



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO EXPERIENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO

**TEMA:**

---

MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE  
INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO DEL GAS  
DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO

---

**Autor:** Antonio Sebastián Rodríguez Vega.

**Tutor:** Ing. Javier García del Valle, PhD.

**AMBATO – ECUADOR**

**2018**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de experimental sobre el tema: "MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO.", realizado por el señor Antonio Sebastián Rodríguez Vega, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que la presente investigación fue elaborada en su totalidad por el autor, revisado en todos sus capítulos y ha sido finalizado.

Ambato, 09 de Julio del 2018

Tutor del Proyecto

Ing. Javier García del Valle PhD

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Declaro que el tema tratado del trabajo experimental: MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO. De igual manera las ideas, resultados, conclusiones, son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del proyecto.

Ambato, 09 de Julio del 2018

Antonio Sebastián Rodríguez Vega

C.I.: 1600689168

**AUTOR DEL TRABAJO EXPERIMENTAL**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Yo Antonio Sebastián Rodríguez Vega arpuebo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental una fuente aprovechable para la lectura, consulta e investigación, según dicten las normas de la Universidad. Concedo los derechos de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, y autorizo la reproducción de este Trabajo Experimental, dentro de las regulaciones de la institución, de tal manera que esta reproducción sea sin fines de lucro y se lo realice respetando mis derechos de autor.

Antonio Sebastián Rodríguez Vega



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del trabajo experimental que realizó el estudiante Antonio Sebastián Rodríguez Vega de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “ MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO”.

Ambato, 27 de Agosto del 2018

-----  
Ing. Mg. Santiago Cabrera

-----  
Ing. Mg. Luis Escobar

## DEDICATORIA

El presente trabajo experimental está dedicado a mis padres por siempre fomentar en mi los valores de responsabilidad, respeto y honestidad. Por la manera en que me formaron como persona.

Agradezco a mi Madre que cada día supo brindarme el apoyo necesario durante todo este tiempo. **Esto va por ti mamá.**

A mi novia Andrea que cada día me brindó el aliento y las fuerzas para continuar, gracias por estar siempre a mi lado.

Este logro es por y gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

El buen maestro explica.El profesor superior demuestra.El gran maestro inspira.

Agradezco infinitamente a mi tutor de tesis, Ing. Javier García del Valle PhD  
por explicar, demostrar sus conocimientos, valores y ser un pilar fundamental

para poder alcanzar el objetivo de ser un profesional.

A mi familia, a mis amigos por enseñarme a crecer como persona.

Andrea quien estuvo, está a mi lado en todo este  
tiempo apoyándome incondicionalmente dándome apoyo.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA . . . . .	I
APROBACIÓN DEL TUTOR . . . . .	II
AUTORÍA DEL TRABAJO . . . . .	III
DERECHOS DE AUTOR . . . . .	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO . . . . .	V
DEDICATORIA . . . . .	VI
AGRADECIMIENTOS . . . . .	VII
ÍNDICE GENERAL . . . . .	VII
ÍNDICE DE FIGURAS . . . . .	X
ÍNDICE DE TABLAS . . . . .	XIII
NOMENCLATURA . . . . .	XV
RESUMEN EJECUTIVO . . . . .	XVII
ABSTRACT (SUMMARY) . . . . .	XVIII
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
1. ANTECEDENTES . . . . .	1
1.1. TEMA: . . . . .	1
1.2. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS: . . . . .	1
1.3. JUSTIFICACIÓN . . . . .	1
1.4. OBJETIVOS. . . . .	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL . . . . .	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS . . . . .	2
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>3</b>
2. FUNDAMENTACIÓN . . . . .	3
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS . . . . .	3
2.1.1. ARTÍCULOS TÉCNICOS . . . . .	3
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA . . . . .	5
2.2.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN . . . . .	5
2.2.1.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE REFRI- GERACIÓN . . . . .	6
2.2.1.1.1. VÁLVULA DE EXPANSIÓN . . . . .	6
2.2.1.1.2. EVAPORADOR . . . . .	7
2.2.1.1.3. COMPRESOR . . . . .	8
2.2.1.1.4. CONDENSADOR . . . . .	8
2.2.1.2. ESTUDIO TERMODINÁMICO . . . . .	8
2.3. TUBO VENTURI . . . . .	9
2.4. DISEÑO DEL PROYECTO . . . . .	10
2.4.1. DESCRIPCIÓN DEL BANCO EXPERIMENTAL . . . . .	10
2.4.2. DISEÑO DEL EVAPORADOR ELÉCTRICO . . . . .	12
2.4.3. CONSTRUCCIÓN DEL EVAPORADOR ELÉCTRICO . . . . .	16

2.4.4. CONTROL ELÉCTRICO DEL SISTEMA . . . . .	17
2.5. DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR . . . . .	18
2.5.1. DISEÑO DEL DISPOSITIVO VENTURI . . . . .	22
2.6. HIPÓTESIS. . . . .	26
2.7. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS. . . . .	26
2.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE . . . . .	26
2.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE . . . . .	26
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>27</b>
3. METODOLOGÍA . . . . .	27
3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN . . . . .	27
3.1.1. CUANTITATIVA . . . . .	27
3.1.2. EXPLORATORIA . . . . .	27
3.1.3. BIBLIOGRÁFICA . . . . .	27
3.1.4. EXPLICATIVA . . . . .	27
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA . . . . .	27
3.2.1. POBLACIÓN . . . . .	27
3.2.2. MUESTRA . . . . .	27
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. . . . .	28
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: . . . . .	28
3.3.2. Variable dependiente: . . . . .	28
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS. . . . .	29
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS. . . . .	29
3.5.1. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS. . . . .	30
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>32</b>
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. . . . .	32
4.1. MODELO MATEMÁTICO. . . . .	32
4.2. TOMA Y ANÁLISIS DATOS. . . . .	39
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>69</b>
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	69
5.1. CONCLUSIONES . . . . .	69
5.2. RECOMENDACIONES . . . . .	70
<b>OTROS</b>	<b>71</b>
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	71
5.3. ANEXOS . . . . .	72
5.3.1. ANEXO 1. PLANOS. . . . .	72
5.3.2. ANEXO 2. HOJA TÉCNICA COMPRESORES. . . . .	77
5.3.3. ANEXO 3.MEDICIONES. . . . .	84
5.3.3.0.1. TEMPERATURAS Y FLUJO MÁSSICO EN PUNTOS SELECCIONADOS DEL CICLO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO .	84

5.3.3.0.2.	PRESIONES EN PUNTOS SELECCIONADOS DEL CICLO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO . . . . .	108
5.3.3.0.3.	TEMPERATURA DEL AIRE ANTES DESPUÉS DEL CONDENSADOR EN FUNCIÓN DEL TIEMPO . . . . .	113
5.3.4.	ANEXO 4.RESULTADOS. . . . .	118
5.3.5.	ANEXO 5.RESULTADOS CON DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA. . . . .	140
5.3.6.	ANEXO 6.ARTÍCULO CIENTÍFICO. . . . .	146
5.3.7.	ANEXO 7.URKUND. . . . .	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b> 2.1. Esquema de un sistema de refrigeración simple . . . . .	6
<b>Figura</b> 2.2. Válvula de expansión . . . . .	7
<b>Figura</b> 2.3. Evaporador eléctrico . . . . .	7
<b>Figura</b> 2.4. Condensador . . . . .	8
<b>Figura</b> 2.5. Tubo Venturi . . . . .	10
<b>Figura</b> 2.6. Esquema original del sistema de refrigeración . . . . .	10
<b>Figura</b> 2.7. Esquema actual del sistema de refrigeración . . . . .	11
<b>Figura</b> 2.8. Condiciones de trabajo del compresor . . . . .	13
<b>Figura</b> 2.9. Diagrama eléctrico del evaporador . . . . .	15
<b>Figura</b> 2.10. Fabricación de los tubos del evaporador eléctrico . . . . .	16
<b>Figura</b> 2.11. Capa final de cemento refractario . . . . .	17
<b>Figura</b> 2.12. Diseño del evaporador mediante software . . . . .	17
<b>Figura</b> 2.13. Esquema microcontrolador . . . . .	18
<b>Figura</b> 2.14. Ciclo de refrigeración simple . . . . .	19
<b>Figura</b> 2.15. Trabajo de compresor en función de la temperatura de evaporador y rpm . . . . .	20
<b>Figura</b> 2.16. Calor de evaporador en función de la temperatura de evaporador y rpm . . . . .	21
<b>Figura</b> 2.17. Velocidad en la aspiración en función de la temperatura de evaporador rpm . . . . .	21
<b>Figura</b> 2.18. Velocidad en la descarga en función de la temperatura de evaporador rpm . . . . .	22
<b>Figura</b> 2.19. Compresor y motor . . . . .	22
<b>Figura</b> 2.20. Esquema Condensador-Venturi . . . . .	24
<b>Figura</b> 2.21. Sección del tubo venturi, diseño por software . . . . .	25
<b>Figura</b> 2.22. Tubo venturi . . . . .	25
<b>Figura</b> 2.23. Bomba de membranas, sistema auxiliar de inyección de líquido. . . . .	26
<b>Figura</b> 3.24. Variables . . . . .	30
<b>Figura</b> 3.25. Interfaz, software obtención de datos. . . . .	31
<b>Figura</b> 4.26. Ciclo del sistema de refrigeración . . . . .	32
<b>Figura</b> 4.27. Diagrama recipiente de líquido . . . . .	33
<b>Figura</b> 4.28. Condensador . . . . .	35
<b>Figura</b> 4.29. Tramo de estudio del condensador . . . . .	35
<b>Figura</b> 4.30. Coeficiente $A*U$ , calculado por el modelo a 20 Hz (930 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa recirculada . . . . .	37
<b>Figura</b> 4.31. Coeficiente $A*U$ , calculado por el modelo a 40 Hz (1860 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa recirculada . . . . .	38

<b>Figura 4.32</b> Coeficiente A*U, calculado por el modelo a 60 Hz (2790 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada . . . . .	38
<b>Figura 4.33</b> Index 0 . . . . .	40
<b>Figura 4.34</b> Index 1 . . . . .	41
<b>Figura 4.35</b> Index 2 . . . . .	42
<b>Figura 4.36</b> Index 3 . . . . .	43
<b>Figura 4.37</b> Index 4 . . . . .	44
<b>Figura 4.38</b> Index 5 . . . . .	45
<b>Figura 4.39</b> Index 6 . . . . .	46
<b>Figura 4.40</b> Index 7 . . . . .	47
<b>Figura 4.41</b> Index 8 . . . . .	48
<b>Figura 4.42</b> Index 9 . . . . .	49
<b>Figura 4.43</b> Index 10 . . . . .	50
<b>Figura 4.44</b> Index 11 . . . . .	51
<b>Figura 4.45</b> Index 12 . . . . .	52
<b>Figura 4.46</b> Index 13 . . . . .	53
<b>Figura 4.47</b> Index 14 . . . . .	54
<b>Figura 4.48</b> Index 15 . . . . .	55
<b>Figura 4.49</b> Index 16 . . . . .	56
<b>Figura 4.50</b> Index 17 . . . . .	57
<b>Figura 4.51</b> Index 18 . . . . .	58
<b>Figura 4.52</b> Index 19 . . . . .	59
<b>Figura 4.53</b> Index 20 . . . . .	60
<b>Figura 4.54</b> Index 21 . . . . .	61
<b>Figura 4.55</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 0 . . . . .	62
<b>Figura 4.56</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 1 . . . . .	62
<b>Figura 4.57</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 2 . . . . .	62
<b>Figura 4.58</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 3 . . . . .	62
<b>Figura 4.59</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 4 . . . . .	63
<b>Figura 4.60</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 5 . . . . .	63
<b>Figura 4.61</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 6 . . . . .	63
<b>Figura 4.62</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 7 . . . . .	63
<b>Figura 4.63</b> Coeficiente A*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 8 . . . . .	64



<b>Figura 4.64</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 9 . . . . .	64
<b>Figura 4.65</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 10 . . . . .	64
<b>Figura 4.66</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 11 . . . . .	64
<b>Figura 4.67</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 12 . . . . .	65
<b>Figura 4.68</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 13 . . . . .	65
<b>Figura 4.69</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 14 . . . . .	65
<b>Figura 4.70</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 15 . . . . .	65
<b>Figura 4.71</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 16 . . . . .	66
<b>Figura 4.72</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 17 . . . . .	66
<b>Figura 4.73</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 18 . . . . .	66
<b>Figura 4.74</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 19 . . . . .	66
<b>Figura 4.75</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 20 . . . . .	67
<b>Figura 4.76</b>	Coefficiente $A*U$ , calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 21 . . . . .	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b> 2.1. Esquema final, descripción de los componentes de la banca de refrigeración. . . . .	12
<b>Tabla</b> 2.2. Resultados diseño del venturi . . . . .	24
<b>Tabla</b> 3.3. Matriz de mediciones . . . . .	28
<b>Tabla</b> 3.4. Operacionalización de la variable independiente. . . . .	28
<b>Tabla</b> 3.5. Operacionalización de la variable dependiente . . . . .	29
<b>Tabla</b> 4.6. Index 0 . . . . .	39
<b>Tabla</b> 4.7. Index 1 . . . . .	40
<b>Tabla</b> 4.8. Index 2 . . . . .	41
<b>Tabla</b> 4.9. Index 3 . . . . .	42
<b>Tabla</b> 4.10. Index 4 . . . . .	43
<b>Tabla</b> 4.11. Index 5 . . . . .	44
<b>Tabla</b> 4.12. Index 6 . . . . .	45
<b>Tabla</b> 4.13. Index 7 . . . . .	46
<b>Tabla</b> 4.14. Index 8 . . . . .	47
<b>Tabla</b> 4.15. Index 9 . . . . .	48
<b>Tabla</b> 4.16. Index 10 . . . . .	49
<b>Tabla</b> 4.17. Index 11 . . . . .	50
<b>Tabla</b> 4.18. Index 12 . . . . .	51
<b>Tabla</b> 4.19. Index 13 . . . . .	52
<b>Tabla</b> 4.20. Index 14 . . . . .	53
<b>Tabla</b> 4.21. Index 15 . . . . .	54
<b>Tabla</b> 4.22. Index 16 . . . . .	55
<b>Tabla</b> 4.23. Index 17 . . . . .	56
<b>Tabla</b> 4.24. Index 18 . . . . .	57
<b>Tabla</b> 4.25. Index 19 . . . . .	58
<b>Tabla</b> 4.26. Index 20 . . . . .	59
<b>Tabla</b> 4.27. Index 21 . . . . .	60
<b>Tabla</b> 4.28. Resultado global de cada index . . . . .	67

