



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Análisis termodinámico de un ciclo de refrigeración real con refrigerante r-134^a para la obtención de un COP óptimo de operación

Author: Carlos RANGEL ROMERO

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 15
Mail: *carlos.rangel@utpuebla.edu.mx*
RNA: 03-2010-032610115700-14

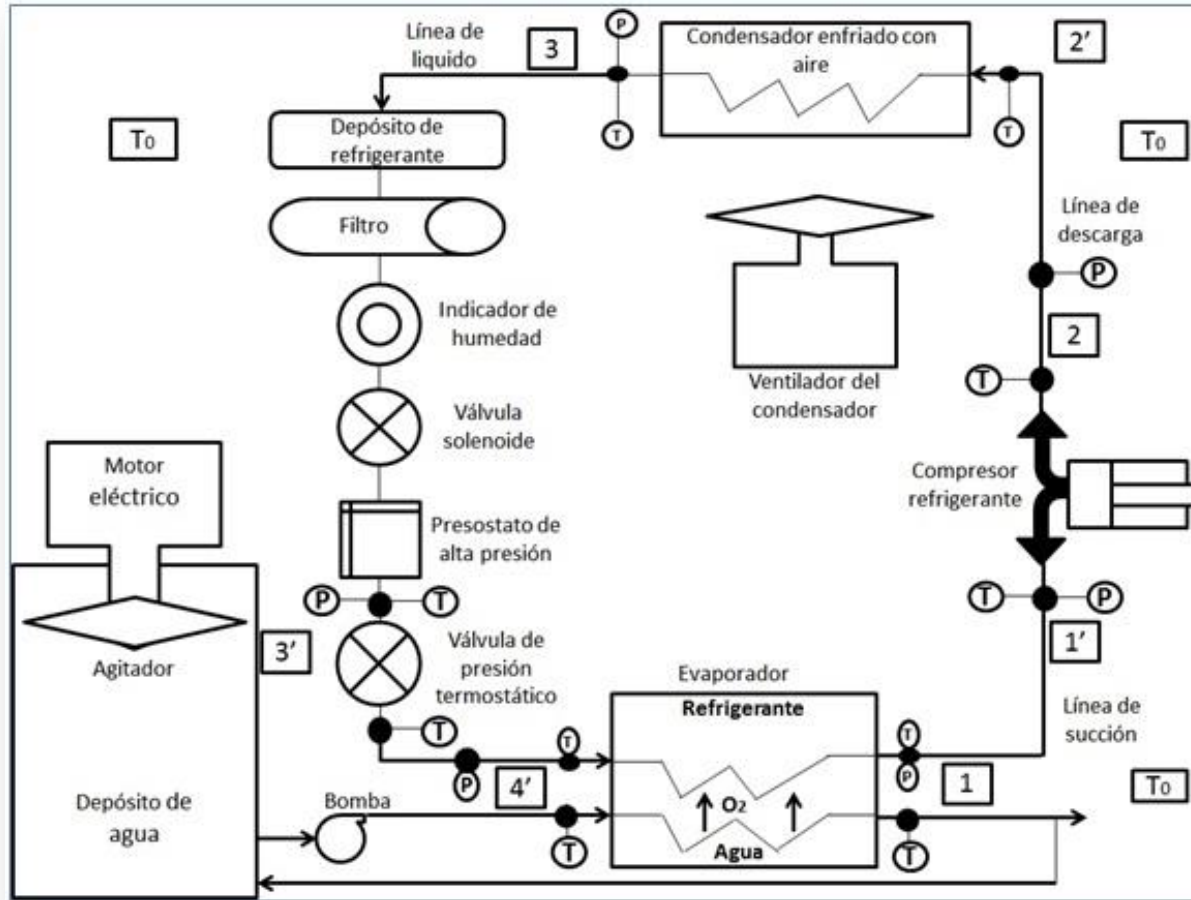
ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



