

ANÁLISE DE CICLOS FRIGORÍFICOS

Índice:

1. Análise de Ciclos frigoríficos para conxelación.....	3
1.1. Consideracións sobre os datos do estudo.....	5
1.2. Ciclos frigorífico con R-507	6
1.3. Ciclo frigorífico con R290.....	12
2. Resultados e conclusións da comparativa de ciclos.....	18
2.1. Resultados das simulacións.....	18
2.2. Comparativa de consumo e emisións.....	18
2.3. Conclusións.....	20
3. Exercicios relacionados con esta unidade de traballo	20
4. Módulos vencellados con esta unidade de traballo	21

1. Análise de Ciclos frigoríficos para conxelación.

Os equipos frigoríficos permiten extraer calor da cámara frigorífica a través só dun ciclo termodinámico, e consumindo e electricidade, conseguindo as baixas temperaturas no recinto que queremos enfriar.

Partimos dunha instalación frigorífica de 1,75 kw, onde se vai traballar cun intercambiador de placas que substitúe ao evaporador, deste xeito podemos usar un segundo fluído frigorífico dentro da cámara frigorífica marca "Isark" cunhas dimensións de 2,00 x 2,50 x 2,50 m e cun espesor de 120cm.

Como podemos ver nos capítulos anteriores, os refrixerantes de alta seguridade teñen un uso moi limitado dentro da cámara frigorífica, polo tanto, se vai usar un segundo fluído (TEMPER -40) que vai ser o que absorba o calor da cámara frigorífica e o envíe ao intercambiador de placas para a súa vez sexa enviado ao condensador ao aire exterior, pero esta vez con R290.

No noso caso analizaremos o comportamento da instalación frigorífica co refrixerante R290 para o enfriamento da cámara frigorífica co fluído secundario TEMPER -40. Para elo se vai usar:

- Un compresor marca MANEUROP LTZ222JEAAVE cun volume desprazado de 6,63 m³/h e un consumo máximo de 6,3 A, dispón dunha resistencia de cárter de 35 w que mantén quente o aceite cando a instalación está parada.
- Un evaporador marca FRIGA-BOHN LUC-210-E cunha potencia de intercambio de 1750 w a unha temperatura de -25°C e cun $\Delta t = 7^\circ\text{C}$.
- Un condensador frigorífico.
- Un controlador marca DIXELL XE12D para unha válvula de expansión electrónica marca CASTEL 2028/3S PWM usando o orificio nº04 para unha potencia de 3 kw.
- Un intercambiador de placas marca ALFA LAVAL CB30-20H cunha potencia de intercambio de 7,5 kw cun $\Delta t = 8^\circ\text{C}$ e cun $\Delta P = 0,85$ mca.
- Unha bomba circuladora marca EVO 55-180 TF110S1 de 3 velocidades e una caudal máximo de 3 m³/h.

Os axustes da instalación frigorífica para o R-290, son os seguintes:

	Axuste Presostato de Baixa (PSL)	Axuste Presostato de Alta (PZH)	Axuste Presostato de Control de Condensación (PSH)
Presión de Trabajo	(-25°C) 1 bar	(40°C) 12,7 bar	(40°C) 12,7 bar
Presión de Corte	0,0 bar	16,7 bar	(35°C) 11,2 bar
Presión de Arranque	2 bar	12,7 bar (Manual)	(40°C) 12,7 bar
GAMA	2 bar	16,7 bar	12,7 bar
DIFERENCIAL	2 bar	4 bar (Manual)	1,5 bar

1.1. Consideracións sobre os datos do estudo

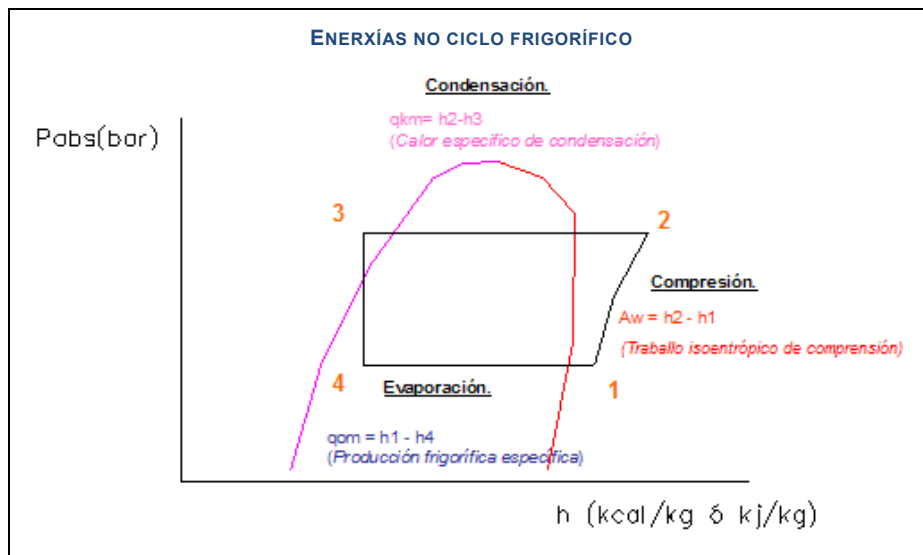
Como se comentou no apartado anterior o estudo deste documento é facer a comparativa da cámara co refrigerante R-290 (Propano) cara ao R-507A. Polo tanto, imos facer os cálculos frigoríficos co R-290 e veremos cales son os consumos, potencias e rendementos, para así podelo comparar co R-507A.

As condicións nominais da máquina para o refrigerante R-290, son as que están marcadas no esquema frigorífico e máis na táboa de presións de presostatos, sendo a temperatura de condensación 40°C (12,7 bar), a temperatura de evaporación son -25°C (1,57 bar), imos regular un grado de requecemento de 3°C (xa que traballamos cunha válvula de expansión electrónica), e tamén imos regular un grado de subenfriamento de 5°C (que creemos que é o adecuado), polo tipo de tubaxes, lonxitudes, diámetros temos calculado unhas perdas de presión dun 3% na aspiración do compresor e dun 3% na descarga do compresor. As temperaturas do taller (onde está ubicada a unidade exterior) varían ao longo das probas desde os 21,2°C ata os 26°C.

Estas condicións nominais, se ben son válidas para usos industriais porque reflexan unhas condicións medias dunhas temperaturas exteriores onde as Unidades Condensadoras están ben protexidas da radiación solar nunha zona como Galicia. Máis adiante e noutro proxecto se podería facer o estudo para condicións máis adversas e incluso tropicais.

A metodoloxía que empregaremos será a de apoiarnos nun programa informático, usaremos o programa informático COOLPACK versión 1.49 (Department of Mechanical Engineering Technical University of Denmark), para deste xeito afinar os datos e os valores de COP das distintas simulacións para ás 3 situacións simuladas de traballo e con 3 refrigerantes distintos:

O primeiro paso será introducir os datos de partida no programa informático e deste xeito poder trazar en cada un destes nove casos o comportamento do refrigerante dentro da máquina. Este comportamento seguirá un ciclo, que representado nun diagrama Presión-entalpía (p-h) terá un aspecto coma o que se amosa na imaxe.



Coas entalpías dos puntos característicos da máquina, que o programa informático nos da con gran precisión e nos representa por medio dunha táboa que chama “state points”, podemos calcular as enerxías en xogo no ciclo frigorífico.

Potencia calorífica neta (Heating capacity, q_{km}): É a potencia calórica que se obtén no condensador.

Potencia compresión (A_w): É a potencia, traballo por unidade de tempo, da que se alimenta o compresor.