## NOMENCLATURA

### Notación

- $Q$ : Calor.
- $U$ : Coeficiente total de transferencia de calor,  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ .
- $A$ : Área.
- $T$ : Temperatura.
- $p$ : Presión.
- $P$ : Potencia.
- $A$ : Voltaje.
- $I$ : Intensidad eléctrica.
- $R$ : Resistencia eléctrica.
- $D$ : Diámetro.
- $R_{Th}$ : Resistencia equivalente de Thevening.
- $h$ : Entalpía.
- $X$ : Calidad.
- $S$ : Entropía.
- $n_{vol}$ : Rendimiento volumétrico.
- $Q_{vol}$ : Caudal volumétrico.
- $W$ : Trabajo
- $\dot{m}$ : Flujo másico.
- $Re$ : Número de Reynolds.
- $V$ : Velocidad.
- $f$ : Factor de pérdida de presión
- $P_c$ : Presión de condensador.
- $\dot{m}$ : Flujo másico del venturi.
- $k$ : Conductividad térmica,  $W/m \cdot ^\circ C$

- $Nu$ : Número de Nusselt
- $x$ : Flujo másico reinyectado
- $J_G$ : velocidad de masa de vapor adimensional
- $g$ : gravedad,  $m/s^2$
- $G$ : velocidad de masa,  $kg/(m^2.s)$
- $J_G^T$ : velocidad de gas adimensional de transición
- $Pr$ : Número de Prandtl

### Subíndices

- $STRAT$ : régimen de flujo completamente estratificado
- $LO$ : fase líquida con flujo total
- $A$ : régimen de flujo independiente

### Símbolos griegos

- $\rho$ : Densidad.
- $\mu$ : Viscosidad dinámica.
- $\Delta$ : Delta.
- $\epsilon$ : Rugosidad
- $\Sigma$ : Sumatoria.
- $\alpha$ : coeficiente de transferencia de calor por convección

### Acrónimos

- COP: Coeficiente de rendimiento (coefficient of performance).

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

"MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES  
DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO  
DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO."

**Autor:** Antonio Sebastián Rodríguez Vega

**Tutor:** Ing. Javier García del Valle PhD

**RESUMEN EJECUTIVO**

El trabajo de investigación se centró en el estudio del coeficiente de convección de un condensador de una instalación frigorífica. Se redujo el sobrecalentamiento del gas de entrada al condensador mediante la reinyección de líquido, para lo cual se realizó un análisis con un modelo matemático y uno experimental con toma de datos de la bancada de refrigeración del laboratorio de energías de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

Se realizó un modelo matemático para predecir el funcionamiento del sistema frigorífico, y determinar si existe una mejora en el coeficiente de convección del condensador al reinyectar líquido a la entrada del mismo. Estos datos fueron comparados con los datos experimentales. La bancada de refrigeración fue repotenciada y adecuada para la toma de datos, mediante sensores de presión, temperatura y caudalímetros ubicados en puntos fundamentales en el circuito de refrigeración. Se obtuvo una base de datos para analizarlos y comparar los resultados con el modelo matemático predictivo.

Una vez analizados los resultados, se obtuvo una reducción no representativa en el coeficiente de convección en el condensador.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND MECHANICS**  
**MECHANICAL ENGINEERING CAREERS**

"IMPROVEMENT OF THE CONVECTION COEFFICIENT IN  
CONDENSERS OF REFRIGERATION FACILITIES THROUGH  
SUB-COOLING OF THE INLET GAS BY INJECTION OF LIQUID."

**Author:** Antonio Sebastián Rodríguez Vega

**Tutor:** Ing. Javier García del Valle, PhD.

**ABSTRACT (SUMMARY)**

The research work focuses on the study of the convection coefficient of the condenser in a refrigeration cycle. The superheating of the incoming gas to the condenser was reduced by the reinjection of liquid. An analysis was carried out by means of a mathematical model and an experimental one with data from the cooling testing bench of the energy laboratory of the Mechanical Engineering Career.

A mathematical model was used to predict the operation of the refrigeration system, to determine if there is an improvement in the convection coefficient of the condenser when liquid is injected at the inlet of the condenser. These data were compared with the experimental data. The cooling bench was re-powered and equipped for data collection, using pressure sensors, temperature and flow meters located at fundamental points in the cooling circuit. A database was obtained to analyze and compare the results with the predictive mathematical model.

Once the results were analyzed, a non-representative reduction in the convection coefficient in the condenser was obtained.

# CAPÍTULO I

## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 TEMA:

MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENFRIAMIENTO DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO.

### 1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:

La condensación es ampliamente utilizada en procesos de refrigeración y aire acondicionado tanto nivel industrial como doméstico. Existen varios estudios bibliográficos, en los cuales se intenta modelar la física del proceso de condensación. Diferentes manuales de diseño facilitan recomendaciones razonables para un procedimiento de diseño, pero no hay un acuerdo definitivo sobre qué correlación es la mejor o la más acertada en condensadores.

El fin del presente trabajo experimental es desarrollar un dispositivo que mediante la reinyección de líquido subenfriado ayude a mejorar el coeficiente de transferencia de calor en el condensador, además proporcionar un modelo matemático para el coeficiente de transferencia de calor y la caída de presión durante la condensación en las condiciones que se encuentran un sistema de refrigeración.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El condensador en un sistema de refrigeración, es un intercambiador de calor que rechaza todo el calor del sistema. Este calor consiste en el calor absorbido por el evaporador más el trabajo de entrada al compresor. El compresor descarga el gas refrigerante caliente en el condensador, el cual rechaza el calor del gas a un cierto medio a menor temperatura. Así, el refrigerante frío se condensa de nuevo al estado líquido y drena desde el condensador para continuar en el ciclo de refrigeración. [1]

Un condensador refrigerado por aire utiliza aire ambiente para eliminar el calor de condensación del refrigerante en un sistema de refrigeración de tipo compresión. Los condensadores refrigerados por aire más pequeños se utilizan en refrigeradores residenciales y pueden no tener ventiladores, dependiendo solamente de la circulación por gravedad del aire ambiente. Los condensadores más grandes utilizan casi siempre uno o más ventiladores accionados por motor para la circulación del aire.

Los condensadores de tamaño medio se suministran frecuentemente como parte de un paquete integral (denominado unidad de condensación) con el compresor. [2]

A la entrada del condensador existe vapor sobrecalentado, el cual recorrerá una cierta longitud del condensador, bajando su temperatura, hasta que tenga inicio la condensación. Dado que el coeficiente de transferencia de calor para vapor sobrecalentado es menor que para una mezcla bifásica, sería de interés bajar la temperatura del vapor de entrada al condensador para minimizar o eliminar la longitud de intercambio de calor antes mencionada. Por lo cual se plantea un sistema de reinyección de líquido hacia la entrada del condensador para mejorar la transferencia de calor y la eficiencia del mismo. Según J Xiao y P. Hrnjak, el coeficiente de convección máximo se da para una calidad cercana a la unidad, siendo mínimo para vapor sobrecalentado. Reinyectando líquido a la entrada del condensador se podría obtener las condiciones de mayor coeficiente de convección desde el inicio del condensador. [3]

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y analizar el efecto al instalar un dispositivo tipo Venturi para aumentar el coeficiente de convección de un condensador en un sistema de refrigeración mediante la reinyección de líquido subenfriado.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Dimensionar el dispositivo tipo Venturi mediante las ecuaciones fundamentales de la fluido mecánica.
- Modelar matemáticamente la incidencia del dispositivo Venturi en la eficiencia del ciclo de refrigeración.
- Construir e instrumentalizar el banco de pruebas.
- Realizar medidas e interpretar resultados para corroborar la hipótesis de la investigación.



## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

##### 2.1.1 ARTÍCULOS TÉCNICOS

En el estudio de “**Alberto Cavallini, Davide Del Col, Luca Doretti, Marko Matkovic, Luisa Rossetto, Claudio Zilio, Giuseppe Censi « Condensation in Horizontal Smooth Tubes: A New Heat Transfer Model for Heat Exchanger Design» Heat Transfer Engineering, vol. 27:8, 31-38, pp. 1-9, 2006**”, se obtuvo:

Un procedimiento predictivo para calcular el coeficiente de transferencia de calor durante la condensación en tubos lisos horizontales. El modelo se desarrolló a partir de un análisis de 425 puntos de datos experimentales de transferencia de calor. El trabajo permite identificar la influencia de los diversos parámetros como geométricos, termodinámicos y termofísicos. Los resultados fueron satisfactorios comparados contra 4471 datos numéricos de diferentes refrigerantes, obteniendo una desviación promedio de +1 %, una desviación media absoluta del 15 % y una desviación estándar del 18 %. [4]

En el artículo técnico de “**Jiange Xiao, Pega Hrnjak «Heat transfer and pressure drop of condensation from superheated vapor to subcooled liquid» International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 103, pp 1327–1334, 2016**”, se concluye:

Que el artículo presentó un nuevo enfoque que describe el proceso en condensadores, haciendo especial énfasis cuando la entrada del vapor es sobrecalentado y, como consecuencia, la condensación comienza antes de que la entalpía alcance el valor de vapor saturado (calidad 1). El autor trata de aclarar el comportamiento inconsistente de la transferencia de calor en la región de bifásico y de condensación sobrecalentada. Una correlación precisa de fracción de vacío y un mapa de régimen de flujo son las claves para un modelo del coeficiente de transferencia de calor preciso. Para el desarrollo del modelo de caída de presión, las diferentes ubicaciones de caída de presión máxima implican los efectos contrarios del grosor de la película frente a la velocidad, lo que sugiere una forma más realista de establecer un modelo de caída de presión. [3]

El artículo técnico de **“Alberto Cavallini, Giuseppe Censi, Davide Del Col, Luca Doretti, Giovanni A. Longo, Luisa Rossetto «Condensation of Halogenated Refrigerants Inside Smooth Tubes» HVAC&R Research, vol. 8:4, pp 429-451, 2002”**, aportó:

Un nuevo procedimiento predictivo para calcular el coeficiente de transferencia de calor y la caída de presión durante la condensación dentro de tubos lisos. El modelo se estableció para refrigerantes HCFC y HFC y mezclas de los mismos. Se obtuvieron coeficientes de transferencia mediante la condensación de refrigerantes: R-22, R-134a, R-125, R-32, R-236ea, R-407C y R-410A en un tubo liso de 8 mm de diámetro interior, con una temperatura de saturación entre 30 y 50 ° C. El artículo es un modelo predictivo de los patrones de flujo que se producen en el proceso de condensación, por lo que nos facilita ciertos criterios para definir la transición entre diferentes patrones de flujo. El modelo se fundamenta con 600 puntos de datos experimentales, los cuales se compararon con 1778 puntos de datos para refrigerantes HCFC y HFC, en varios laboratorios independientes. El procedimiento muestra una desviación promedio de -2.2 %, con una desviación absoluta media del 10.4 % y una desviación estándar del 13.0 %[5].

El artículo técnico de **“Rahul Agarwal, Pega Hrnjak «Condensation in two phase and desuperheating zone for R1234ze(E), R134a and R32 in horizontal smooth tubes» International journal of refrigeration, vol. 50 , pp 172-183, 2015”**, aportó:

La condensación empieza en el momento que la entalpía alcanza entalpía de vapor saturado, lo que conduce a la discontinuidad del cálculo del coeficiente de transferencia de calor en el sistema. Este artículo estudia la discontinuidad mostrando la presencia de condensación en la región que desupercalefacción (reducción del recalentamiento) cuando la temperatura de la pared del intercambiador disminuye por debajo de la temperatura de saturación en cualquier condición operativa. El intercambio de calor se puede categorizar en 4 regiones: La zona de recalentamiento, la zona de recalentamiento condensado, la zona de bifásico y la zona subenfriada; y la discontinuidad en la línea de vapor saturado pueden explicarse por la condensación en la zona sobrecalentada. La transición de vapor recalentado a la zona supercalefacción de condensación se puede observar en el momento que la temperatura de la pared cae por debajo de la temperatura de saturación del refrigerante, donde el coeficiente de transferencia de calor comienza a desviarse de la correlación de Gnielinski y se acerca al coeficiente de transferencia de calor en condiciones de vapor saturado. Finalmente el coeficiente de transferencia de calor aumenta significativamente con el flujo másico, disminuye con el aumento

de la temperatura de saturación y prácticamente no se ve afectado por el flujo de calor. [6]

El artículo técnico de “Melissa Meyer, Pega Hrnjak «Flow regimes during condensation in superheated zone» *International Journal of Refrigeration*, vol. 84, pp 336-343, 2017”:

Realizaron experimentos de transferencia de calor con visualización de flujo con R134a en un tubo horizontal liso para poder verificar que la condensación se dé fuera de la región bifásica. La visualización realizada para este trabajo es inusual en el sentido de que se utilizó una sección de visualización diabática aproximándose más estrechamente al comportamiento del fluido en un condensador real. Además, se tomaron mediciones del espesor de la película líquida y se utilizaron para determinar el calor latente transferido del refrigerante. Los resultados experimentales que verifican la existencia de una zona de condensación supercalentada se presentan para R134a en un tubo liso horizontal. Los experimentos de transferencia de calor indican que la condensación comienza cuando la temperatura de la pared del tubo está por debajo de la temperatura de saturación, incluso con presencia de vapor sobrecalentado, y la condensación continúa en presencia de líquido subenfriado aún si la entalpía es menor que el punto de líquido saturado. Estas teorías se confirmaron visualmente, mediante videos de alta velocidad del refrigerante de condensación, que revelaron la presencia de líquido en las entalpías sobrecalentadas y la presencia de vapor en las entalpías de subenfriado. Los conocimientos obtenidos de este trabajo experimental acerca del crecimiento de la película líquida y los regímenes de flujo de condensación permitirán el desarrollo futuro de un modelo basado en la física de las primeras etapas de la condensación. [7]

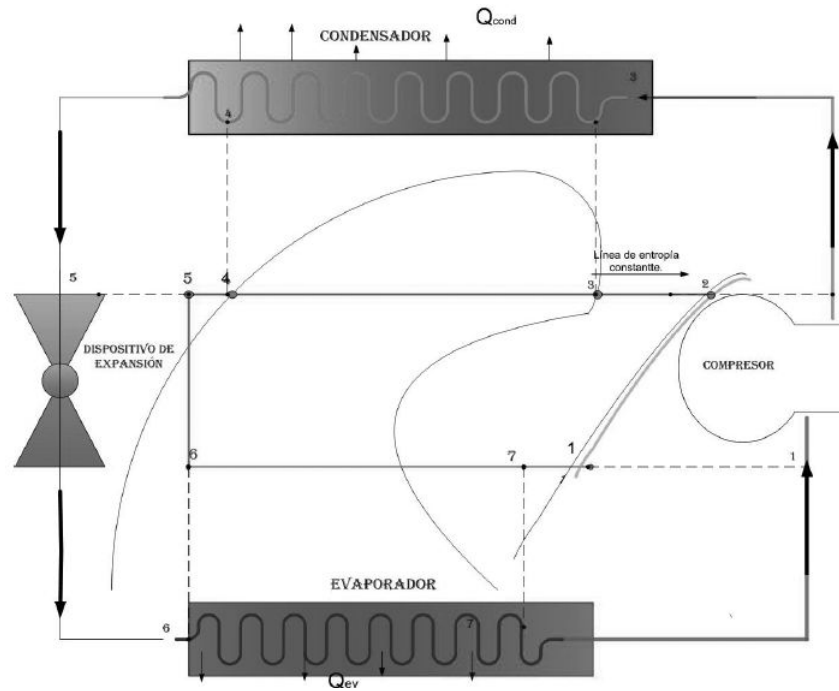
## 2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.2.1 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los sistemas de refrigeración son un proceso de transferencia de calor desde un foco frío hacia un foco caliente. Dicha transferencia se da por uno o cualquiera de los tres mecanismos de transferencia: convección, conducción y radiación. Existen un sinnúmero de aplicaciones para los sistemas de refrigeración, los más destacados son la conservación de alimentos y el confort térmico (aire acondicionado o calefacción) en espacios físicos. [8]

Es posible visualizar la representación teórica de un ciclo de refrigeración mediante

un ciclo de Carnot negativo, esto quiere decir insertando trabajo para establecer un flujo de calor entre el foco frío y el foco caliente. Los componentes básicos de un sistema de refrigeración son: condensador, válvula de expansión, evaporador y el compresor.



**Figura 2.1:** Esquema de un sistema de refrigeración simple  
**Fuente:**[2]

## 2.2.1.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

**2.2.1.1.1. VÁLVULA DE EXPANSIÓN** Es un dispositivo mecánico que estrangula el flujo del líquido refrigerante y produce una caída súbita de presión forzando al líquido a entrar en evaporación. [8]



*Figura 2.2:* Válvula de expansión  
*Fuente:* [Autor]

**2.2.1.1.2. EVAPORADOR** El evaporador es un intercambiador en el que suministra calor al vapor del refrigerante que está en condiciones de cambio de estado líquido a gas, extrayendo dicho calor de los productos o del medio que se desea refrigerar. [8]

El evaporador tiene que calcularse para garantizar el proceso de evaporación total del refrigerante y que a la salida de este el gas tenga un ligero sobrecalentamiento para evitar la entrada de líquido al compresor. El ciclo del sistema de refrigeración continúa cuando el compresor succiona el refrigerante en condiciones de gas sobrecalentado. [2]

Existen varios tipos de evaporadores, los más comunes son, de tubo desnudo, de placa de superficie, con aletas y eléctricos.



*Figura 2.3:* Evaporador eléctrico  
*Fuente:* [Autor]

**2.2.1.1.3. COMPRESOR** Es una máquina que aumenta la presión de un gas. Un compresor alternativo hermético utiliza pistones impulsados por un cigüeñal para enviar refrigerante a alta presión desde el lado bajo al lado alto de un sistema de refrigeración. [9]

Comprime el refrigerante que ingresa al compresor como gas sobrecalentado. Este es un proceso isoentrópico y eleva el gas sobrecalentado de la presión de succión (ligeramente debajo de la presión de evaporación) a la presión de condensación, en condiciones. [2]

**2.2.1.1.4. CONDENSADOR** Su función es la de un intercambiador de calor para enfriar y condensar el vapor refrigerante entrante en líquido y la de un ventilador para soplar aire del exterior a través de la sección del intercambiador de calor para enfriar el refrigerante en el interior. [10]



*Figura 2.4:* Condensador  
*Fuente:* [Autor]

### 2.2.1.2. ESTUDIO TERMODINÁMICO

Para el estudio de intercambiadores se utilizó la estimación del coeficiente global de transferencia de calor  $U$  según la ecuación 2.1

$$Q = U.A.\Delta T \quad (2.1)$$

Donde:

- $Q$  = calor.
- $U$  = coeficiente global de convección.

- $\Delta T$  = diferencia entre la temperatura alta y baja.

El rendimiento de refrigeradores y de bombas de calor viene expresada en términos del coeficiente de desempeño (COP), debido a sus siglas en inglés (coefficient of performance), se define de la siguiente manera:

$$COP = \frac{\textit{Salida Desada}}{\textit{Entrada Requerida}} = \frac{\textit{Efecto Enfriamiento}}{\textit{Entrada Trabajo}} = \frac{\textit{Calor Evaporador}}{\textit{Trabajo Copresor}} \quad (2.2)$$

Se realiza un análisis rápido y sencillo de la influencia de las temperaturas de alta (condensador) y de baja (evaporador) sobre la eficiencia de un sistema de refrigeración mediante un ciclo ideal de Carnot (refrigerador), siguiendo la ecuación 2.3

$$COP_{carnot} = \frac{T_B}{(T_A - T_B)} \quad (2.3)$$

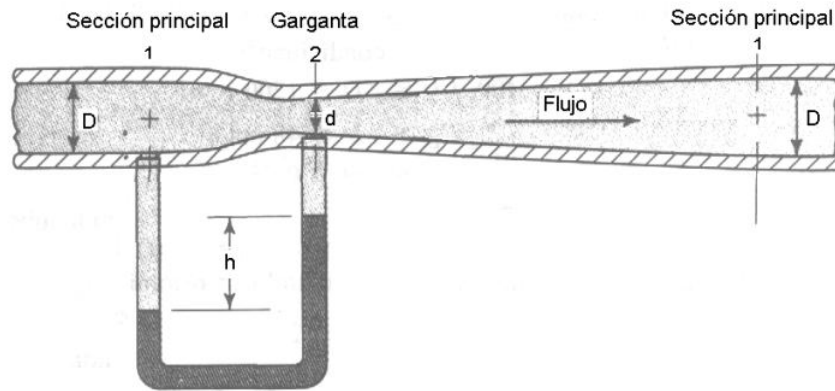
Donde:

- $T_A$ , Temperatura de alta (condensador).
- $T_B$ , Temperatura de baja (evaporador).

Se puede observar que de esta ecuación, un aumento de temperatura de evaporación o la disminución de temperatura de condensación dan como resultado un mayor COP. Es decir mientras la diferencia entre las temperaturas de alta y baja sea menor el rendimiento del sistema será mejor. La velocidad es mayor en las secciones estrechas pero la presión es menor. Esta caída de presión se utilizara para generar una diferencia de presiones y poder succionar el líquido que sale del condensador para su reinyección a la entrada del mismo.

### 2.3 TUBO VENTURI

Es un dispositivo que una produce una pérdida de presión cuando un fluido pasa por el venturi. Es una construcción relativamente sencilla que consta de una tubería recta de poca longitud, en su interior la tubería tiene un estrangulamiento. La presión cambia cuando el fluido está próximo a la sección estrecha; se demuestra este efecto cuando se coloca un manómetro en el estrangulamiento y se mide la caída de presión.[11]

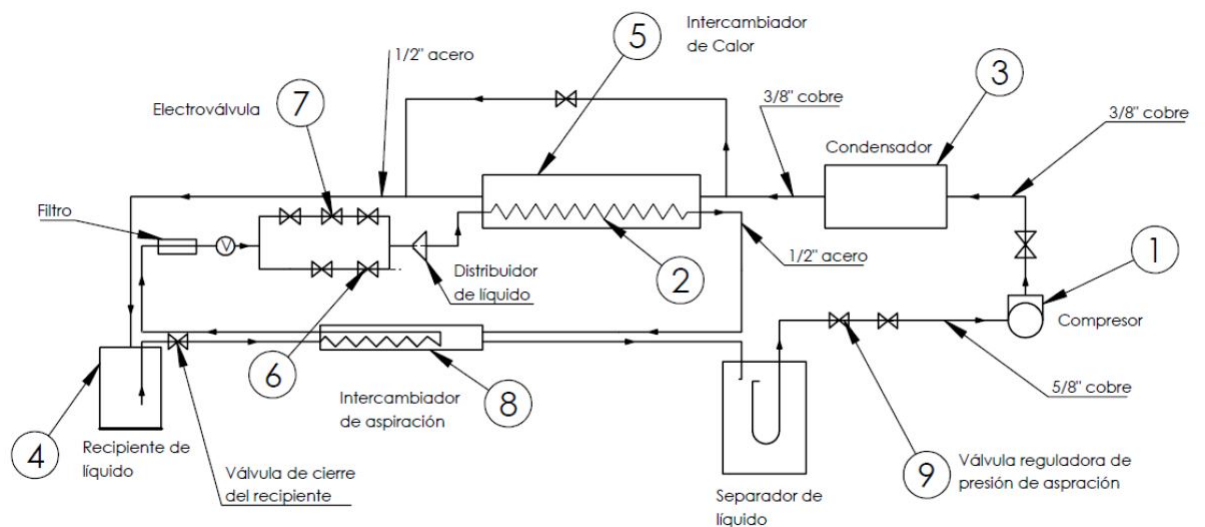


**Figura 2.5:** Tubo Venturi  
**Fuente:** [Autor]

## 2.4 DISEÑO DEL PROYECTO

### 2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL BANCO EXPERIMENTAL

La bancada de refrigeración 2.6 existente en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, elaborada por Chacón[12] «Diseño y construcción de una válvula de expansión controlada electrónicamente, para la regulación del recalentamiento a la salida del evaporador de una instalación frigorífica» (|2016), fue el punto de partida. Según Chacón se siguió las recomendaciones para optimizar el funcionamiento de la bancada, y se realizó las siguientes modificaciones:

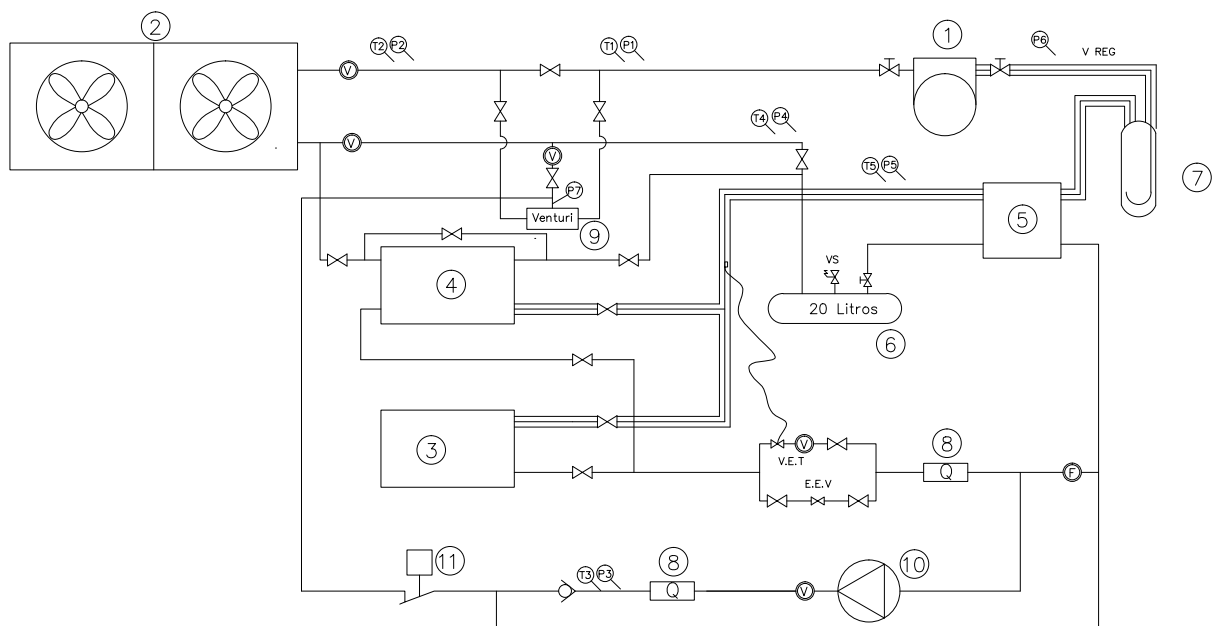


**Figura 2.6:** Esquema original del sistema de refrigeración  
**Fuente:** [12]



- Se instaló un recipiente de líquido de mayor volumen (9,1 litros), de tal manera se puede trabajar con la capacidad nominal del compresor.
- Se elevó la posición del distribuidor de tal manera que alimenta de líquido de forma uniforme a todos los tubos del intercambiador de calor.
- Se instrumentalizó toda la instalación con sensores de presión, temperatura y caudalímetros másicos, para obtener datos precisos y conocer el estado del fluido en diferentes puntos de la instalación.
- Se cambió el fluido de la instalación frigorífica, de R404 a R134-a, motivo por el cual se instaló un compresor de auto York 210, que se adaptó a un motor con un variador de frecuencia para controlar de forma precisa la capacidad del motor.
- Se realizó dos sistemas de reinyección de líquido, mediante una bomba y con un dispositivo venturi.
- Se instaló un evaporador adicional. (evaporador eléctrico)

El objetivo de diseño de la instalación nueva, es la fácil capacidad de regulación de una variedad de parámetros, como: la potencia del compresor, el calor de evaporador y la cantidad de líquido que se reinyectará a la entrada del condensador.