	P (MPa)	h (kJ/kg·K)	T °C	S (kJ/kg·K)
Entrada al compresor	0.285	415.161	18.49	1.793
Salida del compresor	1.223	440.352	62.71	1.763
Entrada al condensador	1.223	436.706	59.43	1.753
Salida del condensador	1.123	417.636	35.69	1.713
Entrada a la VE	1.060	244.681	32.09	1.153
Salida de la VE	0.331	244.681	2.63	1.162
Entrada al evaporador	0.331	246.231	3.93	1.167
Salida del evaporador	0.328	402.852	3.93	1.725

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



$$Q_o = m C_p \nabla T \rightarrow \rightarrow \rightarrow (1) \uparrow$$

$$Q_{cond} = h_{scd} - h_{ecd} \rightarrow \rightarrow (6) \uparrow$$

$$q_o = h_{se} - h_{ee} \rightarrow \rightarrow (2) \uparrow$$

$$COP_{CARNOT} = \frac{T_R}{T_O - T_R} \rightarrow \rightarrow (7) \uparrow$$

$$m_r = \frac{Q_o}{q_o} \rightarrow \rightarrow (3) \uparrow$$

$$COP_{REAL} = \frac{q_o}{w_c} \rightarrow \rightarrow (8) \uparrow$$

$$w_c = h_{sc} - h_{ec} \rightarrow \rightarrow (4) \uparrow$$

$$P_c = m_r w_c \rightarrow \rightarrow (5) \uparrow$$

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

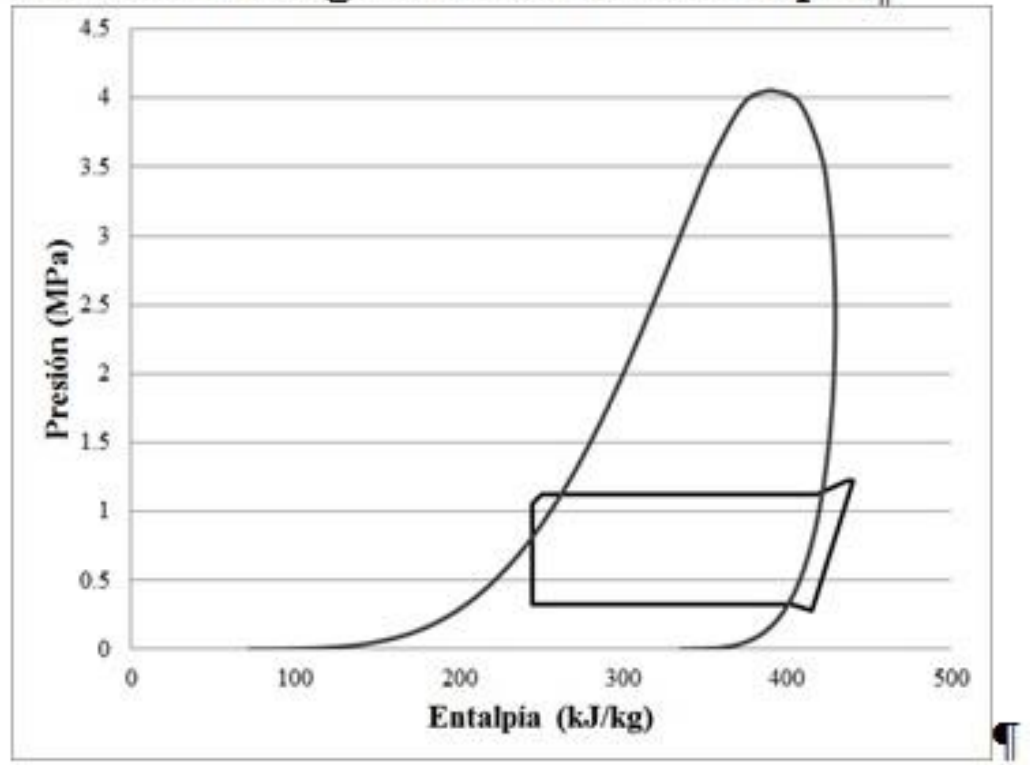


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Gráfico · 1 · Diagrama · Presión-Entalpía