Rendemento indicado (Compressor performance, η_i): Representa o incremento no traballo de compresión debido aos rendementos do compresor. Nel inflúen tanto o rendemento volumétrico(η_v) como o rendemento eléctrico(η_e) e o rendemento mecánico(η_m).

$$\eta_i = \eta_v * \eta_m * \eta_e$$

$$A_w(\text{real}) = \frac{A_w(\text{teórico})}{\eta_i}$$

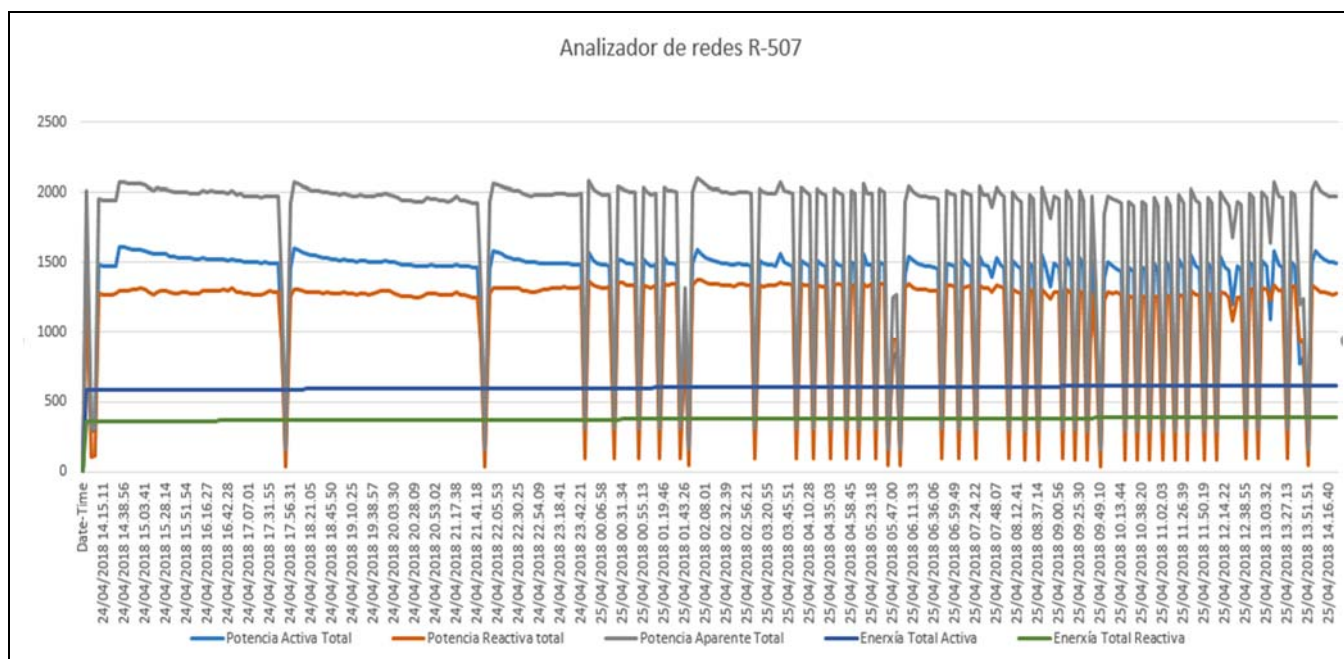
Os compresores que usan estas máquinas son compresores tipo alternativos; ao non dispoñer de datos dos fabricantes, en canto ao rendemento indicado destes, usaremos un valor teórico igual para todos os casos.

Rendemento do ciclo frigorífico (COP):a continuación acharemos en rendemento do ciclo frigorífico (COP) como:

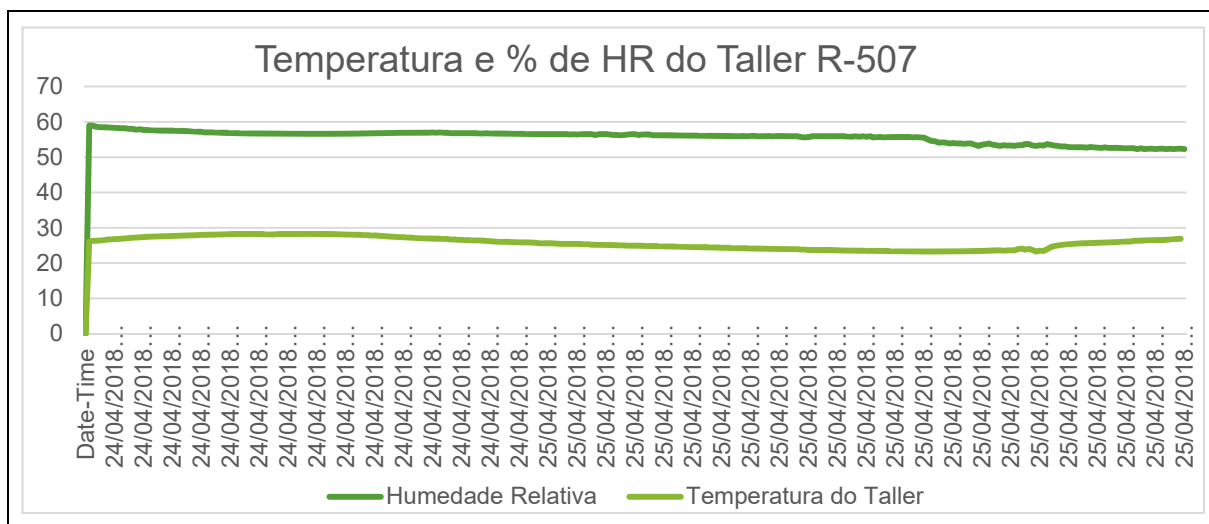
$$\text{COP} = \frac{q_{km}}{A_{w \text{ real}}}$$

1.2. Ciclos frigorífico con R-507

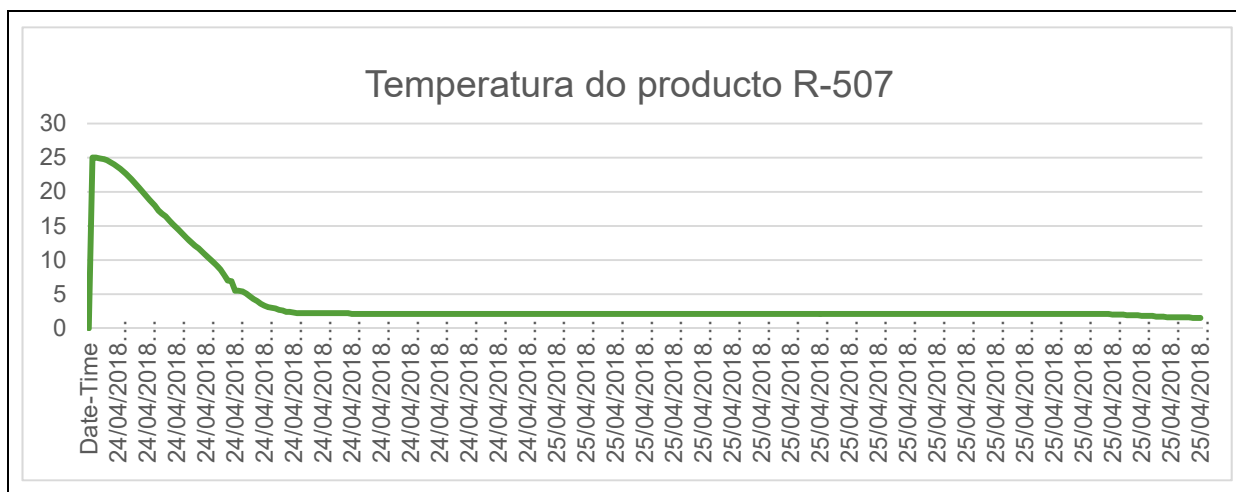
Primeiramente, se fai unha proba da instalación frigorífica para enfriar a Cámara frigorífica con R-507, co sistema de adquisición de datos DIXELL XWEB 500 se recollen os seguintes datos a o longo dun tempo determinado:



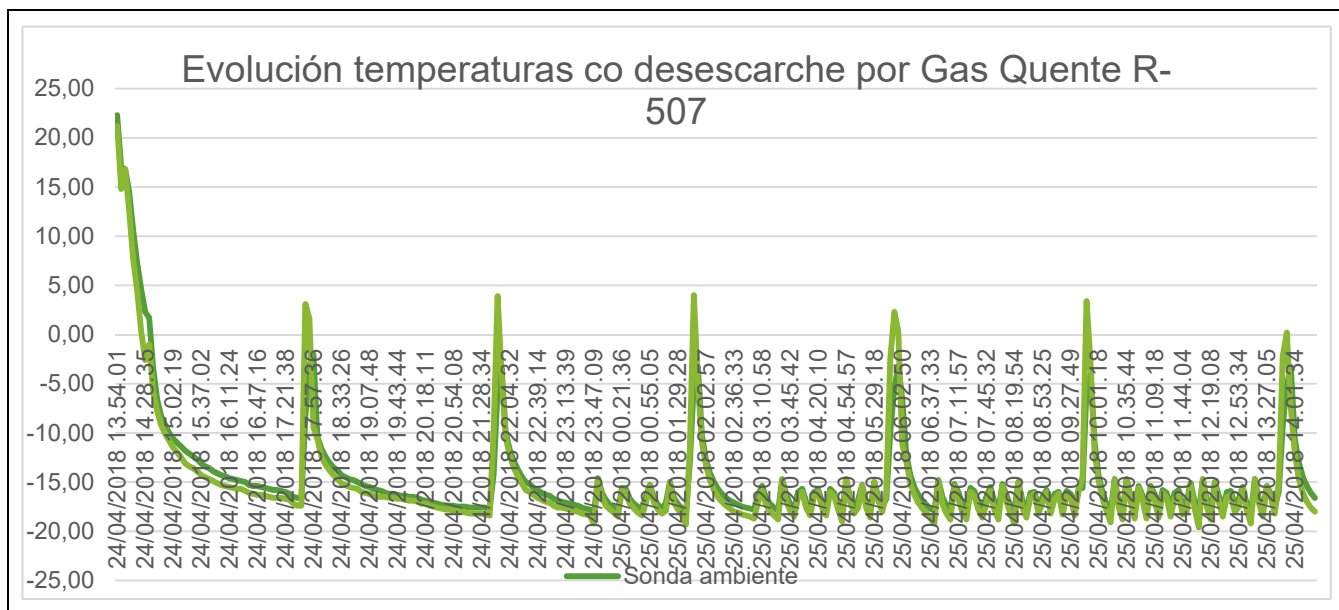
Como podemos ver nesta gráfica, están recollidos os datos a través do analizador de redes, obtendo a Potencia Activa Total, Reactiva Total, e Aparente Total, ademais da Enerxía Total Activa e Reactiva.



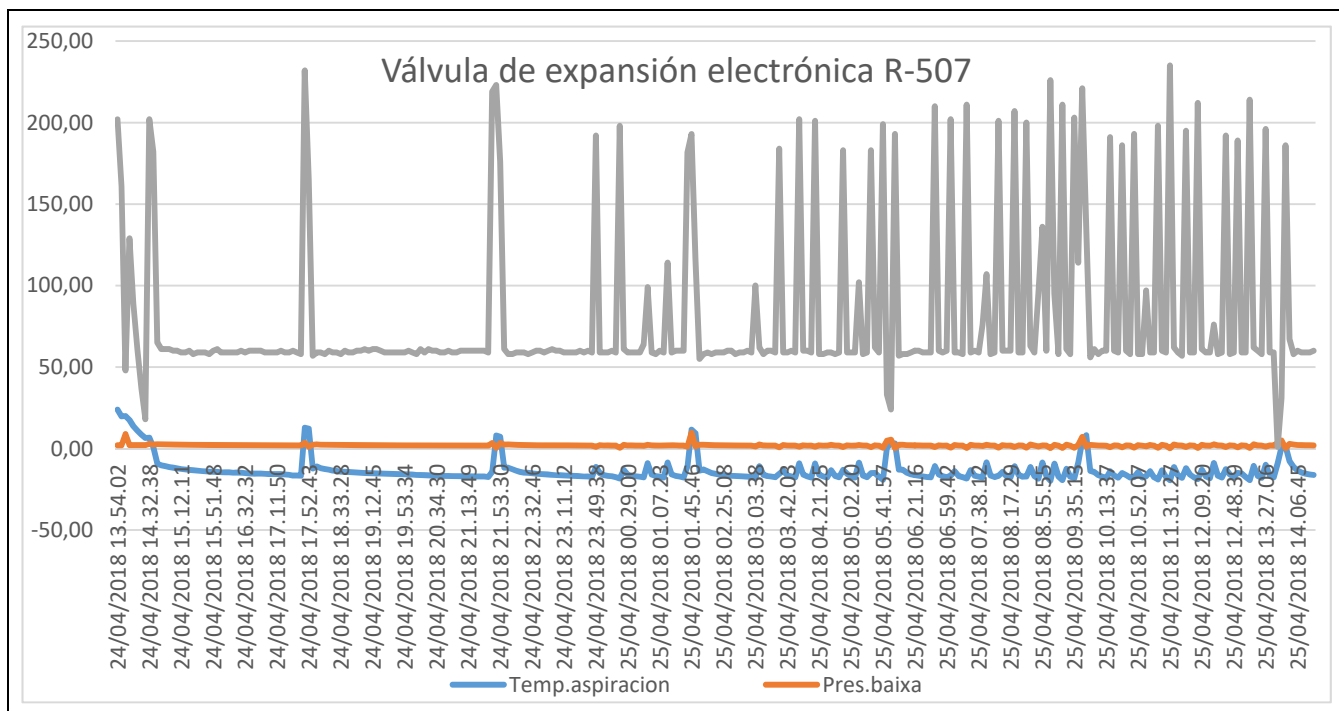
Como podemos ver nesta gráfica, a temperatura do taller vai variando ao longo do día, e como está enfriando, a Humidade Relativa pouco a pouco vai baixando.



Nesta gráfica vemos claramente como a temperatura do produto vai baixando rapidamente, e logo se mantém gracias ao termostato que fai manter a temperatura.



Como podemos ver claramente na gráfica, os desescarches están programados cada 4 hora, e se ve como sube rapidamente a temperatura e volve a baixar rapidamente.

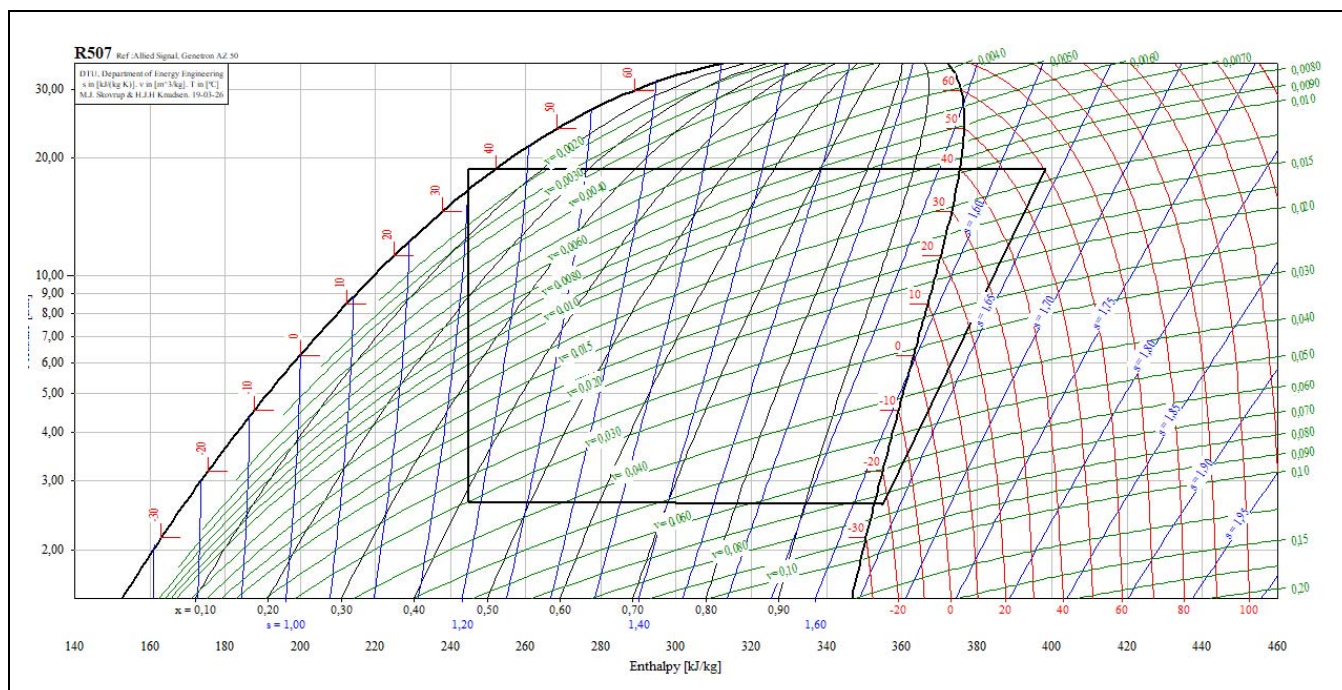


Nesta gráfica vemos claramente como traballa a válvula de expansión e como lle afecta a temperatura de aspiración e presión de baixa.