**Figura 2.7:** Esquema actual del sistema de refrigeración

**Fuente:** [Autor]

**Tabla 2.1:** Esquema final, descripción de los componentes de la banca de refrigeración.

N°	Nombre	Referencia
1	Compresor	York 210
2	Condensador de aire	Tecumseh
3	Evaporador eléctrico	Fab. Propia
4	Evaporador/Intercambiador	Fab. Propia
5	Intercambiador de líquido	Fab. Propia
6	Recipiente de líquido	Fab. Propia
7	Separador de aspiración	Fab. Propia
8	Caudalímetro Coriolis	Sincerity DMF-1
9	Dispositivo Venturi	Fab. Propia
10	Bomba de membranas	Hydra-Cell
11	Presostato	Danfoss

**Fuente:** [Autor]

Los sensores de presión 1,2,3,4 y 7 son de [0-35 bar], y los sensores 5 y 6 de [0-35 bar]. Mientras que las sonda de temperatura son de [-50 a 100 °C].

#### 2.4.2 DISEÑO DEL EVAPORADOR ELÉCTRICO

Se realizó el diseño y construcción de un evaporador adicional. El evaporador eléctrico puede regular la cantidad de potencia que se suministrará, lo que permitirá conocer y observar el comportamiento del sistema frigorífico a diferentes condiciones. La idea del dispositivo es un serpentín de tubo recubierto por una niquelina (resistencia eléctrica), que será la encargada de aportar calor, mediante la regulación del amperaje que pase por la resistencia. El evaporador se diseñó a partir del compresor que estaba instalado en el banco. Del catálogo del compresor FH2480Z se seleccionó la potencia del evaporador para que satisfaga todas las condiciones de operación del compresor.

50 Hz R404A									
4   T condensation	5   T évaporation	(°C)	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10
<b>30</b>	1   P frigorifique	(W)	998	1457	1994	2618	3339	4166	5108
	2   P absorbée	(W)	1061	1253	1446	1641	1840	2044	2253
	3   I absorbée	(A)	4.87	5.67	6.5	7.34	8.21	9.11	10.02
<b>40</b>	1   P frigorifique	(W)	668	1093	1580	2137	2775	3502	4327
	2   P absorbée	(W)	1006	1227	1452	1682	1917	2160	2412
	3   I absorbée	(A)	4.4	5.39	6.41	7.44	8.5	9.59	10.69
<b>50</b>	1   P frigorifique	(W)		708	1137	1621	2169	2789	3491
	2   P absorbée	(W)		1158	1414	1678	1950	2232	2525
	3   I absorbée	(A)		4.93	6.13	7.36	8.61	9.88	11.17
<b>60</b>	1   P frigorifique	(W)			686	1090	1540	2047	2619
	2   P absorbée	(W)			1337	1634	1943	2263	2598
	3   I absorbée	(A)			5.66	7.08	8.52	9.98	11.46

1 = refrigerating capacity    2 = watt input    3 = current    4 = condensing temperature    5 = evaporating temperature

*Figura 2.8: Condiciones de trabajo del compresor*  
*Fuente:[13]*

Para satisfacer la mayoría de condiciones del compresor se seleccionó una potencia de evaporador de 5,1 kW, pero como se puede observar los datos están concebidos para una frecuencia de 50 Hz, y en el país la red eléctrica trabaja con 60 Hz para lo cual se realizó la siguiente transformación:

$$Q_{evaporador} = \frac{60}{50} * 5,1kW \quad (2.4)$$

$$Q_{evaporador} = 6,12kW \quad (2.5)$$

Según criterio del autor se consideró un serpentín de 5 tubos por lo cual, se tendría 1,22 kW por tubo, este dato es importante para calcular la longitud de transferencia y la cantidad de resistencia eléctrica necesaria. De la fórmula de potencia eléctrica:

$$P = \Lambda.I \quad (2.6)$$

Donde:

- P, potencia
- $\Lambda$ , voltaje
- I, intensidad

Se obtuvo:

$$1200W = \Lambda.I \quad (2.7)$$

$$I = \frac{1200W}{220v} \quad (2.8)$$

$$I = 5,5A \quad (2.9)$$

Una vez calculada la intensidad eléctrica necesaria, se procede a calcular la resistencia eléctrica con la ecuación 2.10

$$V = R.I \quad (2.10)$$

Donde:

- R, resistencia eléctrica

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.11)$$

$$R = \frac{220v}{5,5A} \quad (2.12)$$

$$R = 40\Omega \quad (2.13)$$

Para calcular la longitud del alambre que se va a utilizar, dividimos la resistencia calculada para la resistencia de la niquelina.

$$L = \frac{40\Omega}{4,95\Omega/m} \quad (2.14)$$

$$L = 8,08m \quad (2.15)$$

La longitud máxima para la niquelina por tubo es de 8.08 m distribuida a lo largo del tubo del evaporador eléctrico. Por criterio de diseñador y motivos de espacio cada tubo tendrá una longitud de 1,5 m, y se dará 60 vueltas a la niquelina, lo que resultaría una longitud de:

$$L = nvueltas.\pi.D \quad (2.16)$$

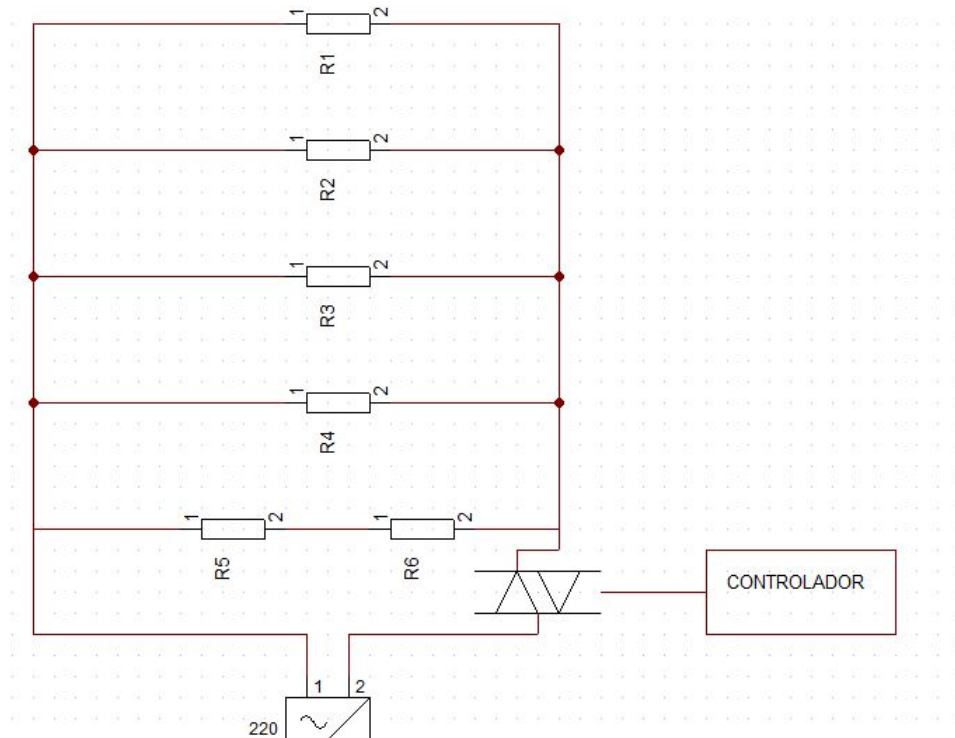
$$L = 60.\pi.0,028m \quad (2.17)$$

$$L = 5,3m \quad (2.18)$$

Donde el diámetro de 28 mm es del tubo de acero más una capa de cemento refractario para su protección. Con la longitud real que se va a utilizar calculamos la resistencia real:

$$R = (5,3m)(4,95(\Omega)/m) \quad (2.19)$$

$$R = 26,2\Omega \quad (2.20)$$



**Figura 2.9:** Diagrama eléctrico del evaporador

**Fuente:** [Autor]

Cada resistencia tiene  $26,2\Omega$ , y con el diagrama de eléctrico se procede a calcular la resistencia equivalente de Thevening:

$$R_{Th} = \frac{1}{\frac{4}{26,2} + \frac{1}{2*26,2}} \quad (2.21)$$

$$R_{Th} = 5,82\Omega \quad (2.22)$$

Con la resistencia equivalente se calcula la potencia máxima real del evaporador eléctrico,

$$P = \frac{A^2}{R_{TH}} \quad (2.23)$$

$$P = \frac{220^2}{5,82} = 8,3kW \quad (2.24)$$

La potencia real máxima es de 8,3 kW, es decir por criterio de diseño y seguridad, se trabajó con un margen del 35% adicional, para poder controlar de manera óptima la potencia del evaporador eléctrico.

### 2.4.3 CONSTRUCCIÓN DEL EVAPORADOR ELÉCTRICO

Para la fabricación del evaporador, se inició cortando 6 tubos de 1/2 pulgada de acero, con una longitud de 1,5m. Cada tubo fue recubierto por una capa de cemento refractario y se enrolló la niquelina, 60 vueltas con una separación de 2 cm cada espiral.



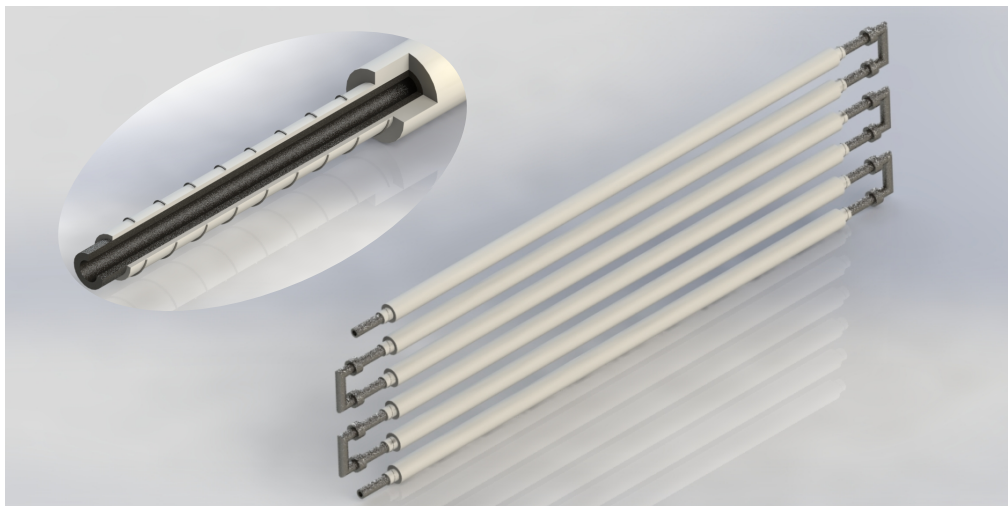
**Figura 2.10:** Fabricación de los tubos del evaporador eléctrico

**Fuente:** [Autor]

Para evitar la corrosión de la niquelina y mejorar la transferencia de calor se recubrió nuevamente el tubo con una capa final de cemento refractario, posteriormente se soldó los tubos con uniones de acero.



*Figura 2.11:* Capa final de cemento refractario  
*Fuente:* [Autor]



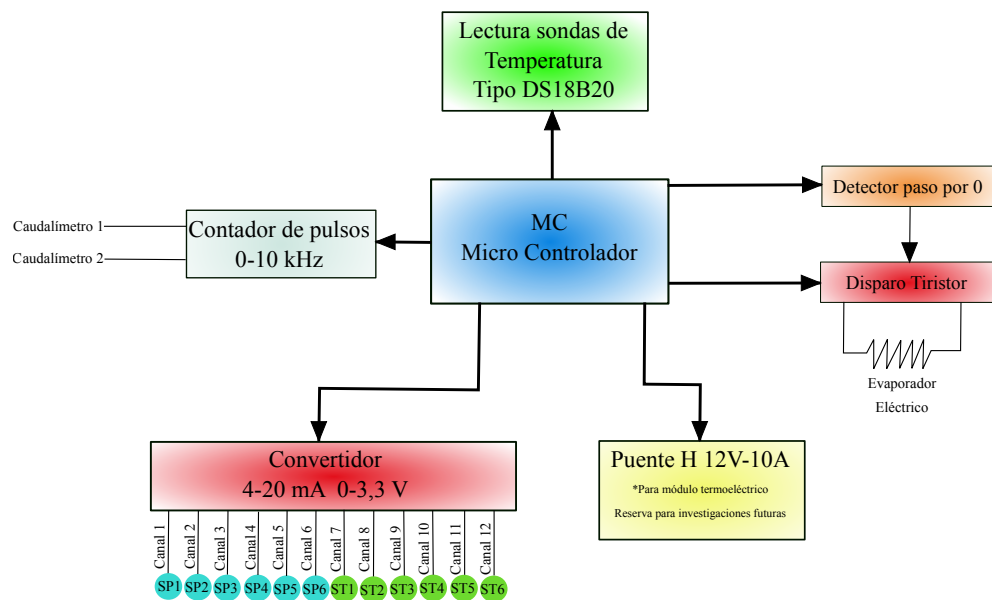
*Figura 2.12:* Diseño del evaporador mediante software  
*Fuente:* [Autor]

#### 2.4.4 CONTROL ELÉCTRICO DEL SISTEMA

Una vez fabricado el evaporador eléctrico, se procedió a realizar la conexión eléc-

trica de control. El sistema trabaja con un micro controlador. En la figura 2.13 se puede observar el diagrama de control del sistema:

- El microcontrolador envía la señal al gate del TRIAC, que es el encargado de regular tensión media aplicada a las resistencias, mediante el disparo del TRIAC por defase de un detector de paso por 0.
- Un convertidor de 4-20 mA, 0-3,3 V, que recibe la señal de los sensores de temperatura y presión y los envía al micro controlador.
- Las sondas de temperatura DS18B20, son las encargadas de medir la temperatura ambiente en el condensador.
- Los caudalímetros trabajan con un contador de pulsos de 0-10 kHz, cada segundo cuenta los pulsos que llegan, mediante una regla de 3 simple calcula el flujo másico.