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

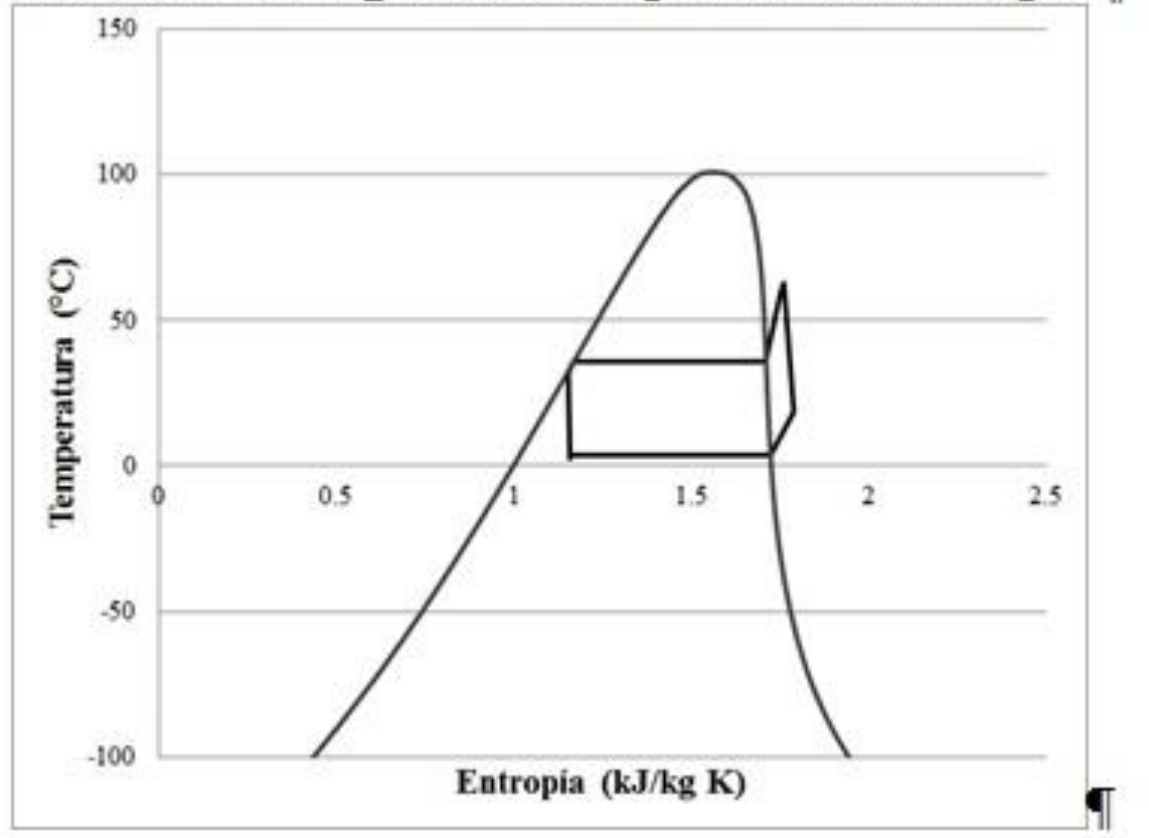


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Gráfico 2 Diagrama Temperatura-Entropía



