,}962 + 213{,}53}{-0{,}84959 + 1{,}52552} = 386{,}86 \text{ K}$$

$$s_2 = -1{,}52552 \text{ kJ/kg-K}$$

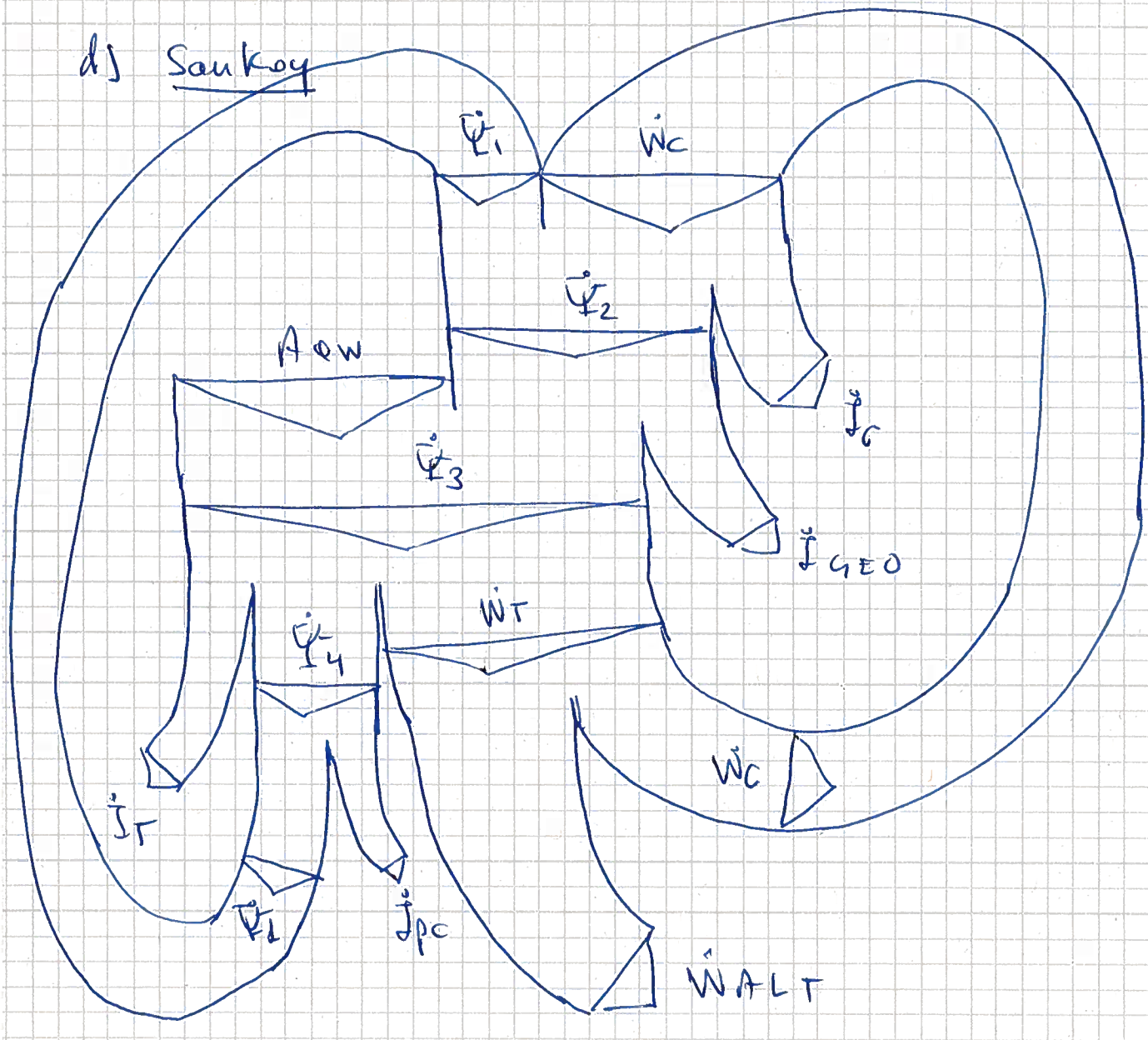
$$\underbrace{62\,700\left(1 - \frac{288}{393{,}24}\right)}_{A_{QW}} = \underbrace{62700\left(1 - \frac{288}{386{,}86}\right)}_{A_{Q23}} + \dot{I}_{GEO}$$

COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

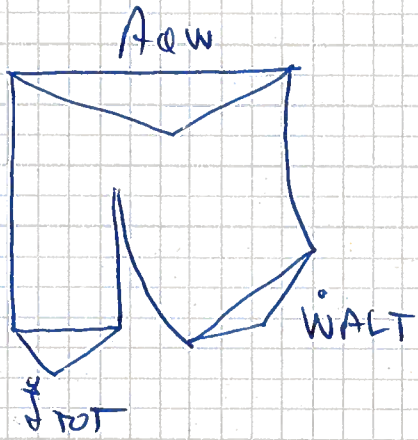
Apellidos:	Problema: -3-
Nombre:	Grupo:

$$\eta_{GEO} = \frac{1 - \frac{288}{386,86}}{1 - \frac{288}{393,24}} = 95,49\%$$

d) Sankey



A nivel global (no x partes):



Noviembre 2023

TERMODINÁMICA

Ejercicio del Tema 5

Nombre _____ Grupos C - D

No está permitido el empleo de calculadoras programables ni la consulta de libros, apuntes o formularios. Los teléfonos móviles y relojes "smartwatch" deberán permanecer apagados y fuera del alcance del alumno.

La figura muestra una bomba de calor aerotérmica que toma calor del ambiente (foco térmico a 5 °C) a través del evaporador y lo cede en el condensador a una corriente de agua que circula por un suelo radiante. El agua (c = 4,18 kJ/kg-K; ρ = 1000 kg/m^3) llega al condensador a 35 °C y sale del mismo a 45 °C, sin perder presión. El condensador cede 15 kW al agua.

El compresor de la bomba es adiabático, con un rendimiento isentrópico del 75%. Las presiones a su entrada y salida son 8 bar y 30 bar, respectivamente. El fluido de trabajo (R32, ver tablas) llega al compresor (1) como vapor saturado y sale del condensador (3) como líquido saturado. Se desprecian las caídas de presión en intercambiadores y conductos.

Se pide:

- Potencia consumida por el compresor (3 p)
- Exergía destruida total (2 p)
- Eficiencia exergética del condensador (3 p)
- Diagrama de Sankey cualitativo de la planta incluyendo todos los componentes (2 p)