*Figura 2.13:* Esquema microcontrolador

## 2.5 DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR

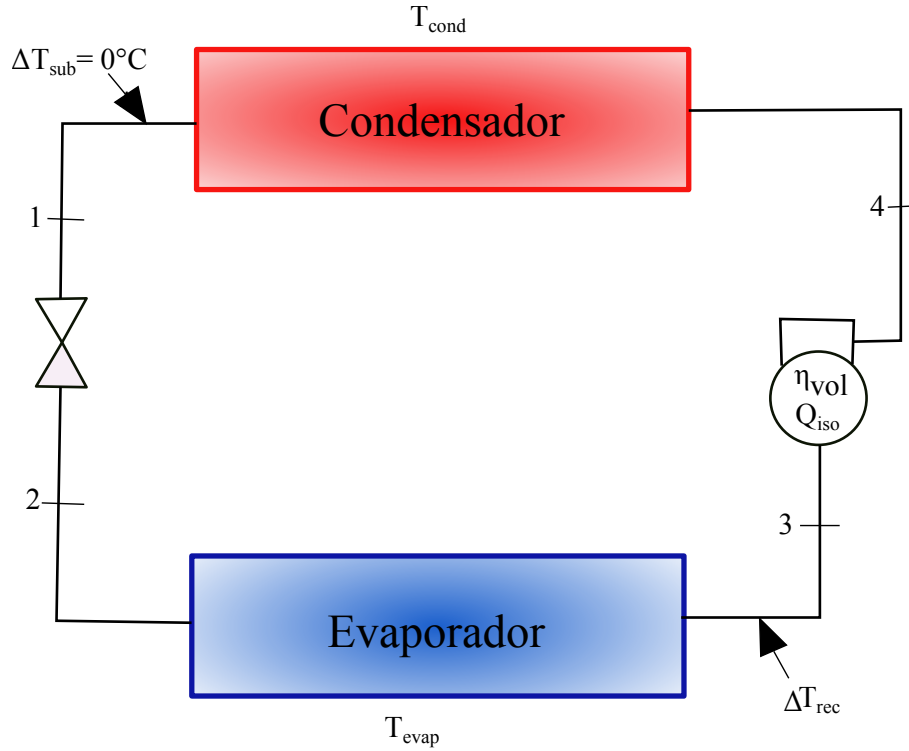
El banco de refrigeración originalmente utilizaba un compresor Tecumseh FH240Z para refrigerante R404A, que trabaja a rpm fijas, se implementó un nuevo sistema para comprimir el refrigerante para lo cual se utilizó dos nuevos compresores junto con un variador de frecuencia para regular las rpm, y trabajar a diferentes condiciones, por tal motivo se tuvo que sustituir el refrigerante R404A a R134A y se trabajó con dos modelos de compresores de auto. Un compresor Valeo TM-13 y un York 210, los dos compresores impulsados por pistones.

Para calcular la potencia del motor que impulsará el compresor se elaboró una gráfica de 3 entradas, entre la temperatura de evaporador, calor de evaporador



y revoluciones del compresor, en la cual nos indica a diferentes condiciones el trabajo de compresor y el calor de evaporador.

La matriz se elaboró a partir de un diagrama de un ciclo de refrigeración simple y con las siguientes ecuaciones, utilizando las tablas de refrigerante R134-a.



**Figura 2.14:** Ciclo de refrigeración simple  
**Fuente:** [Autor]

$$p_1 = p_4 = p_{sat} \rightarrow (T_{cond}) \quad (2.25)$$

$$h_1 \rightarrow (p = p_{sat}, X=0) \quad (2.26)$$

$$h_1 = h_2 \quad (2.27)$$

$$\Delta T_{recal} = T_3 - T_{evap} \quad (2.28)$$

$$p_3 = p_{sat} \rightarrow (T_{evap}) \quad (2.29)$$

$$h_3, s_3 \rightarrow (T = T_3, p = p_3) \quad (2.30)$$

$$s_3 = s_4 \quad (2.31)$$

$$s_4, p_4 \rightarrow h_4 \quad (2.32)$$

$$Q = Q_{vol} \cdot n_{vol} \cdot rpm \quad (2.33)$$

$$Q_{evap} = \dot{m} \cdot (h_3 - h_2) \quad (2.34)$$

$$W_{comp} = \dot{m} \cdot (h_4 - h_3) \quad (2.35)$$

Las siguientes gráficas se obtuvieron con las siguientes condiciones:

$$Q_{vol} = 169 \text{ cm}^3$$

$$T_{cond} = 40^\circ\text{C}$$

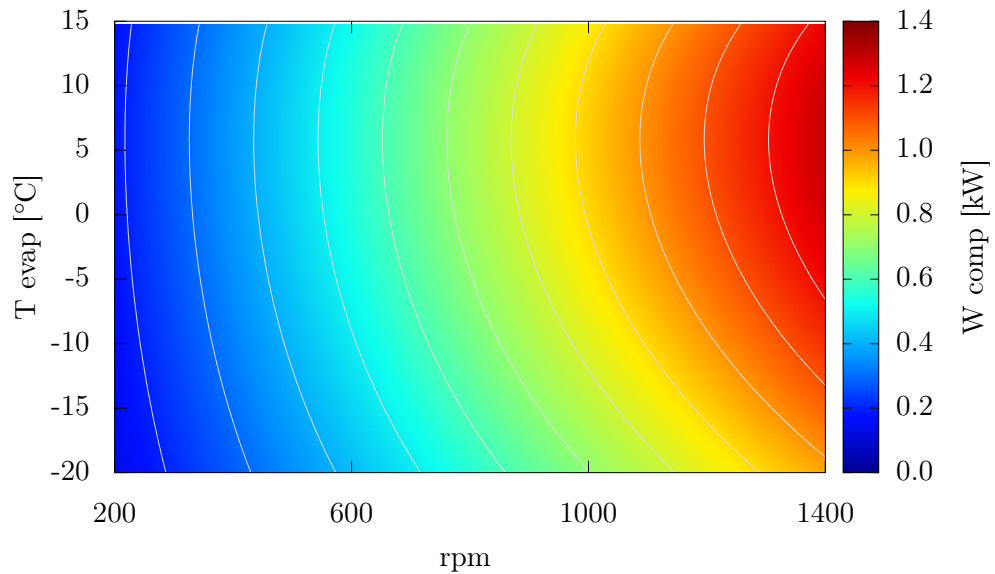
$$\Delta T_{sub} = 1^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{recol} = 5^\circ\text{C}$$

$$n_{vol} = 0,6$$

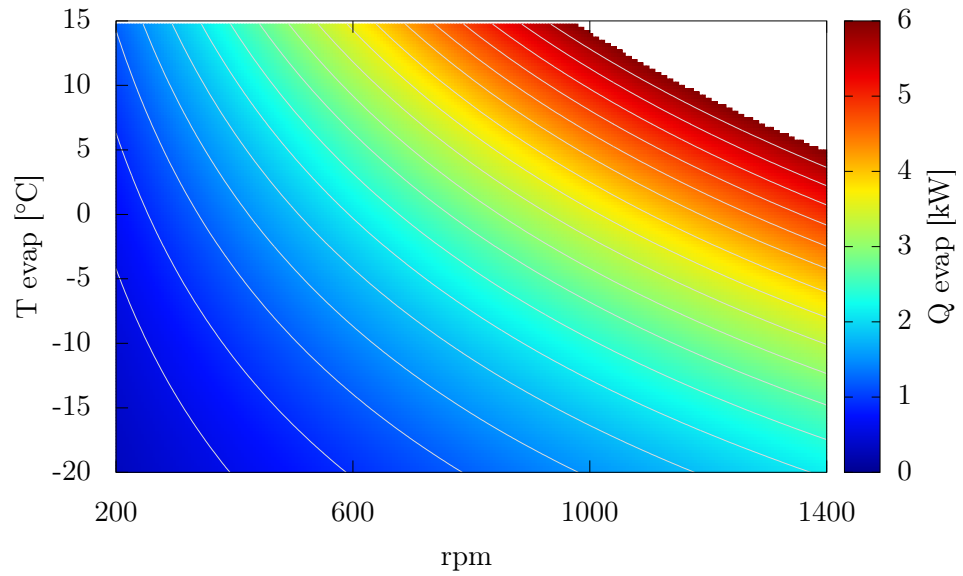
$$n_{compresor} = 0,7$$

Los datos de los refrigerantes se obtuvieron de la base de datos Coolprop, [14].



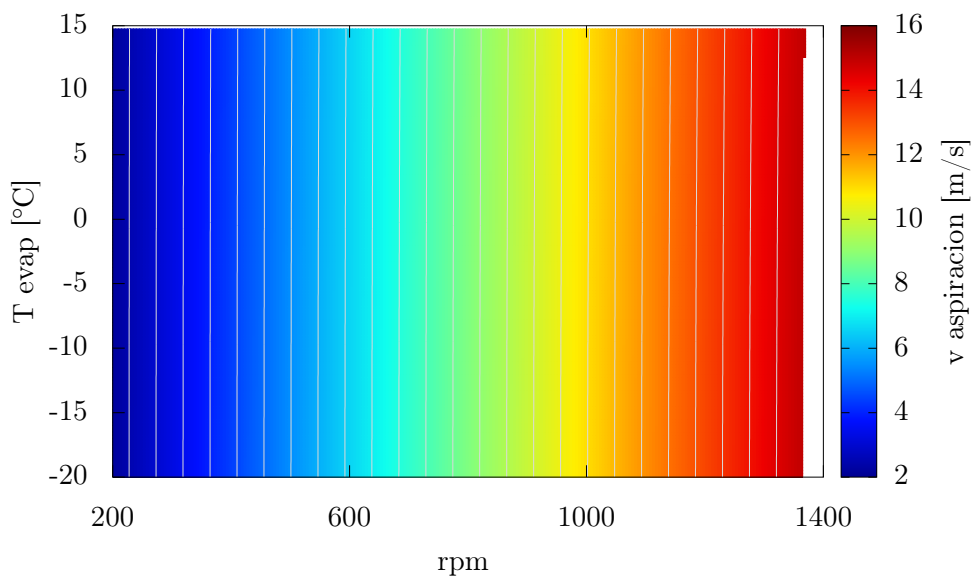
**Figura** 2.15: Trabajo de compresor en función de la temperatura de evaporador y rpm

**Fuente:** [Autor]



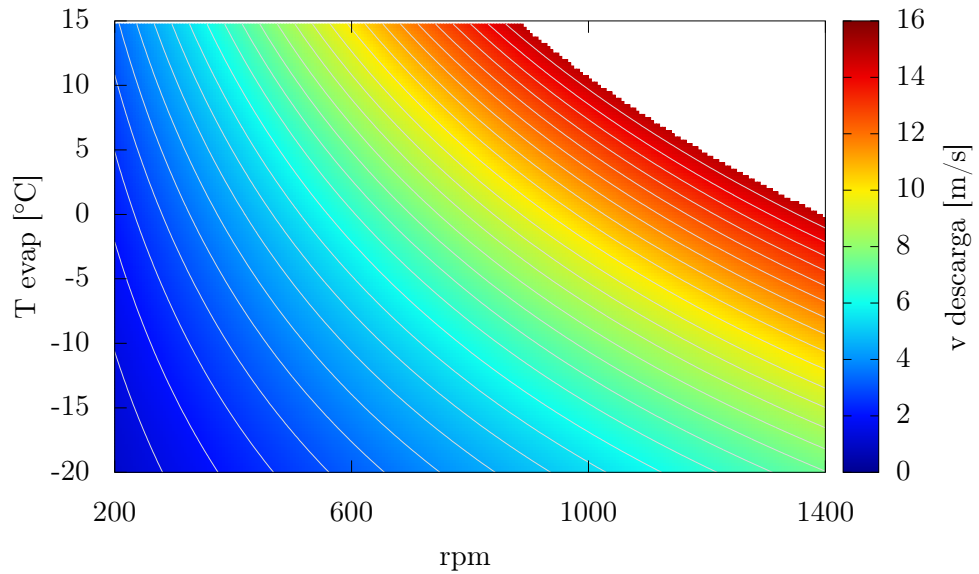
**Figura 2.16:** Calor de evaporador en función de la temperatura de evaporador y rpm

**Fuente:** [Autor]



**Figura 2.17:** Velocidad en la aspiración en función de la temperatura de evaporador y rpm

**Fuente:** [Autor]



**Figura 2.18:** Velocidad en la descarga en función de la temperatura de evaporador rpm

**Fuente:** [Autor]

Con los resultados obtenidos, se observa un intervalo mínimo y máximo de revoluciones para el compresor, mediante una acople de poleas, en el cual la relación de transmisión fue de 2 a 1, se selecciono motor de 7,5 Hp que gira a 3600 rpm.