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

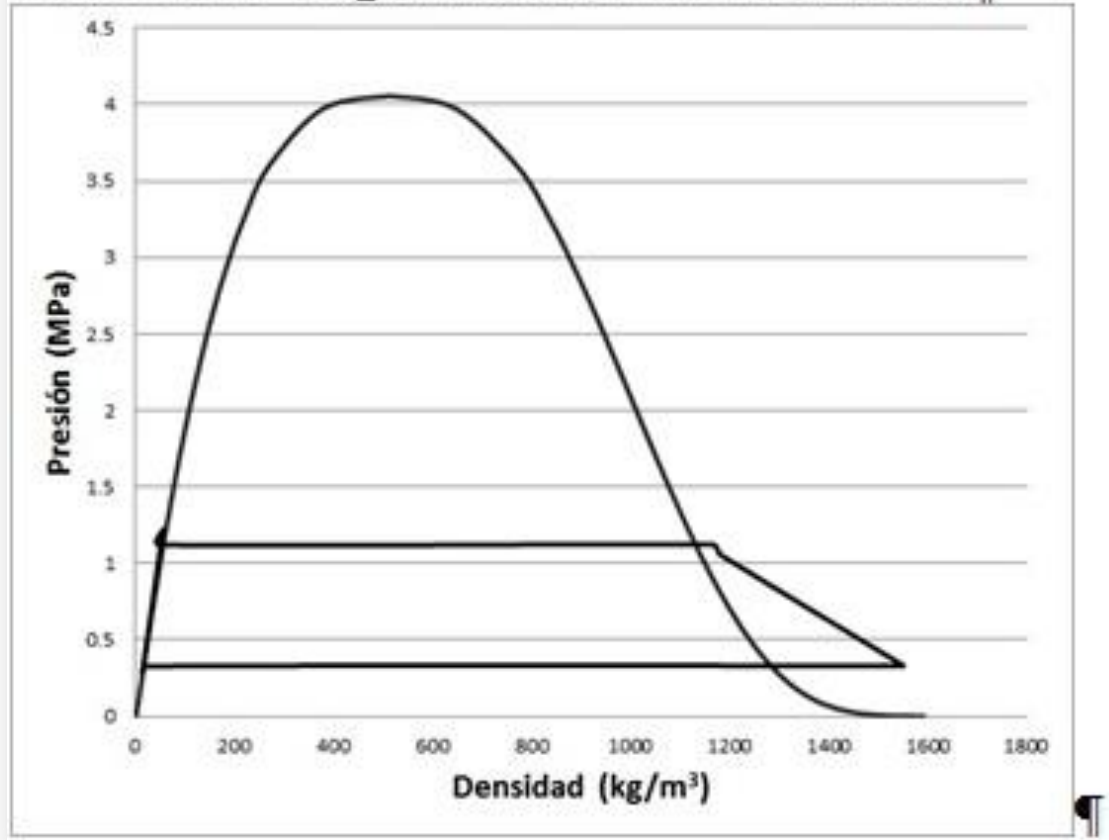


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Gráfico 3 Diagrama Presión-Densidad



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Tabla 2 · Propiedades de exergía del ciclo real.

	P..... (MPa)	h..... (kJ/kg·K)	Exergía· (kJ/kg)	Densidad· (kg/m ³)
Entrada al compresor	0.285	415.16	-19.837	12.972
Salida del compresor	1.223	440.35	14.081	54.867
Entrada al condensador	1.223	436.70	13.680	55.951
Salida del condensador	1.123	417.63	5.658	46.463
Entrada a la válvula de expansión	1.060	244.68	0.189	1178.945
Salida de la válvula de expansión	0.331	244.68	-2.473	1550.660
Entrada al evaporador	0.331	246.23	-2.370	1545.323
Salida del evaporador	0.328	402.85	-12.002	18.474