O ciclo frigorífico no diagrama de Molliere con R-507A, tendo en conta os seguintes datos:

Temperatura de evaporación	-25°C	Temperatura de condensación	40°C
Grado de Requentamento	3°C	Grado de Subenfriamento	5°C
ΔP do evaporador	0,03 bar	ΔP do condensador	0,03 bar
ΔP na liña de aspiración do compresor	0,02 bar	ΔP na liña de líquido	0,02 bar
ΔP na liña de descarga do compresor	0,01 bar		
Eficiencia Isentrópica	0,95		

Despois de ter en conta todos estes datos de dimensionamento do circuito frigorífico, introducimos os datos do programa CoolPack e buscamos o diagrama de Molliere de R-507A, seleccionamos o circuito frigorífico simple e cargamos todos os datos da táboa para obter o circuito frigorífico co diagrama P-H, ao darlle a calcular obtemos o seguinte resultado:



Cycle info [One stage]. Refrigerant: R507

Select cycle number:

Values:

Evaporating temperature [°C]:	-25,00	Condensing temperature [°C]:	40,00
Superheat [K]:	3,00	Subcooling [K]:	5,00
Dp evaporator [bar]:	0,03	Dp condenser [bar]:	0,03
Dp suction line [bar]:	0,02	Dp liquid line [bar]:	0,02
Dp discharge line [bar]:	0,01		
Isentropic efficiency [0-1]:	0,95		

Calculated:

Qe [kJ/kg]:	110,164
Qc [kJ/kg]:	153,589
COP:	2,54
W [kJ/kg]:	43,425
Pressure ratio [-]:	7,235

Dimensioning:

Qe [kW]:	1,750
Qc [kW]:	2,440
m [kg/s]:	0,01588546
V [m³/h]:	4,2772
W [kW]:	0,690
Q loss [kW]:	0,000

Volumetric efficiency

n_{vol}: 0,64513

Displacement [m³/h]: 6,6300

Cos datos de partida o ciclo queda como sigue:

STATE POINTS					
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m ³]	
1	-21,0	258,0	203,9	13,2	Pressure ratio (p_2 / p_1) : 7,350
2	64,7	1896,0	260,4	85,8	
3	64,7	1873,5	260,7	84,4	$T_{2,IS}$: 40,5 [°C] $T_{2,IS}$ is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
4	35,0	1873,5	101,9	994,3	
5	35,0	1873,5	101,9	994,3	$T_{2,W}$: 25,5 [°C] $T_{2,W}$ is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
6	-25,0	263,0	101,9	-----	
7	-22,0	263,0	202,9	13,6	
8	-21,0	258,0	203,9	13,2	

Pechamos o ciclo frigorífico no programa informático obtendo os seguintes valores:

Co que os datos rendemento neste caso quédanos: COP=1,609

CYCLE SPECIFICATION					
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER	REFRIGERANT
T_E [°C] :	-25,0	ΔT_{SH} [K] :	3	No SGHX	R507A
T_C [°C] :	40,0	ΔT_{SC} [K] :	5		
		Δp_{SL} [K] :	0,5	0,30	
		Δp_{DL} [K] :	0,5		
CYCLE CAPACITY					
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW]	1,75	$\dot{Q}_E$: 1,75 [kW]	$\dot{Q}_C$: 2,752 [kW]	$\dot{m}$: 0,01733 [kg/s]	$\dot{V}_S$: 4,72 [m ³ /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE					
Isentropic efficiency η_{IS} [-]	0,6451	η_{IS} : 0,645 [-]	$\dot{W}$: 1,087 [kW]		
COMPRESSOR HEAT LOSS					
Heat loss factor f_Q [%]	10	f_Q : 10,0 [%]	T_2 : 64,7 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$: 0,1087 [kW]	
SUCTION LINE					
Unuseful superheat $\Delta T_{SH,SL}$ [K]	1,0	$\dot{Q}_{SL}$: 17 [W]	T_8 : -21,0 [°C]	$\Delta T_{SH,SL}$: 1,0 [K]	
				COP : 1,609	COP* : 1,625

E con todos os datos obtidos xa se pode trazar o ciclo frigorífico no diagrama de Molliere

AUXILIARY**VOLUMETRIC EFFICIENCY**

Volumetric efficiency η_{VOL} [-] $\eta_{VOL} : 0,800$ [-] $\dot{V}_S : 4,72$ [m³/h] $\dot{V}_D : 5,903$ [m³/h]

$\dot{V}_S$ can be chosen as input in the cycle specification window.

UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SUPERHEAT FOR HEATING OF WATER

Temperature increase ΔT_{WATER} [K] $\Delta T_{WATER} : 20$ [K] $\dot{V}_{WATER} : 0,02314$ [m³/h] $\dot{Q}_{DSH} : 0,5326$ [kW]

$T_{DL,OUT} : 64,7$ [°C] $T_C : 40,0$ [°C]

Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature $T_{DL,OUT}$.

$\dot{Q}_C$ in the main diagram window includes both the heat load for both desuperheating and condensing of the refrigerant.

ENERGY CONSUMPTION

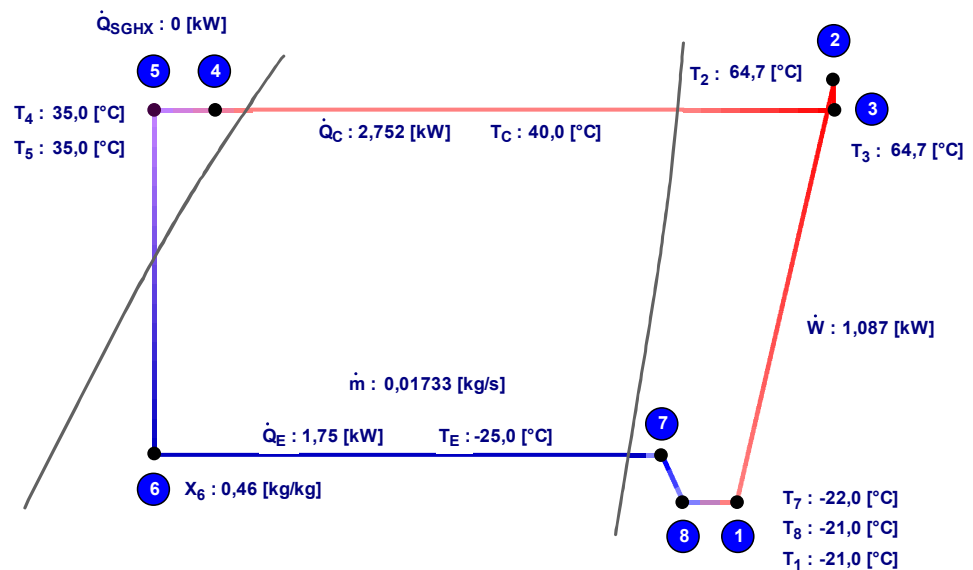
Hours of operation [h] : Energy consumption : 9526 [kWh]

PIPE DIMENSIONS

PIPE SECTION	VELOCITY [m/s]	PIPE DIAMETER (Internal) [mm]	Condition corresponds to
Suction line	10,0	12,9	State Point #1
Discharge line	12,0	4,6	State Point #2
Liquid line	0,6	6,1	State Point #5

CoolPack**CYCLE ANALYSIS : ONE-STAGE CYCLE**

> DX EVAPORATOR

LOG(p),h-DIAGRAM

© 1999 - 2001
 Department of
 Mechanical Engineering
 Technical University
 of Denmark
 Version 1.48
 TOOL C.1