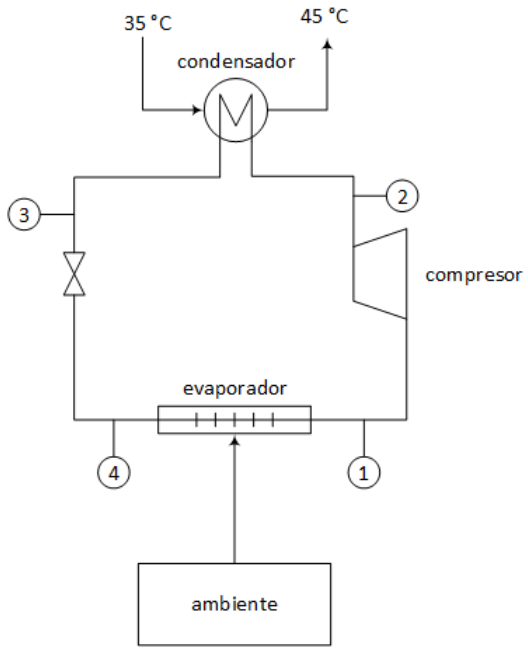


Tabla de saturación (líquido-vapor) del R32

p [bar]	T [°C]	v_f [m^3/kg]	v_g [m^3/kg]	h_f [kJ/kg]	h_g [kJ/kg]	s_f [kJ/kg-K]	s_g [kJ/kg-K]
4	-20,4	0,00089148	0,090873	165,31	509,84	0,86950	2,2325
6	-9,15	0,00092082	0,061219	184,21	513,24	0,94194	2,1883
8	-0,508	0,00094607	0,046010	199,11	515,20	0,99679	2,1561
10	6,62	0,00096904	0,036712	211,68	516,31	1,0416	2,1304
12	12,7	0,00099064	0,030420	222,71	516,84	1,0799	2,1087
14	18,1	0,0010114	0,025868	232,64	516,94	1,1136	2,0896
16	23,0	0,0010316	0,022415	241,74	516,70	1,1439	2,0724
18	27,4	0,0010516	0,019703	250,19	516,18	1,1715	2,0566
20	31,4	0,0010715	0,017512	258,14	515,41	1,1971	2,0418
22	35,2	0,0010915	0,015703	265,68	514,42	1,2210	2,0277
24	38,7	0,0011117	0,014181	272,87	513,23	1,2435	2,0143
26	42,0	0,0011324	0,012882	279,79	511,83	1,2648	2,0012
28	45,1	0,0011536	0,011757	286,48	510,25	1,2853	1,9884
30	48,0	0,0011756	0,010773	292,99	508,48	1,3049	1,9758
32	50,8	0,0011984	0,0099022	299,35	506,51	1,3238	1,9633
34	53,5	0,0012223	0,0091249	305,59	504,34	1,3423	1,9508
36	56,0	0,0012475	0,0084249	311,75	501,95	1,3603	1,9382
38	58,4	0,0012743	0,0077891	317,87	499,33	1,3781	1,9253
40	60,8	0,0013030	0,0072070	323,97	496,45	1,3956	1,9122
42	63,0	0,0013342	0,0066697	330,09	493,27	1,4131	1,8986

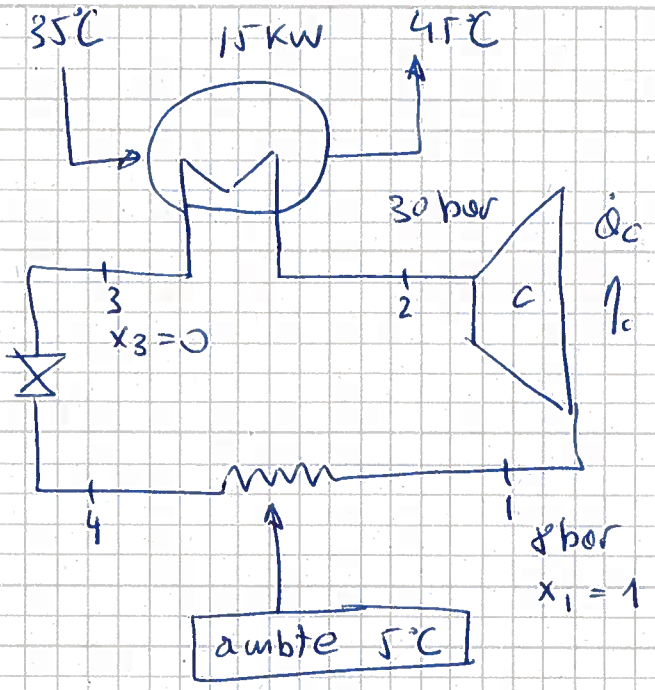
Tabla de vapor sobrecalentado del R32

8 bar (T_{sat} = -0,508 °C)			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
sat	0,046010	515,20	2,1561
0	0,046172	515,83	2,1584
5	0,047716	521,84	2,1802
10	0,049191	527,56	2,2006
15	0,050612	533,09	2,2200
20	0,051989	538,47	2,2385
25	0,053330	543,74	2,2563
30	0,054640	548,92	2,2736
35	0,055925	554,04	2,2903
40	0,057187	559,11	2,3066
45	0,058429	564,14	2,3226
50	0,059654	569,14	2,3382
55	0,060863	574,13	2,3535
60	0,062059	579,10	2,3685
65	0,063242	584,07	2,3833
70	0,064413	589,04	2,3979
75	0,065575	594,01	2,4123
80	0,066727	598,99	2,4265
85	0,067871	603,98	2,4405
90	0,069007	608,98	2,4544
95	0,070136	614,00	2,4681