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

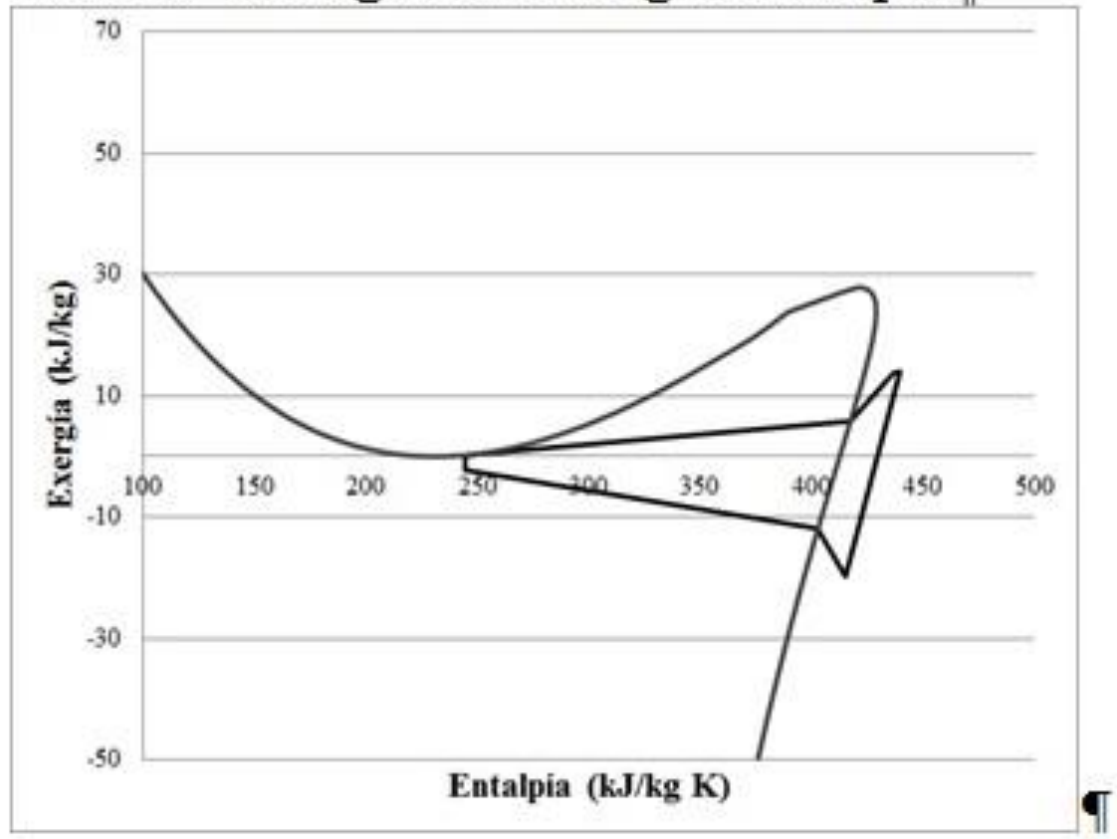


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Grafico 4 Diagrama Exergía-Entalpía



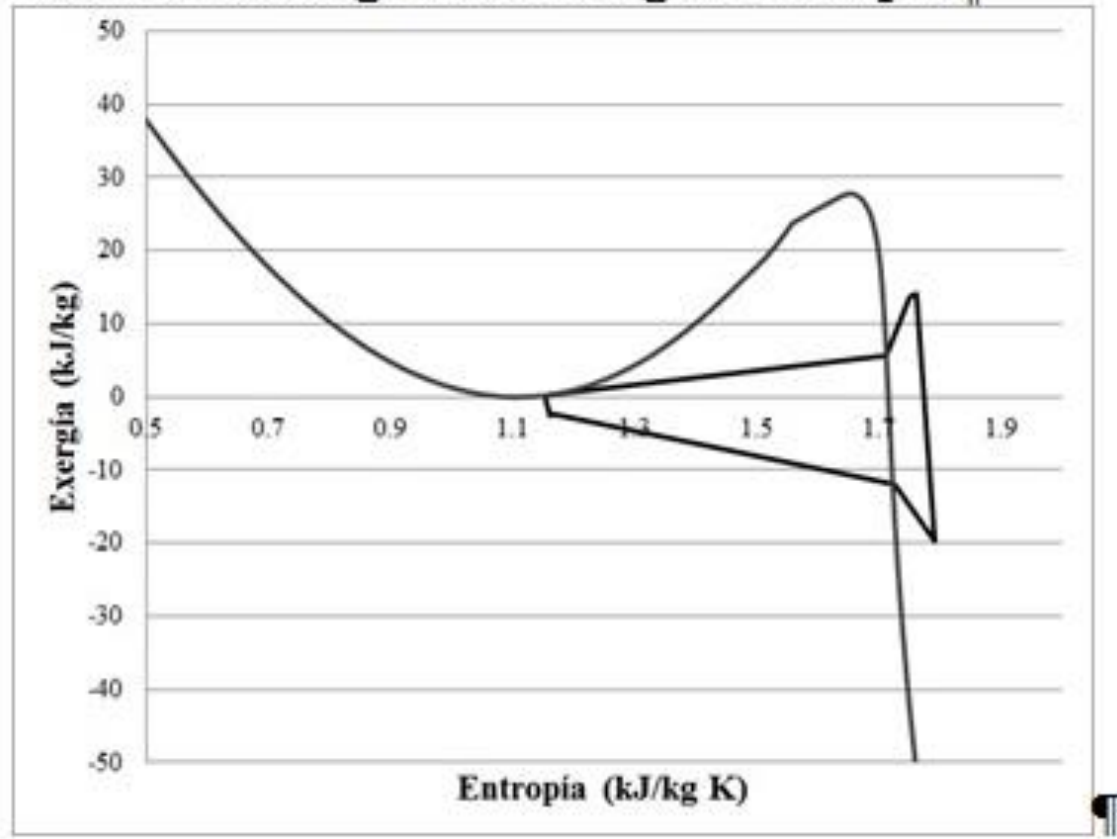
San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