**Figura 2.19:** Compresor y motor

**Fuente:** [Autor]

A partir de las figuras 2.16,2.17y 2.18 se determina la población, es decir las combinaciones en las que puede operar el sistema.

### 2.5.1 DISEÑO DEL DISPOSITIVO VENTURI

Para diseñar el dispositivo venturi, se es necesario conocer el diámetro de la sección con y sin estrangulamiento para que el tubo funcione de la mejor manera.

Primero se procede a calcular el flujo másico (R134-a) que pasa a través del condensador.

Se calcula el flujo másico en condiciones extremas de trabajo del compresor. A estas condiciones se presentan dos caso:

1. Con T condensador = 30°C y T evaporador = 10°C.
2. Con T condensador = 40°C y T evaporador = -20°

Para los dos casos se parte del diagrama de refrigeración de un ciclo simple (figura 2.14). Con los datos de cada condición y con los datos de trabajo del compresor (figura 2.8) se encontró el flujo másico, utilizando la ecuación 2.34.

De la longitud total del condensador se dividió en 10 segmentos, para obtener la pérdida o caída de presión, para dimensionar el venturi.

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (2.36)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[ \left( \frac{\epsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} + \left( \frac{6,9}{Re} \right) \right] \quad (2.37)$$

Se calculó mediante software la pérdida de presión en cada tramo a lo largo del condensador, con la ecuación 2.38 y se obtuvo lo siguiente:

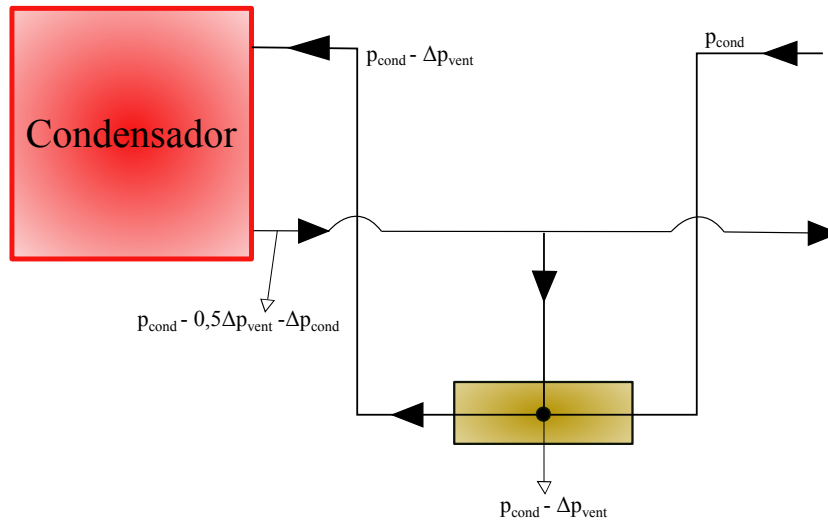
$$\Delta P_{c_n} = \frac{1}{2} (V^2) \left( \frac{f \cdot L}{D} \right) \quad (2.38)$$

$$\Delta P_{c_{total}} = \sum \Delta P_{c_1} + \Delta P_{c_2} + \dots + \Delta P_{c_{10}} \quad (2.39)$$

En la figura 2.20 se puede observar el esquema una vez instalado el venturi y las presiones que intervienen, es necesario conocer el flujo másico que atraviesa por el venturi, las velocidades y finalmente las áreas para poder conocer el diámetro del estrangulamiento con el cual se va a trabajar, para lo cual se utilizó las siguientes ecuaciones:

$$\dot{m}_v = \frac{\dot{m} (h_4 - h_g)}{h_g - h_1} \quad (2.40)$$

$$V = \frac{\dot{m}_v}{\rho A} \quad (2.41)$$



**Figura 2.20:** Esquema Condensador-Venturi

**Fuente:** [Autor]

De la figura 2.20 se iguala las presiones de la siguiente manera, con el fin de obtener la diferencia o caída de presión en el venturi:

$$0,5\Delta P_v - \Delta P_c = \frac{1}{2}\rho V^2 \quad (2.42)$$

Se necesita conocer las velocidades en venturi para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_1 = \frac{\dot{m}}{\rho_{\text{vapsobrecalentado}} A_1} \quad (2.43)$$

Con la velocidad 1y reemplazamos los datos en la ecuación 2.42y obtenemos la velocidad 2, y con la ecuación 2.41, finalmente el área y el diámetro del venturi. los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 2.2:** Resultados diseño del venturi

	$\dot{m}$ (kg/s)	$\dot{m}_v$ (kg/s)	$\Delta P_{c\text{total}}$ (Pa)	V1 (m/s)	V2 (m/s)	D2 (mm)
Caso 1	0,06061	0,0075	16439,71	28,53	40,00	20,28
Caso 2	0,03022	0,01071	3813,52	12,18	16,37	7,93

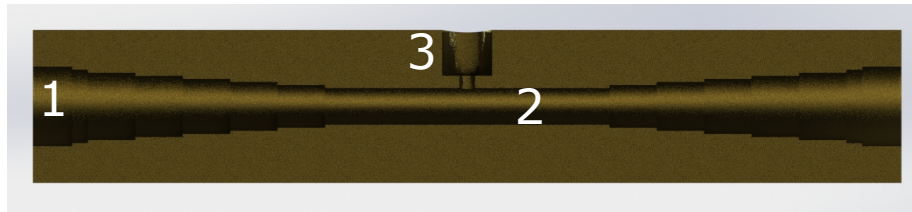
**Fuente:** [Autor]

En la figura 2.21 se puede observar el diseño final del venturi, donde en la sección 2 existe una caída de presión, haciendo que el venturi trabaje de la siguiente manera:

Por la sección 1 ingresa el vapor sobrecalentado que proviene del compresor, en el estrangulamiento se produce una disminución de la presión, el taladro 3 está

conectado a la tubería que transporta líquido subenfriado que sale del condensador. La presión del estrangulamiento o garganta del venturi es menor a la presión de la tubería de salida del condensador, esta diferencia de presiones hace que el venturi succione líquido que se mezcla con el vapor reduciendo el recalentamiento del mismo.

El dispositivo fue elaborado de un eje macizo de latón, figura 2.22. Adicionalmente se instaló una bomba de membranas, como sistema auxiliar para la reinyección de líquido, figura 2.23, modelo Hydra-Cell pump D03EKBTHFEMA.



**Figura 2.21:** Sección del tubo venturi, diseño por software  
**Fuente:** [Autor]



**Figura 2.22:** Tubo venturi  
**Fuente:** [Autor]



*Figura 2.23:* Bomba de membranas, sistema auxiliar de inyección de líquido.

*Fuente:* [Autor]

## 2.6 HIPÓTESIS.

¿Aumenta el coeficiente de convección de un condensador en un sistema de refrigeración mediante la reinyección de líquido subenfriado?

## 2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

### 2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Reinyección de líquido subenfriado.

### 2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Coefficiente de convección.



## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 CUANTITATIVA**

Se examinará los datos en forma numérica, basados en principios de estadística.

##### **3.1.2 EXPLORATORIA**

Se analizará el problema con el propósito de mejorar la eficiencia de los condensadores en los sistemas de refrigeración mediante un sistema de reinyección.

##### **3.1.3 BIBLIOGRÁFICA**

A través de bases bibliográficas, artículos y estudios previos se busca determinar la mejora del coeficiente de convección en los condensadores.

##### **3.1.4 EXPLICATIVA**

Se busca encontrar la validez de la interrelación de factores que intervienen simultáneamente en el proceso, midiendo el efecto de uno sobre otro, en esta investigación el efecto positivo o negativo que influyente sobre el COP del sistema y al coeficiente de convección en el condensador, al reinyectar líquido subenfriado en la entrada del mismo.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1 POBLACIÓN**

La presente investigación la población se determina a partir de la figura 2.16, donde se delimita una gran cantidad de posibles combinaciones para que el sistema de refrigeración opere.

##### **3.2.2 MUESTRA**

En el trabajo se tomaron 12 casos como se muestra en el cuadro 3.3, en los cuales se varió las revoluciones del compresor mediante el variador de velocidad y además la potencia de evaporador eléctrico. Estos casos fueron delimitados gracias a la figura 2.16.

**Tabla 3.3:** Matriz de mediciones

RPM Compresor	Potencia de evaporador			
20 Hz	20 %	40 %	60 %	80 %
40 Hz	20 %	40 %	60 %	80 %
60 Hz	20 %	40 %	60 %	80 %

**Fuente:**[Autor]

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

#### 3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:

Reinyección de líquido subenfriado.

**Tabla 3.4:** Operacionalización de la variable independiente.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El Subenfriamiento del refrigerante, es la disminución de la temperatura del refrigerante líquido saturado a la salida del condensador, para su reinyección antes de la entrada del condensador.	Reinyección de refrigerante	Cantidad de flujo másico reinyectado	¿ Cuánto líquido reinyectar?	Dispositivo venturi. Bomba de membranas.

**Fuente:**[Autor]

#### 3.3.2 Variable dependiente:

Coefficiente de convección.

**Tabla 3.5:** Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Cuando un fluido se pone en contacto con una superficie sólida a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de energía térmica es conocido como transferencia de calor por convección.	Coefficiente global de transferencia de calor U W/m <sup>2</sup> · °C	Número de Nusselt Velocidad del fluido Régimen del fluido Coefficiente de convección	¿Mejora el coeficiente global de transferencia de calor ?	Modelo matemático. Bancada de refrigeración

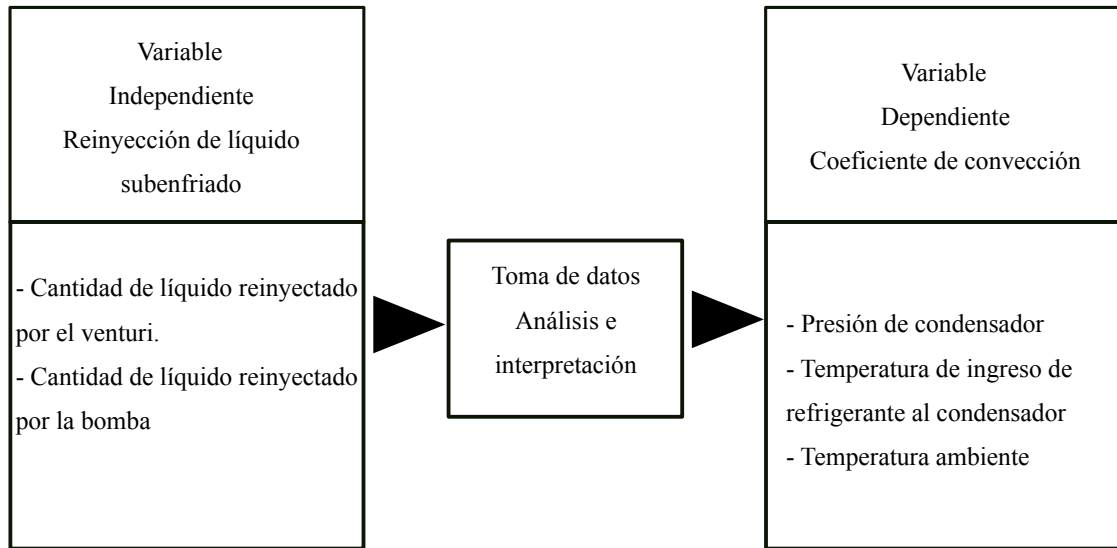
*Fuente:* [Autor]

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

La recolección de datos se realizó a través del banco de refrigeración, los datos medidos por los sensores fueron compilados en un software para su posterior estudio y análisis. Se tomó 12 condiciones, para cada caso se fue variando la temperatura de ingreso del refrigerante en el condensador. Estos casos fueron estudiados para analizar el comportamiento del condensador frente a la variación de la temperatura de entrada a diferentes condiciones de trabajo del compresor y de evaporador.

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Para que la toma de datos se realice de una manera óptima, se tomo como referencia la matriz del cuadro 3.3 y la recolección de datos se realizó de la siguiente manera:



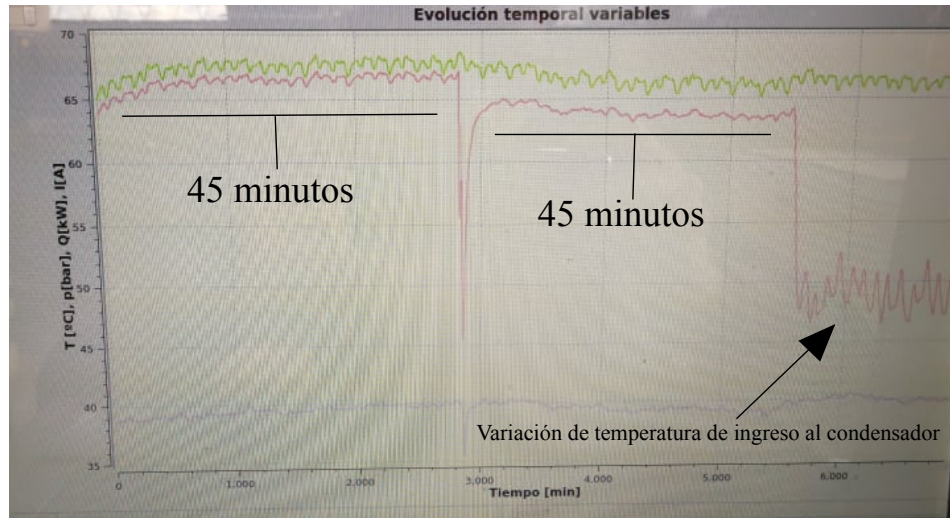
**Figura 3.24:** Variables  
**Fuente:**[Autor]

### 3.5.1 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS.

Para cada medición se siguió una serie de pasos para llevar de forma ordenada la toma de datos, a continuación se detalla el procedimiento.