30 bar (T_{sat} = 48,02 °C)			
T [°C]	v [m^3/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]
sat	0,010773	508,48	1,9758
50	0,011093	512,98	1,9898
55	0,011816	523,15	2,0210
60	0,012458	532,20	2,0484
65	0,013044	540,52	2,0732
70	0,013590	548,32	2,0961
75	0,014105	555,74	2,1176
80	0,014594	562,87	2,1379
85	0,015063	569,77	2,1573
90	0,015515	576,48	2,1759
95	0,015952	583,04	2,1939
100	0,016376	589,48	2,2112
105	0,016790	595,81	2,2281
110	0,017193	602,07	2,2445
115	0,017588	608,26	2,2606
120	0,017975	614,39	2,2763
125	0,018355	620,48	2,2917
130	0,018728	626,53	2,3068
135	0,019096	632,55	2,3216
140	0,019459	638,56	2,3362
145	0,019817	644,54	2,3506

COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

Apellidos:	Problema: -1-
Nombre:	Grupo: CD



a) $\dot{W}_C = ?$

$h_1 = h_g(8\,bar) = 515{,}20\ kJ/kg$

$s_1 = s_g(\ ) = 2{,}1561\ kJ/kg\cdot K$

$h_{2s} = h(30\,bar,\ s_1) = 569{,}34\ kJ/kg$

$$0{,}75 = \frac{569{,}34 - 515{,}20}{h_2 - 515{,}20} \Rightarrow h_2 = 587{,}39\ kJ/kg$$

$h_3 = h_f(30\,bar) = 292{,}99\ kJ/kg = h_4$ (válvula)

$\dot{q}_{cond} = 15 = \dot{m}(h_2 - h_3) \Rightarrow \dot{m} = 0{,}05095\ kg/s$

$\boxed{\dot{W}_C = \dot{m}(h_2 - h_1) = 3{,}6782\ kW}$

COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI

Apellidos:	Problema: -2-
Nombre:	Grupo:

b) $\dot{I}_{INT}$

$$\frac{dS_u}{dt} = \frac{\dot{Q}_{cond}}{\overline{T}_w} - \frac{\dot{Q}_0}{T_0} = 0,0072 \text{ kW/K}$$

$$\overline{T}_w = \frac{45-35}{\ln\left(\frac{45+273}{35+273}\right)} = 312,97 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{cond} - \dot{W}_C = 15 - 3,6782 = 11,3218 \text{ kW}$$

$$\boxed{\dot{I}_{INT} = T_0 \frac{dS_u}{dt} = 2,0021 \text{ kW}}$$

c) η_{cond}

$$\overline{T}_{23} = \frac{h_3 - h_2}{s_3 - s_2} = 326,86 \text{ K}$$

$$s_3 = s_f(30 \text{ bar}) = 1,3049 \text{ kJ/kg-K}$$

$$s_2 = 2,2057 \text{ kJ/kg-K}$$

$$\dot{Q}_{cond}\left(1 - \frac{T_0}{\overline{T}_{23}}\right) = \dot{Q}_{cond}\left(1 - \frac{T_0}{\overline{T}_w}\right) + \dot{I}_{cond}$$

$$\boxed{\eta_{cond} = \frac{\dot{Q}_{cond}\left(1 - \frac{278}{312,97}\right)}{\dot{Q}_{cond}\left(1 - \frac{278}{326,86}\right)} = 74,75\ \%}$$

COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

Apellidos:	Problema: -3-
Nombre:	Grupo:

d) Sankey