Gráfico 5 Diagrama Exergía-Entropía



San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.

Tabla 3 · Propiedades termodinámicas del evaporador. ¶

Tiempo en el Evaporador (minutos)	COP _{real}	Irreversibilidad (kW)	Efecto Refrigerante (kJ/kg)	Densidad a la entrada (kg/m ³)	Densidad a la Salida (kg/m ³)	Flujo Refrigerante (kg/s)	Potencia Suministrada (kW)	Flujo de agua (L/s)
45	1.862	0.0089	154.266	1557.549	18.860	0.0298	2.471	0.5
100	1.996	0.0100	155.607	1573.698	16.583	0.0298	2.305	0.5
110	1.893	0.0099	156.118	1578.514	16.303	0.0298	2.430	0.5
95	2.037	0.0037	156.630	1545.264	18.455	0.0294	2.259	1
15	1.686	0.0092	158.299	1557.995	20.527	0.0294	2.728	1
35	1.742	0.0100	156.475	1562.924	19.077	0.0294	2.641	1
45	1.684	0.0093	159.067	1573.791	18.561	0.0289	2.732	1
55	1.637	0.0096	159.250	1576.306	18.060	0.0289	2.810	1
80	1.730	0.0107	160.147	1585.250	16.687	0.0287	2.659	1
15	1.761	0.0097	153.853	1553.798	20.255	0.0299	2.612	1.1
20	1.670	0.0101	153.782	1560.167	19.774	0.0299	2.754	1.1
40	1.782	0.0107	153.785	1560.053	18.548	0.0299	2.582	1.1
45	1.756	0.0110	153.369	1557.735	18.283	0.0300	2.620	1.1
50	1.825	0.0100	154.796	1562.597	18.192	0.0297	2.520	1.1
65	1.801	0.0071	154.266	1557.549	18.860	0.0298	2.554	1.1
80	1.894	0.0094	154.650	1574.247	17.283	0.0297	2.429	1.1
85	1.862	0.0090	154.324	1575.176	17.190	0.0293	2.366	1.1
90	1.944	0.0094	157.233	1569.011	16.909	0.0293	2.366	1.1
120	2.058	0.0092	155.658	1581.575	15.936	0.0296	2.235	1.1
5	1.868	0.0059	155.646	1517.248	22.500	0.0296	2.462	1.1
30	1.809	0.0067	154.344	1544.519	20.248	0.0298	2.542	1.1
45	1.817	0.0071	154.608	1549.980	19.483	0.0298	2.532	1.1
70	1.926	0.0077	154.652	1564.299	18.126	0.0297	2.389	1.1
120	1.992	0.0096	155.418	1579.874	15.887	0.0296	2.309	1.1