REFRIGERANT : R507A

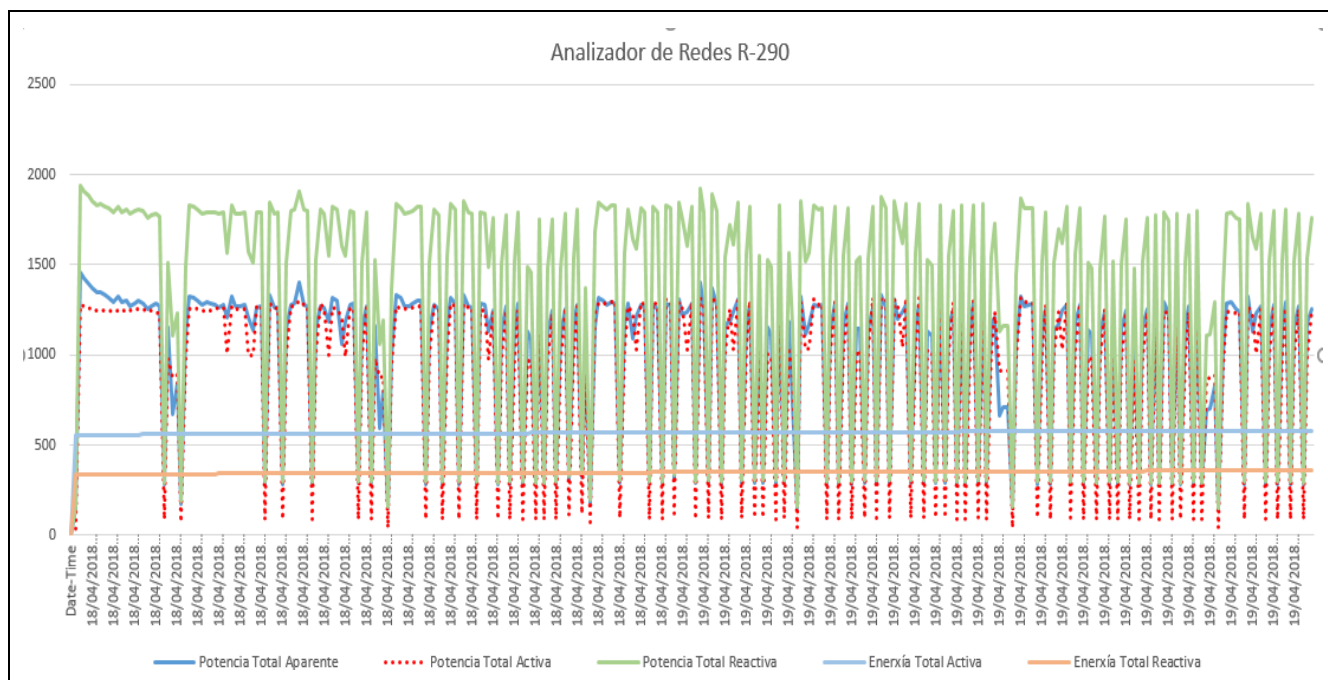
COP : 1,609

COP* : 1,625

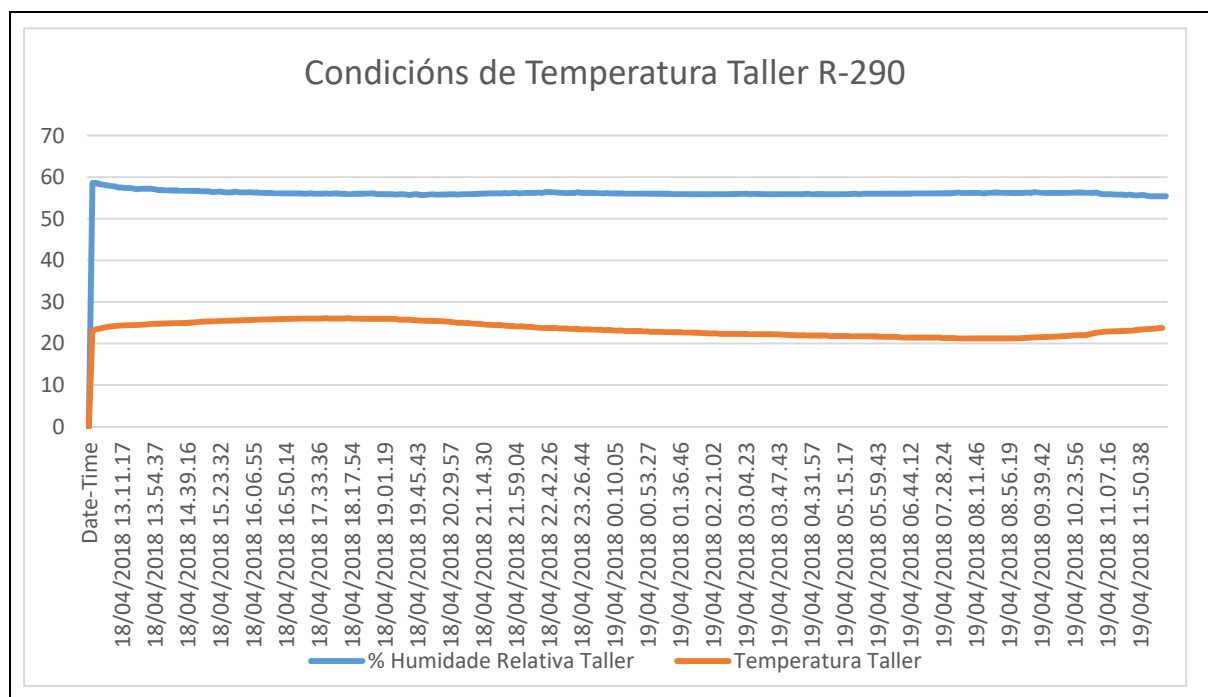
 $\eta_{CARNOT} : 0,426$

1.3. Ciclo frigorífico con R290.

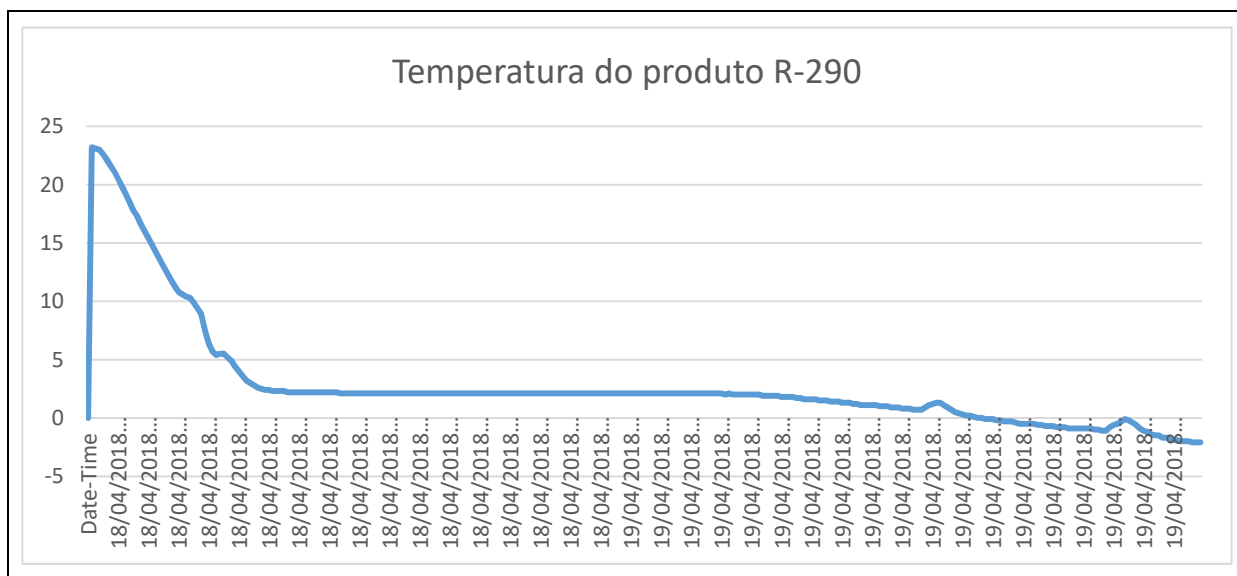
Primeiramente, se fai unha proba da instalación frigorífica para enfriar a Cámara frigorífica con R-290, co sistema de adquisición de datos DIXELL XWEB 500 se recollen os seguintes datos a o longo dun tempo determinado:



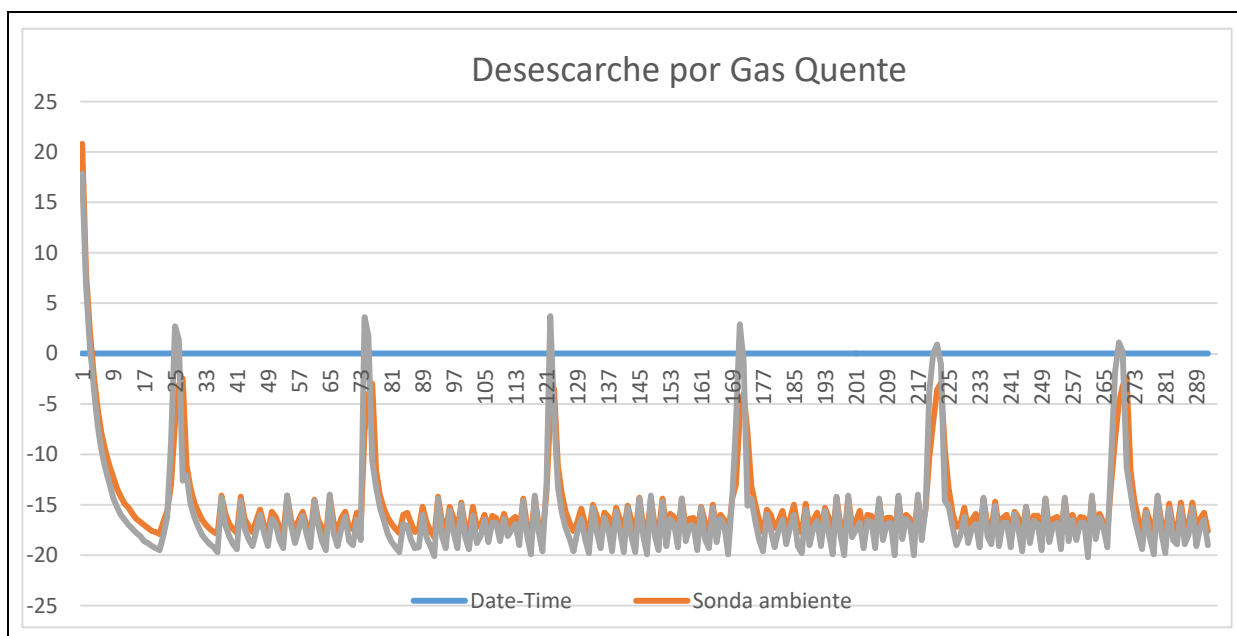
Como podemos ver nesta gráfica, están recollidos os datos a través do analizador de redes, obtendo a Potencia Activa Total, Reactiva Total, e Aparente Total, ademais da Enerxía Total Activa e Reactiva.



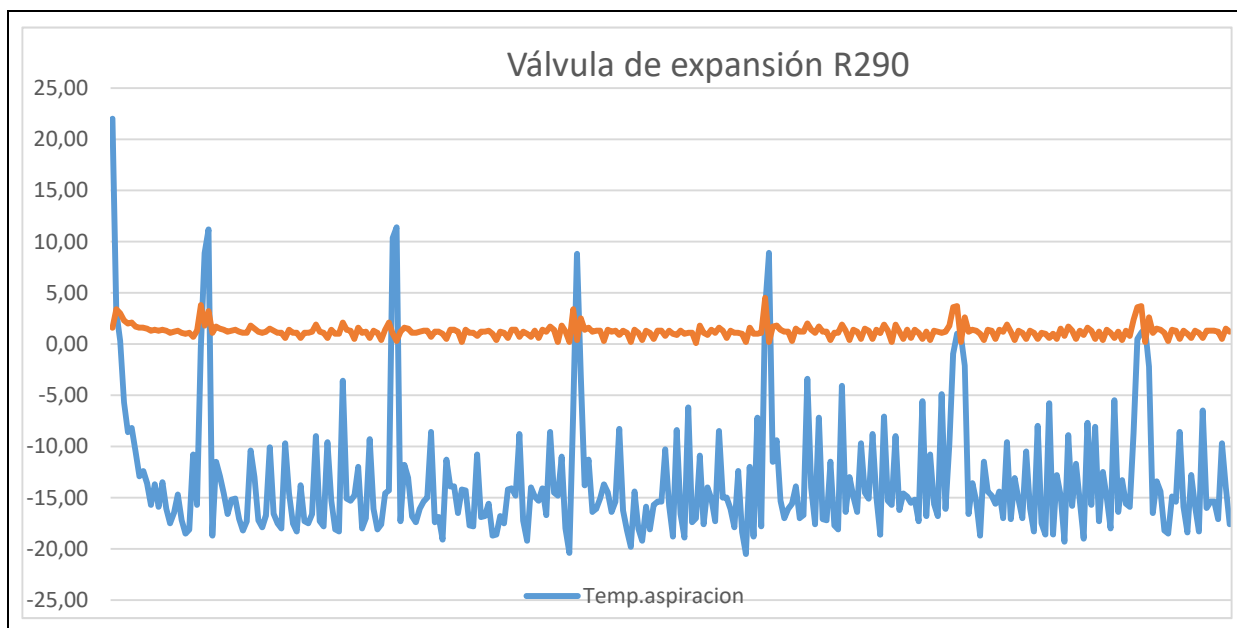
Como podemos ver nesta gráfica, a temperatura do taller vai variando ao longo do día, e como está enfriando, a humidade Relativa pouco a pouco vai baixando.



Nesta gráfica vemos claramente como a temperatura do produto vai baixando rapidamente, e logo se mantém gracias ao termostato que fai manter a temperatura.



Como podemos ver claramente na gráfica, os desescarches están programados cada 4 hora, e se ve como sube rapidamente a temperatura e volve a baixar rapidamente.

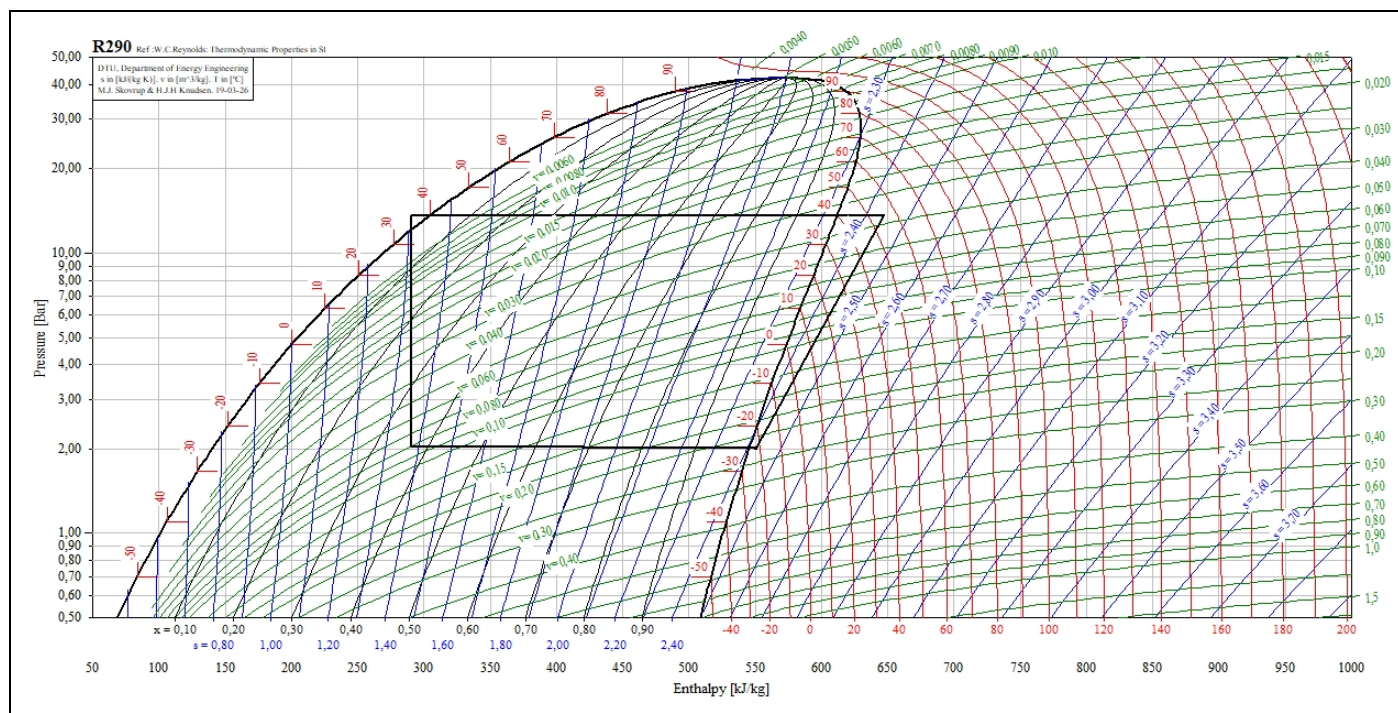


Nesta gráfica vemos claramente como traballa a válvula de expansión e como lle afecta a temperatura de aspiración e presión de baixa.