1. Encender la electrónica del banco de refrigeración y conectarlo al ordenador.
2. Setear el variador de velocidad para que el compresor gire a las rpm, según sea el caso.
3. Setear la potencia de evaporador.
4. Arrancar el banco de pruebas.
5. Esperar 15 minutos hasta que el sistema se estabilice.
6. Cuando el sistema está estable, se procede a limpiar la pantalla, y a condiciones normales de trabajo se le deja trabajar 45 minutos.
7. Después de los 45 minutos, abrir la la válvula del dispositivo venturi para que empiece a inyectar líquido al sistema, y dejar 45 minutos.
8. Pasados los 45 minutos, controlamos la cantidad de inyección de líquido mediante la bomba y el variador. Cada intervalo de medidas debe ser de 45 minutos.

Al final de cada medición se obtienen los siguientes datos de la figura 3.25, los cuales serán analizados en el siguiente capítulo.



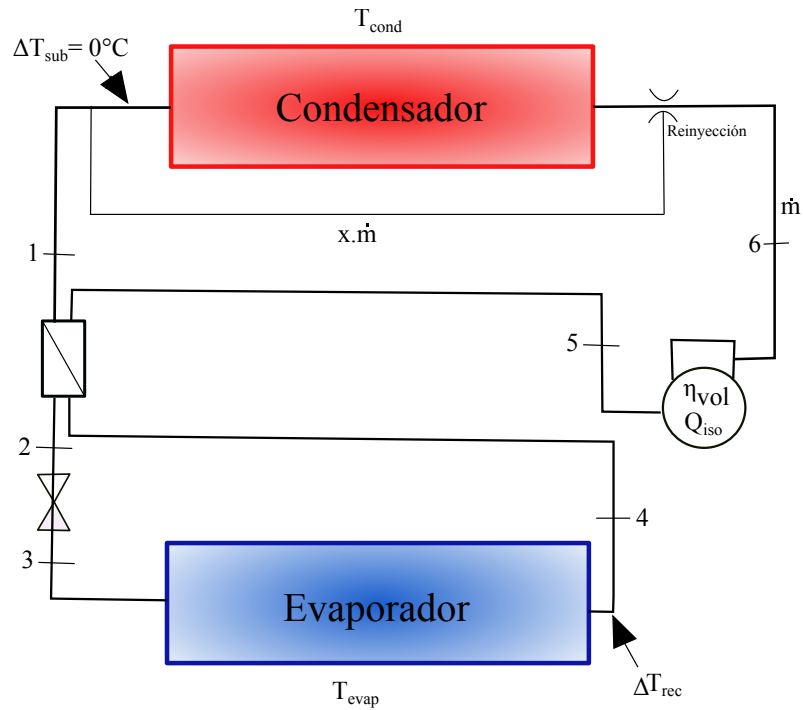
**Figura 3.25:** Interfaz, software obtención de datos.  
**Fuente:** [Autor]

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1 MODELO MATEMÁTICO.

Para realizar el modelo matemático se parte del esquema de la figura 4.26, del cual se determinan las ecuaciones y las variables a calcular, para lo cual se utiliza modelos de transferencia de calor y modelo termodinámico.



**Figura 4.26:** Ciclo del sistema de refrigeración

**Fuente:** [Autor]

El modelo matemático se basa en las siguientes funciones matemáticas:

- Función modelo del ciclo termodinámico

$$f_1(p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta p_{cond} rpm) - Q_{cond} = 0 \quad (4.44)$$

$$f_2(p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta T_{recal}) - Q_{evap} = 0 \quad (4.45)$$

- Función modelo de transferencia de calor en el condensador

$$f_3(p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta p_{cond} rpm T_{ambiente} x) - Q_{cond} = 0 \quad (4.46)$$

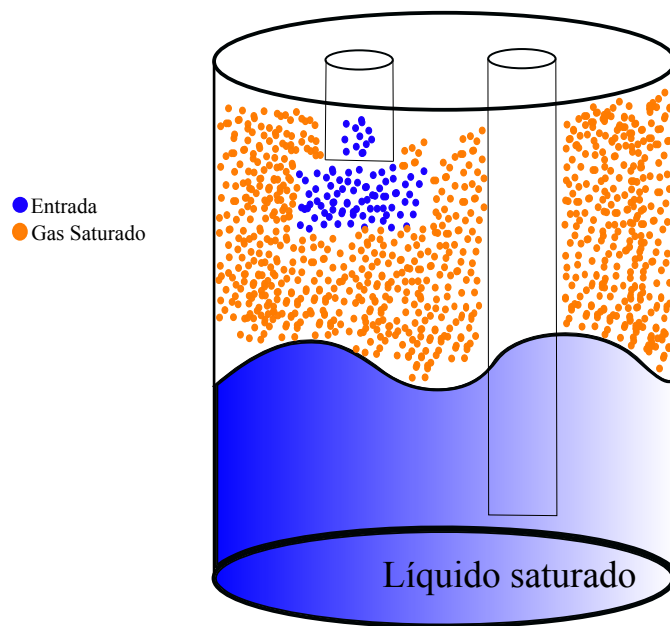
- Función modelo de pérdida de presión en el condensador

$$f_4(p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben}) - \Delta p_{cond} = 0 \quad (4.47)$$

En las ecuaciones los términos en color rojo representan las incógnitas.

Resulta un sistema de 4 ecuaciones con 5 incógnitas, en el momento de la resolución se obtuvo infinitas soluciones, motivo por el cual se fijó la  $\Delta T$  de subenfriamiento.

Siendo la temperatura de subenfriamiento una variable, se la procede a fijar con un valor constante de  $0^\circ\text{C}$ , debido al siguiente fenómeno descrito en la figura 4.27 :



**Figura 4.27:** Diagrama recipiente de líquido  
**Fuente:** [Autor]

En las condiciones de trabajo de la bancada de refrigeración, el tanque de líquido como se muestra en la figura 4.27, está lleno parcialmente del líquido y de gas. Se presentan 2 condiciones en el tanque que son las siguientes:

- En la entrada ingresa líquido subenfriado y al mezclarse con el gas sobrecalentado, disminuye la presión del tanque haciendo que se igualen las presiones de líquido y gas. Como resultado final se obtiene gas saturado y líquido saturado, por geometría y composición del tanque, la salida del mismo es de líquido saturado, razón por la cual el subenfriamiento es  $0^\circ\text{C}$ .
- En la entrada ingresa bifásico y al mezclarse con el gas sobrecalentado, aumenta la presión del tanque y por ende la temperatura haciendo que condense más, y que el líquido y el vapor estén en saturación. Entonces en la salida del tanque tenemos líquido saturado, razón por la cual el subenfriamiento es  $0^\circ\text{C}$ .

Se cualquiera de las dos situaciones, el subenfriamiento en la banca de refrigeración será  $0^\circ\text{C}$ .

Se procede a describir cada función:

Función 1 y 2, calor de condensador del ciclo

$$\rho_5 \rightarrow (\Delta T_{recal} p_{evpa}) \quad (4.48)$$

$$\dot{m} = \rho_5 \cdot Q_{vol} \cdot n_{vol} \quad (4.49)$$

$$h_1 \rightarrow (X = 0 p_{cond}) \quad (4.50)$$

Volemos a utilizar las ecuaciones de la 2.27a la 2.35

$$h_{6iso} \rightarrow s_4, p_4 \quad (4.51)$$

$$h_6 = \frac{h_{6iso} - h_5}{n_{iso}} + h_5 \quad (4.52)$$

$$Q_{cond} = \dot{m}(h_6 - h_1) \quad (4.53)$$

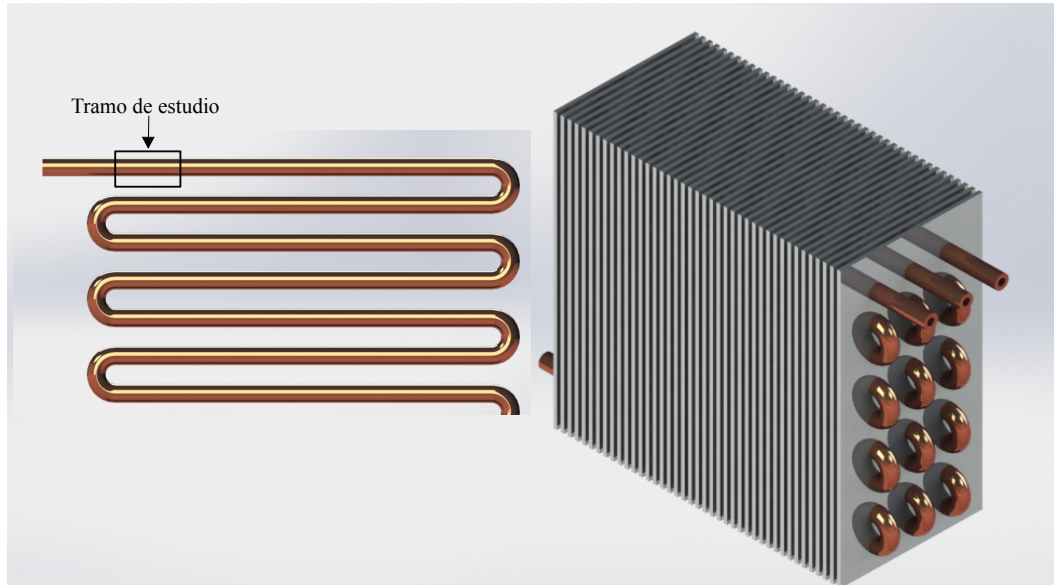
$$Q_{evap} = \dot{m}(h_4 - h_3) \quad (4.54)$$

Función 3, calor de condensador por transferencia de calor.

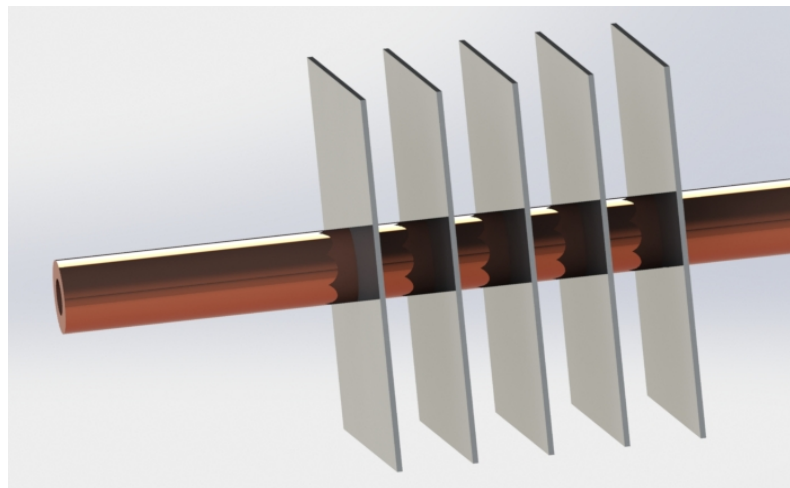
Como se observa en la figura 4.28, podemos identificar que el condensador posee tres circuitos por donde el refrigerante pasa. Para para presente investigación se



aisló en un solo segmento y a este se lo dividió en tramos para estudiar tramo a tramo la transferencia de calor lo largo del condensador como se muestra en la gráfica 4.29.



**Figura 4.28:** Condensador  
**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.29:** Tramo de estudio del condensador  
**Fuente:** [Autor]

Por transferencia de calor mediante conducción y convección el sistema presente 3 resistencias que son, Resistencia externa, Resistencia del tubo y la resistencia interna. Las mismas resistencias están definidas por las siguientes ecuaciones:

$$R_{ext} = \frac{1}{A_{tubo.ext} \cdot \alpha_{ext.equivalente}} \quad (4.55)$$

$$R_{Tubo} = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi kL} \quad (4.56)$$

$$R_{inte} = \frac{1}{A_{int} \cdot \alpha_{int}} \quad (4.57)$$

Donde el coeficiente de transferencia de calor por convección interno depende de lo siguiente:

$$\alpha_{int} \begin{cases} \alpha > \alpha_{vapor} & Dittus - Boelter \\ \alpha_{liquido} < \alpha < \alpha_{vapor} & Cavallini \\ \alpha < \alpha_{vapor} & Dittus - Boelter \end{cases} \quad (4.58)$$

Siendo la ecuación de Dittus Boelter la siguiente:

$$Nu = 0,023Re^{0,8}Pr^n \begin{cases} n = 0,4 & calentamiento \\ n = 0,3 & enfriamiento \end{cases} \quad (4.59)$$

Para el cálculo por Cavallini se siguen las siguientes ecuaciones:

$$J_G = \frac{X \cdot G}{[g \cdot D_{int} \cdot \rho_{gas} (\rho_{liq} - \rho_{gas})]^{0,5}} \quad (4.60)$$

$$J_G^T = \left\{ [7,5 / (4,3X_{tt}^{1,111} + 1)]^{-3} + C_T^{-3} \right\}^{-1/3} \quad (4.61)$$

$C_t = 1,6$  Hidrocarburos

$C_t = 2,6$  Otros refrigerantes

$$\begin{cases} J_G > J_G^T & \alpha_A = \alpha_{LO} \left[ 1 + 1,128X^{0,8170} \left( \frac{\rho_{liq}}{\rho_{gas}} \right)^{0,3685} \left( \frac{\mu_{liq}}{\mu_{gas}} \right)^{0,2363} \left( 1 - \frac{\mu_{gss}}{\mu_{liq}} \right)^{2,144} Pr_{liq}^{-0,1} \right] \\ J_G \leq J_G^T & \alpha_D = \left[ \alpha_A \left( \frac{J_G^T}{J_G} \right)^{0,8} - \alpha_{STRAT} \right] \left( \frac{J_G}{J_G^T} \right) + \alpha_{STRAT} \end{cases} \quad (4.62)$$

$$\alpha_{LO} = [0,023Re_{LO}^{0,8}Pr_{liq}^{0,4}k_{liq}/D] \quad (4.63)$$

$$\alpha_{STRAT} = 0,725 \left\{ 1 + 0,741 [(1 - X)/X]^{0,3321} \right\}^{-1} + (1 - X^{0,087}) \alpha_{LO} \quad (4.64)$$