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



Tabla-4 Propiedades termodinámicas del Compresor.¶

Tiempo en el Compresor (minutos)	COP _{Real}	Irreversibilidad (kW)	Densidad a la entrada (kg/m ³)	Densidad a la Salida (kg/m ³)	Flujo Refrigerante (kg/s)	Potencia Suministrada (kW)	Flujo de agua (L/s)
45	1.862	0.117	14.491	61.983	0.0298	2.471	0.5
100	1.996	0.111	13.054	60.102	0.0298	2.305	0.5
110	1.893	0.120	12.790	62.800	0.0298	2.430	0.5
95	2.037	0.094	12.972	54.855	0.0294	2.259	1
15	1.686	0.143	17.349	73.393	0.0294	2.728	1
35	1.742	0.132	15.320	70.684	0.0294	2.641	1
45	1.684	0.144	16.245	74.757	0.0289	2.732	1
55	1.637	0.149	15.774	70.640	0.0289	2.810	1
80	1.730	0.140	14.845	65.757	0.0287	2.659	1
15	1.761	0.142	16.261	76.974	0.0299	2.612	1.1
20	1.670	0.154	16.222	76.424	0.0299	2.754	1.1
40	1.782	0.137	15.309	71.780	0.0299	2.582	1.1
45	1.756	0.141	15.120	66.470	0.0300	2.620	1.1
50	1.825	0.132	14.774	66.393	0.0297	2.520	1.1
65	1.801	0.135	14.491	61.983	0.0298	2.554	1.1
80	1.894	0.123	14.282	65.683	0.0297	2.429	1.1
85	1.862	0.124	13.799	67.311	0.0293	2.366	1.1
90	1.944	0.123	13.501	47.930	0.0293	2.366	1.1
120	2.058	0.101	12.560	64.240	0.0296	2.235	1.1
5	1.868	0.125	16.335	70.725	0.0296	2.462	1.1
30	1.809	0.125	15.295	62.474	0.0298	2.542	1.1
45	1.817	0.124	15.029	69.023	0.0298	2.532	1.1
70	1.926	0.112	13.978	65.828	0.0297	2.389	1.1
120	1.992	0.106	12.653	64.504	0.0296	2.309	1.1

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017



Tabla 5-Propiedades termodinámicas del Condensador.¶

Tiempo en el Condensador (minutos)	COPreal	Irreversibilidad (kW)	Densidad a la entrada (kg/m ³)	Densidad a la Salida (kg/m ³)	Flujo Refrigerante (kg/s)	Potencia Suministrada (kW)	Flujo de agua (L/s)
45	1.862	0.037	63.591	1154.9	0.0298	2.471	0.5
100	1.996	0.035	61.069	1163.2	0.0298	2.305	0.5
110	1.893	0.036	64.818	1163.2	0.0298	2.430	0.5
95	2.037	0.032	55.951	1163.2	0.0294	2.259	1
15	1.686	0.041	75.295	1146.5	0.0294	2.728	1
35	1.742	0.041	72.211	1146.5	0.0294	2.641	1
45	1.684	0.041	76.653	1154.9	0.0289	2.732	1
55	1.637	0.040	72.117	1154.9	0.0289	2.810	1
80	1.730	0.037	67.568	1154.9	0.0287	2.659	1
15	1.761	0.042	79.052	1146.5	0.0299	2.612	1.1
20	1.670	0.043	78.365	1146.5	0.0299	2.754	1.1
40	1.782	0.041	73.676	1154.9	0.0299	2.582	1.1
45	1.756	0.039	68.575	1154.9	0.0300	2.620	1.1
50	1.825	0.039	67.955	1154.9	0.0297	2.520	1.1
65	1.801	0.037	63.591	1154.9	0.0298	2.554	1.1
80	1.894	0.038	66.971	1154.9	0.0297	2.429	1.1
85	1.862	0.039	69.101	1154.9	0.0293	2.366	1.1
90	1.944	0.031	48.784	1163.2	0.0293	2.366	1.1
120	2.058	0.037	65.905	1163.2	0.0296	2.235	1.1
5	1.868	0.038	72.365	1137.9	0.0296	2.462	1.1
30	1.809	0.039	67.974	1146.5	0.0298	2.542	1.1
45	1.817	0.039	70.462	1146.5	0.0298	2.532	1.1
70	1.926	0.039	67.187	1154.9	0.0297	2.389	1.1
120	1.992	0.037	65.863	1163.2	0.0296	2.309	1.1