O ciclo frigorífico no diagrama de Molliere con R-290, tendo en conta os seguintes datos:

Temperatura de evaporación	-25°C	Temperatura de condensación	40°C
Grado de Requentamento	3°C	Grado de Subenfriamento	5°C
ΔP do evaporador	0,03 bar	ΔP do condensador	0,03 bar
ΔP na liña de aspiración do compresor	0,02 bar	ΔP na liña de líquido	0,02 bar
ΔP na liña de descarga do compresor	0,01 bar		
Eficiencia Isentrópica	0,95		

Despois de ter en conta todos estes datos de dimensionamento do circuito frigorífico, introducimos os datos do programa CoolPack e buscamos o diagrama de Molliere de R-290, seleccionamos o circuito frigorífico simple e cargamos todos os datos da táboa para obter o circuito frigorífico co diagrama P-H, ao darlle a calcular obtemos o seguinte resultado:



Cycle info [One stage]. Refrigerant: R290

Select cycle number:
Circuito Frigorífico con R-290 (1)

Values:

Evaporating temperature [°C]:	-25,00	Condensing temperature [°C]:	40,00
Superheat [K]:	3,00	Subcooling [K]:	5,00
Dp evaporator [bar]:	0,03	Dp condenser [bar]:	0,03
Dp suction line [bar]:	0,02	Dp liquid line [bar]:	0,02
Dp discharge line [bar]:	0,01		
Isentropic efficiency [0-1]:	0,95		

Calculated:

Qe [kJ/kg]:	259,650
Qc [kJ/kg]:	356,367
COP:	2,68
W [kJ/kg]:	96,717
Pressure ratio [-]:	6,847

Dimensioning:

Qe [kW]:	1,750
Qc [kW]:	2,402
m [kg/s]:	0,00674131
V [m³/h]:	5,3969
W [kW]:	0,652
Q loss [kW]:	0,000

Volumetric efficiency

n_{vol}: 0,85668
 Displacement [m³/h]: 6,3000

Buttons: OK, Coordinates of points..., Print, Copy, Update, Help

Cos datos de partida o ciclo queda como sigue:

STATE POINTS					
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m ³]	
1	-21,0	200,4	453,4	4,5	Pressure ratio (p_2 / p_1) : 6,904
2	55,0	1383,2	552,0	27,1	
3	55,0	1367,6	552,4	26,7	
4	35,0	1367,6	194,1	475,9	$T_{2,IS}$: 52,8 [°C] $T_{2,IS}$ is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
5	35,0	1367,6	194,1	475,9	
6	-25,0	204,2	194,1	-----	$T_{2,W}$: 60,1 [°C] $T_{2,W}$ is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
7	-22,0	204,2	451,7	4,6	
8	-21,0	200,4	453,4	4,5	

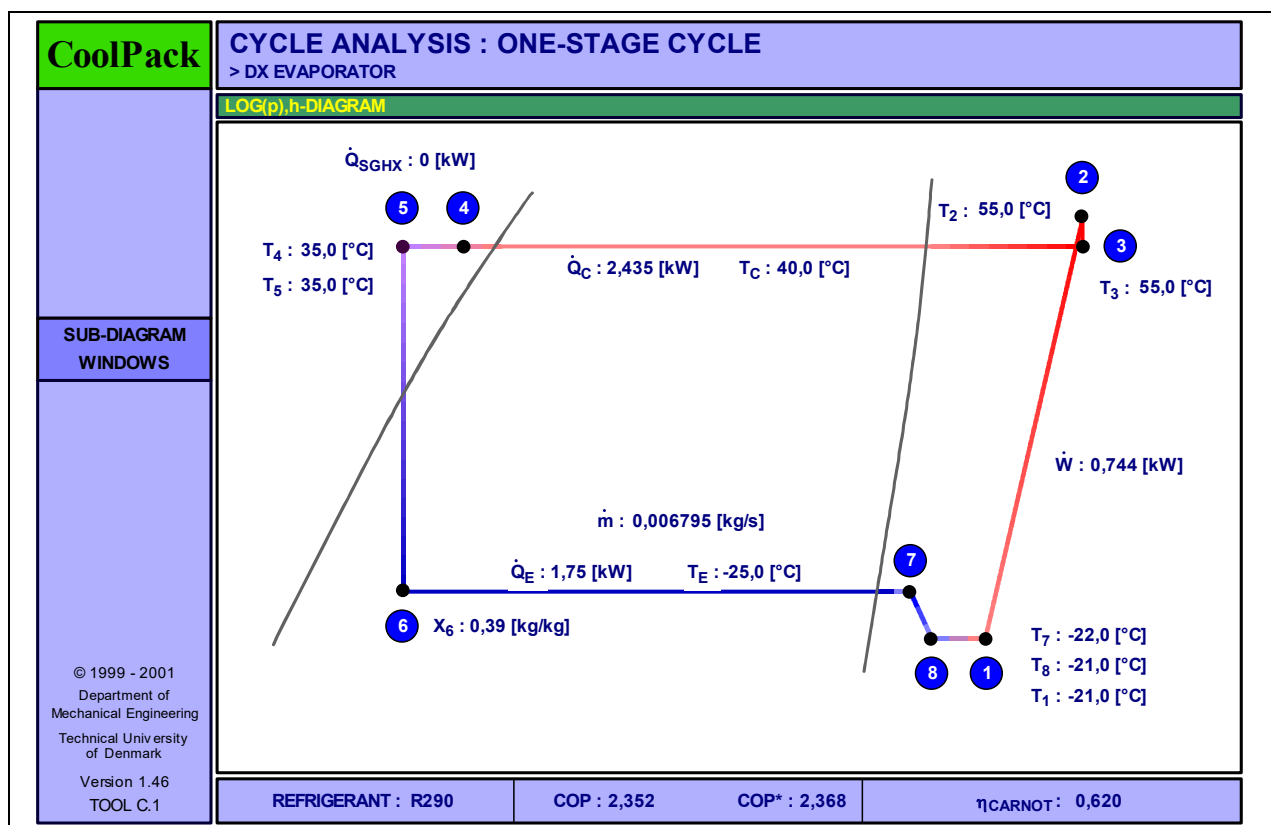
Pechamos o ciclo frigorífico no programa informático obtendo os seguintes valores:

Co que os datos rendimento neste caso quedanos: COP=2,352

CYCLE SPECIFICATION					
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER	REFRIGERANT
T_E [°C] :	-25,0	ΔT_{SH} [K] :	3	No SGHX	R290
T_C [°C] :	40,0	ΔT_{SC} [K] :	5		
		Δp_{SL} [K] :	0,5	0,30	
		Δp_{DL} [K] :	0,5		
CYCLE CAPACITY					
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW]	1,75	$\dot{Q}_E$: 1,75 [kW]	$\dot{Q}_C$: 2,435 [kW]	$\dot{m}$: 0,006795 [kg/s]	$\dot{V}_S$: 5,49 [m ³ /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE					
Isentropic efficiency η_{IS} [-]	0,8567	η_{IS} : 0,857 [-]	$\dot{W}$: 0,744 [kW]		
COMPRESSOR HEAT LOSS					
Heat loss factor f_Q [%]	10	f_Q : 10,0 [%]	T_2 : 55,0 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$: 0,0744 [kW]	
SUCTION LINE					
Unuseful superheat $\Delta T_{SH,SL}$ [K]	1,0	$\dot{Q}_{SL}$: 12 [W]	T_8 : -21,0 [°C]	$\Delta T_{SH,SL}$: 1,0 [K]	
				COP : 2,352	COP* : 2,368

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency η_{VOL} [-]	0,8	$\eta_{VOL} : 0,800$ [-]	$\dot{V}_S : 5,49$ [m ³ /h] $\dot{V}_D : 6,864$ [m ³ /h]
$\dot{V}_S$ can be chosen as input in the cycle specification window.			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SUPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ΔT_{WATER} [K]	20	$\Delta T_{WATER} : 20$ [K] $T_{DL,OUT} : 55,0$ [°C]	$\dot{V}_{WATER} : 0,00966$ [m ³ /h] $T_C : 40,0$ [°C] $\dot{Q}_{DSH} : 0,2223$ [kW]
Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature $T_{DL,OUT}$. $\dot{Q}_C$ in the main diagram window includes both the heat load for both desuperheating and condensing of the refrigerant.			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h]	8760	Energy consumption : 6518 [kWh]	
PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY [m/s]	PIPE DIAMETER (Internal) [mm]	Condition corresponds to
Suction line	10,0	13,9	State Point #1
Discharge line	12,0	5,2	State Point #2
Liquid line	0,6	5,5	State Point #5

E con todos os datos obtidos xa se pode trazar o ciclo frigorífico no diagrama de Molliere



2. Resultados e conclusións da comparativa de ciclos.

2.1. Resultados das simulacións

O seguinte paso neste estudo comparativo das posibilidades da máquina a diferentes temperaturas e refrixerantes é poñer en común todos estes datos nunha táboa. Deste xeito podemos observar con facilidade os desempeños das máquinas.