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017

Tabla 6 Propiedades termodinámicas de la Válvula de Expansión.¶

Tiempo en la Válvula de Expansión (minutos)	COPreal	Irreversibilidad (kW)	Densidad a la entrada (kg/m ³)	Densidad a la Salida (kg/m ³)	Flujo Refrigerante (kg/s)	Potencia Suministrada (kW)	Flujo de agua (L/s)
45	1.862	0.0106	1172.060	1563.757	0.0298	2.471	0.5
100	1.996	0.0114	1180.880	1578.892	0.0298	2.305	0.5
110	1.893	0.0118	1183.329	1584.174	0.0298	2.430	0.5
95	2.037	0.0089	1178.940	1550.603	0.0294	2.259	1
15	1.686	0.0039	1171.138	1553.943	0.0294	2.728	1
35	1.742	0.0087	1175.020	1565.822	0.0294	2.641	1
45	1.684	0.0038	1177.180	1568.702	0.0289	2.732	1
55	1.637	0.0041	1179.340	1571.693	0.0289	2.810	1
80	1.730	0.0036	1184.475	1579.684	0.0287	2.659	1
15	1.761	0.0107	1166.359	1558.525	0.0299	2.612	1.1
20	1.670	0.0104	1166.724	1564.177	0.0299	2.754	1.1
40	1.782	0.0128	1172.460	1567.510	0.0299	2.582	1.1
45	1.756	0.0142	1173.540	1567.195	0.0300	2.620	1.1
50	1.825	0.0113	1174.580	1568.031	0.0297	2.520	1.1
65	1.801	0.0118	1172.060	1563.757	0.0298	2.554	1.1
80	1.894	0.0127	1177.620	1581.114	0.0297	2.429	1.1
85	1.862	0.0126	1178.540	1584.099	0.0293	2.366	1.1
90	1.944	0.0103	1183.527	1573.028	0.0293	2.366	1.1
120	2.058	0.0126	1186.173	1587.720	0.0296	2.235	1.1
5	1.868	0.0068	1164.213	1519.186	0.0296	2.462	1.1
30	1.809	0.0095	1167.822	1549.483	0.0298	2.542	1.1
45	1.817	0.0098	1170.531	1555.015	0.0298	2.532	1.1
70	1.926	0.0100	1173.420	1568.533	0.0297	2.389	1.1
120	1.992	0.0117	1182.579	1585.497	0.0296	2.309	1.1

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



Conclusiones



De los resultados experimentales obtenidos y de la aplicación de la metodología desarrollada para evaluar al ciclo real de refrigeración se llega a los siguientes puntos. La presión de condensación tiende a mantenerse constante, a causa de que la temperatura ambiente no varió de manera sensible durante la experimentación. Las pérdidas de energía totales del sistema de refrigeración se situaron en los rangos del 85 y 97% de la energía suministrada al compresor a través del motor eléctrico durante las dos horas de la experimentación, lo anterior indica que la refrigeración, al menos en el sistema experimental analizado, se realiza con un 10% de la energía suministrada.

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Conclusiones



Se encontró un punto de operación óptimo durante los análisis a los tres diferentes flujos pero a la misma carga térmica, este se evalúa a través del COP real y los Tabla 6 Propiedades termodinámicas de la Válvula de Expansión. Comportamientos termodinámicos de cada componente Al evaluar las pérdidas de energía por cada componente se tiene información valiosa porque indica en cuales componentes se debe poner mayor atención para disminuir las pérdidas, que en este caso es el compresor con un 48%, mientras que el condensador es de 27%, el evaporador es de 9% y la válvula de expansión es de 4%

San Juan del Río, Qro. 27 al 29 de septiembre del 2017.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)