Refrixerante	Tª condensación 40°C
R-507A	1,609
R290	2,352

COP das diferentes simulacións refrixerante/Tª de preparación

Aquí podemos observar que os ciclos con refrixerantes GLP son en todo caso de maior rendemento que o ciclo que segue a máquina con R-507A. A mellora en rendemento é bastante importante. Este dato é suficientemente bó como para xustificar por si mesmo o cambio e a inversión precisa para a máquina.

2.2. Comparativa de consumo e emisións

Estes datos da comparativa son moi chamativos para os nosos estudantes dos ciclos de instalacións térmicas. Por isto, e buscando unha maior posibilidade de divulgación a continuación faremos unha comparativa desa máquina en termos de consumo enerxético, e polo tanto costes económicos para o usuario, e de emisións de CO₂ no seu funcionamento.

Por ese motivo no referente ao consumo tomaremos os datos que o propio programa que se usou (Coolpack) para a simulación dos ciclos fai para un desempeño tipo (neste caso o de Tª de condensación de 40°C).

Nese apartado supón un funcionamento igual para as tres máquinas e danos en función do ciclo que segue cada refrixerante, os seguintes resultados de consumo eléctrico en kW-h para cada un deles.

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency η_{VOL} [-]	0,8	$\eta_{VOL} : 0,800$ [-]	$\dot{V}_S : 4,72$ [m ³ /h] $\dot{V}_D : 5,903$ [m ³ /h]
$\dot{V}_S$ can be chosen as input in the cycle specification window.			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SUPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ΔT_{WATER} [K]	20	$\Delta T_{WATER} : 20$ [K] $T_{DL,OUT} : 64,7$ [°C]	$\dot{V}_{WATER} : 0,02314$ [m ³ /h] $T_C : 40,0$ [°C] $\dot{Q}_{DSH} : 0,5326$ [kW]
Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature $T_{DL,OUT}$. $\dot{Q}_C$ in the main diagram window includes both the heat load for both desuperheating and condensing of the refrigerant.			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] :	8760	Energy consumption : 9526 [kWh]	
PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY [m/s]	PIPE DIAMETER (Internal) [mm]	Condition corresponds to
Suction line	10,0	12,9	State Point #1
Discharge line	12,0	4,6	State Point #2
Liquid line	0,6	6,1	State Point #5

Táboa do consumo da instalación frigorífica con R-507A

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency η_{VOL} [-]	0,8	$\eta_{VOL} : 0,800$ [-]	$\dot{V}_S : 5,49$ [m ³ /h] $\dot{V}_D : 6,864$ [m ³ /h]
$\dot{V}_S$ can be chosen as input in the cycle specification window.			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SUPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ΔT_{WATER} [K]	20	$\Delta T_{WATER} : 20$ [K] $T_{DL,OUT} : 55,0$ [°C]	$\dot{V}_{WATER} : 0,00966$ [m ³ /h] $T_C : 40,0$ [°C] $\dot{Q}_{DSH} : 0,2223$ [kW]
Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature $T_{DL,OUT}$. $\dot{Q}_C$ in the main diagram window includes both the heat load for both desuperheating and condensing of the refrigerant.			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] :	8760	Energy consumption : 6518 [kWh]	
PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY [m/s]	PIPE DIAMETER (Internal) [mm]	Condition corresponds to
Suction line	10,0	13,9	State Point #1
Discharge line	12,0	5,2	State Point #2
Liquid line	0,6	5,5	State Point #5

Táboa do consumo da instalación frigorífica con R-290

Así a primeira máquina, con R-507A, consumiría neste suposto 9526 kW-h, mentres que ese consumo se reduce a 6518 kW-h para as máquinas con R-290.

Ese consumo de enerxía eléctrica ten asociado unhas emisións de CO₂ na súa xeración, transporte, etc. No caso de Gas Natural Fenosa, compañía comercializadora de enerxía eléctrica que tomamos como referencia do sector, esas emisións foron en decembro do 2018 de 0,4 Kg de CO₂ por kW-h de electricidade. Tamén, polos datos que sacamos dunha factura don tarifa 3.0 da mesma compañía, podemos inferir que o prezo de cada kW-h de enerxía foi de 0,125 €.

Deste xeito podemos levar a cabo os cálculos que se representan nas táboas anteriores, datos que amosan os diferentes consumos de enerxía e de emisións cos dous refrixerantes e nas condicións mencionadas. Estes datos serán de moita utilidade para divulgar e facer coñecer aos consumidores, clientes finais das aplicacións de calefacción as vantaxes que ten o uso das máquinas que equipamos con GLPs.

2.3. Conclusións

Vamos a facer o estudo do seu bo comportamento e potencial de aforro de enerxía e emisións de CO₂ no funcionamento da instalación. Nembargantes hai varios factores que limitan a súa xeralización como sistema principal de sistema de refrixeración de cámaras frigoríficas. Un deles era o seu prezo, xa que a inversión da instalación é maior, tamén o descoñecemento desta tecnoloxía.

REFRIXERANTE	Consumo (kW-h)	Emisión (kg CO ₂)	Coste económico
R507A	9526	3810,4	1190,75 €
R290	6518	2607,2	814,75 €

Aquí observamos que en todos os casos os ciclos con propano, obtén mellores resultados que o do R507A. Esa mellora redundará nunha amortización máis rápida da inversión e tamén nunha redución de emisións contaminantes.

3. Exercicios relacionados con esta unidade de traballo

1.- Temos unha máquina bomba de calor que traballa con R410a. O manómetro de alta marca 10,16 bar. O manómetro de baixa marca 1,06 bar. Mídense as temperaturas de saída do vaporizador, e da -5°C e a de saída do condensador, e da 45°C.

Pídese:

- Graos de Requecemento e Subarrefriamento.
- Obter todos os efectos.
- Se a potencia da máquina é de 100 kilovatios, calcular o caudal máxico de refrixerante.
- Obter todas as potencias.
- Obter a eficiencia do ciclo.

2.- Unha máquina bomba de calor aire-auga que opera con R-410A pretende alimentar un circuíto de chan radiante a 35°C con un salto térmico de 5°C entre o refrixerante e auga de xeito que a T^a do vaporizador é de -2°C e a T^a do condensador é de 40°C. A potencia térmica que se pretende acadar é de 100 Kw.

Calcula o efecto frigorífico, o traballo do compresor, o calor intercambiado polo condensador e o COP da máquina para os casos indicados e compara os resultados:

- Máquina de compresión simple segundo un ciclo ideal de compresión de vapor
- Máquina de compresión simple con requecemento de 10°C controlado por válvula de expansión e subarrefriamento de 5°C provocado pola ganancia de calor na tubaxe de líquido
- Máquina de compresión dobre que traballa a igualdade de relacións de compresión, con requecemento de 10°C, sen desrequecemento intermedio
- Máquina de compresión dobre que traballa a igualdade de relacións de compresión, con requecemento de 10°C con desrequecemento ata saturación por axente externo (valorar se o aire é posible)
- Máquina de compresión dobre que traballa a igualdade de relacións de compresión, con requecemento de 10°C con inxección de líquido ata requecemento igual ó compresor de baixa
- Máquina de compresión simple con requecemento de 10°C logrado con un intercambiador ILV (intercambiador líquido-vapor)

4. Módulos vencellados con esta unidade de traballo

Ciclo superior de mantemento de instalacións térmicas e de fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0134-Configuración de Instalacións térmicas e de fluídos
- 0135-Mantemento de instalacións frigoríficas e de climatización

Ciclo superior de desenrolo de proxectos de instalacións térmicas e de fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0126-Configuración de instalacións frigoríficas
- 0126-Configuración de instalacións frigoríficas

Ciclo superior en eficiencia enerxética e enerxía solar térmica

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0349-Eficiencia enerxética de instalacións

Ciclo medio instalacións frigoríficas e de climatización

- 0036- Máquinas e equipamentos térmicos
- 0039- Configuración de instalacións de frío e climatización.
- 0040- Montaxe e mantemento de equipamentos de refrixeración comercial.
- 0041- Montaxe e mantemento de instalacións frigoríficas industriais.

Ciclo medio de produción de calor

- 0036- Máquinas e equipamentos térmicos