Después de calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección interno, se calcula el calor.

$$A_{tubo.ext} \cdot h_{ext.equivalente} \approx A_{aleta.semiinfinita} \cdot h_{aleta} \quad (4.65)$$

$$Q = (R_{ext} + R_{tubo} + R_{ext}) \cdot (T_{ambiente} - T_{mediaR134a}) \quad (4.66)$$

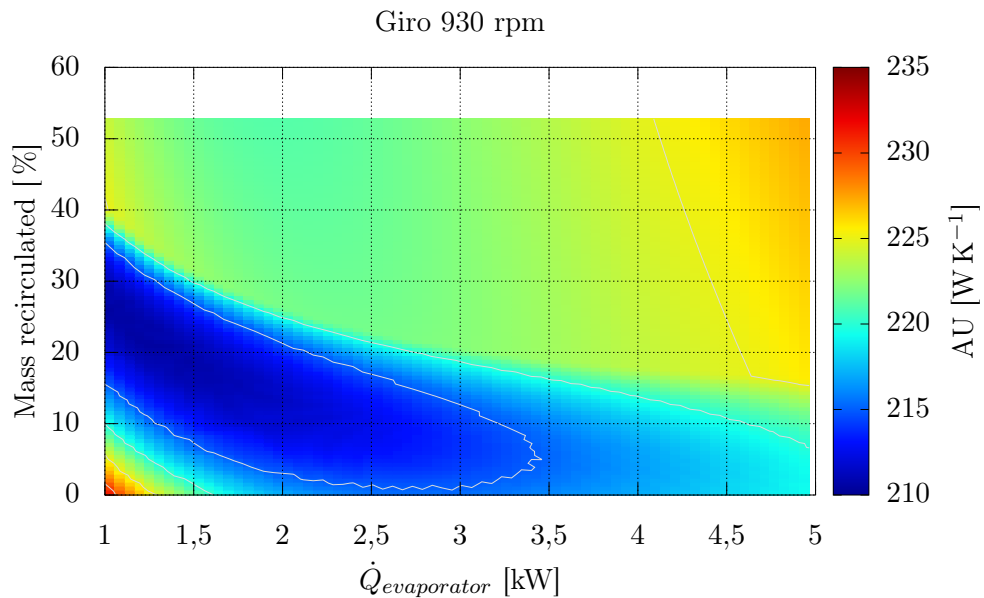
Se estudio el condensador en tramos por lo cual la h quedaría de la siguiente manera:

$$h_{i+1} = h_i - \frac{Q}{\dot{m}} \quad (4.67)$$

Función 4, pérdida de carga del condensador

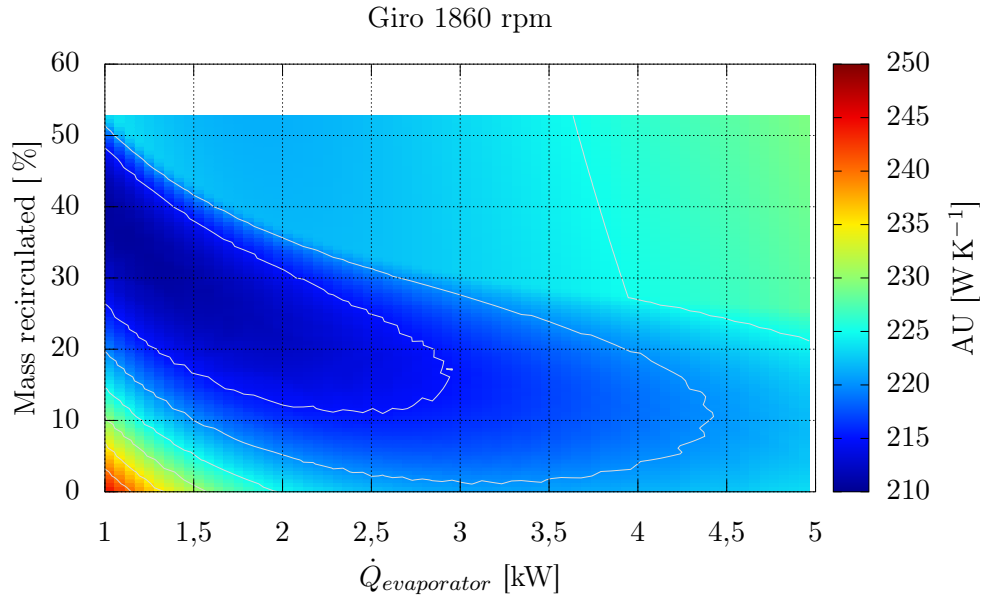
Para calcular las función 4 utilizamos las ecuaciones del ciclo térmico utilizadas en la función 1, además la ecuación del número de Reynolds 2.36, del factor de pérdida de carga 2.37, después el  $\Delta P$  o la pérdida de presión en cada tramo con la ecuación 2.38.

Finalmente se utiliza la ecuación 2.39 para obtener la pérdida de presión total del condensador.



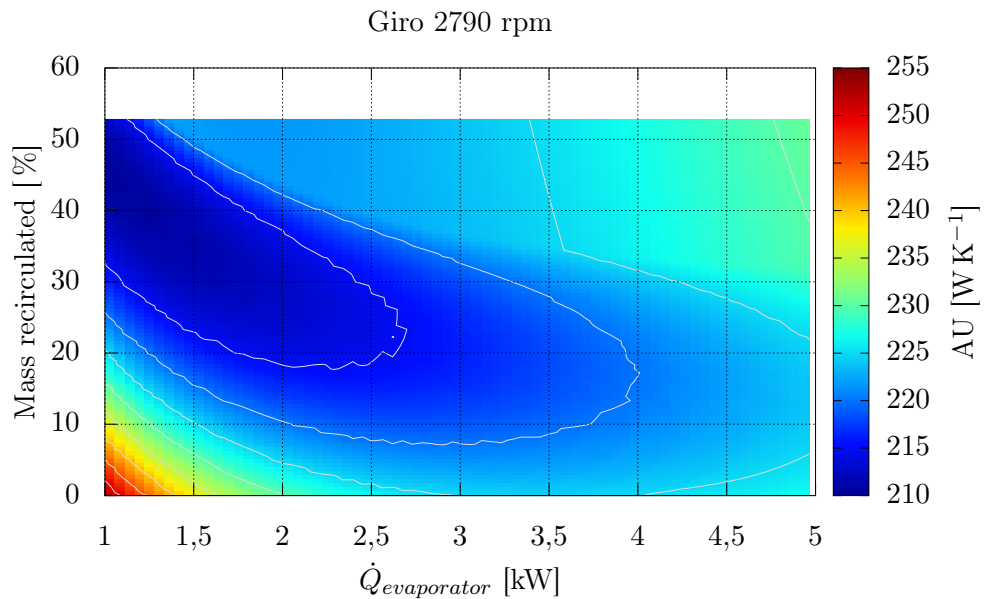
**Figura** 4.30: Coeficiente  $A*U$ , calculado por el modelo a 20 Hz (930 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.31:** Coeficiente A\*U, calculado por el modelo a 40 Hz (1860 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.32:** Coeficiente A\*U, calculado por el modelo a 60 Hz (2790 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada

**Fuente:** [Autor]

Se puede observar en los resultados del modelo matemático que el valor de AU depende del calor de evaporador:

- Cuando el evaporador trabaja a baja potencia el coeficiente global de transferencia de calor disminuye al reducir el recalentamiento (Al recircular más flujo másico).

- Sin embargo el evaporador a potencias altas al reducir el recalentamiento, el coeficiente global de transferencia tiende a aumentar ligeramente, independientemente de las rpm del compresor.

#### 4.2 TOMA Y ANÁLISIS DATOS.

Según el cuadro 3.3, se realizaron 12 casos, que se los nombraron como index, y cada index internamente se varió la temperatura de ingreso al condensador y se obtuvo lo siguiente:

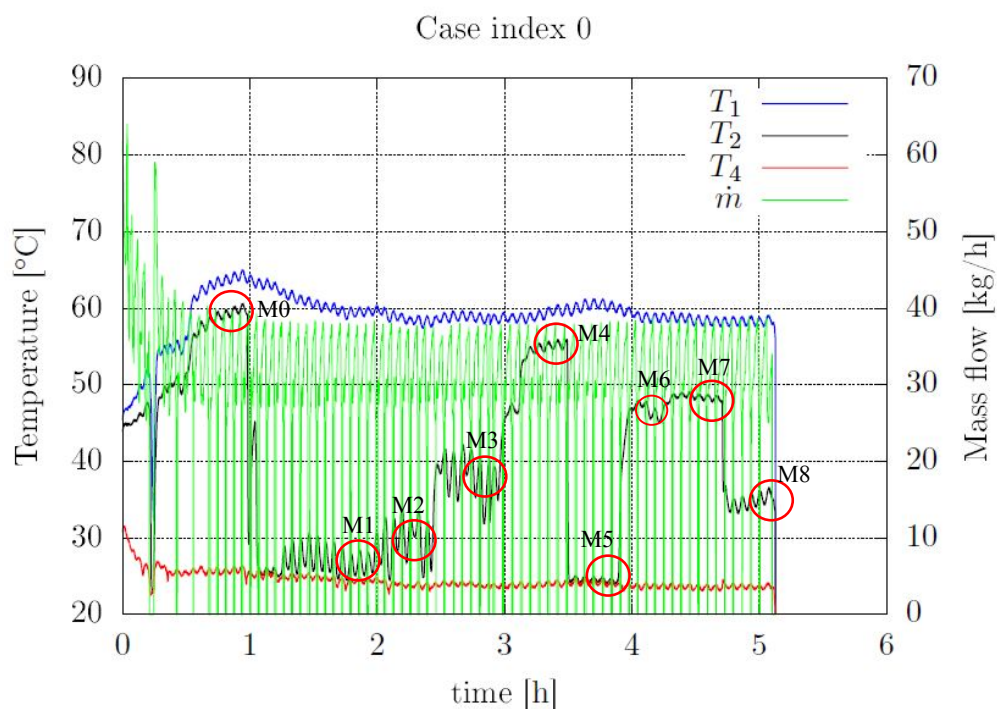
Se inició las mediciones con el compresor Valeo TM-13.

Inicialmente la válvula de expansión estuvo con el orificio N°4, motivo por el cual los index 0, 5 y 7 se repitieron. Los mismos se volvieron a medir con el orificio N°2, debido a que el evaporador trabajaba a 20 % a la capacidad más baja se debe trabajar con el orificio N°2 para que regule de mejor manera el recalentamiento.

**Tabla 4.6:** Index 0

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	2	5	03:14:00 PM	04:12:00 PM	20 Hz	20 %	no	no
1	2	5	04:12:00 PM	05:16:00 PM	20 Hz	20 %	no	5 Hz
2	2	5	05:16:00 PM	05:46:00 PM	20 Hz	20 %	no	3.3 Hz
3	2	5	05:46:00 PM	06:30:00 PM	20 Hz	20 %	si	no
4	2	5	06:30:00 PM	06:54:00 PM	20 Hz	20 %	no	no
5	2	5	06:54:00 PM	07:17:00 PM	20 Hz	20 %	si	no
6	2	5	07:17:00 PM	07:51:00 PM	20 Hz	20 %	si	no
7	2	5	07:51:00 PM	08:10:00 PM	20 Hz	20 %	si	no
8	2	5	08:10:00 PM	08:30:00 PM	20 Hz	20 %	si	no

**Fuente:** [Autor]



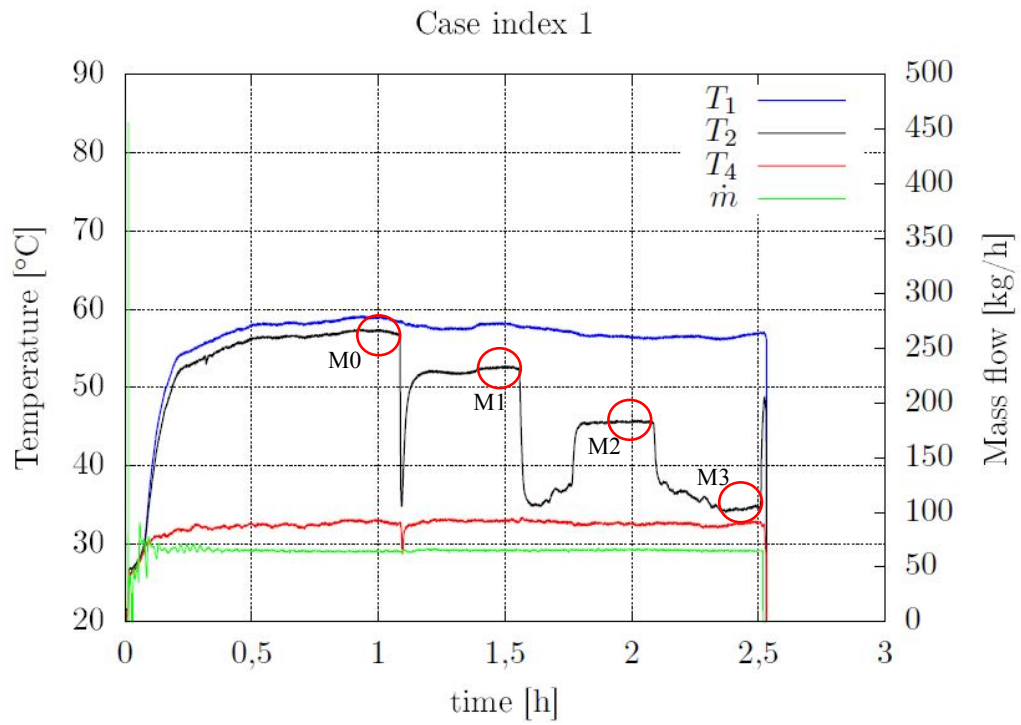
**Figura** 4.33: Index 0

En las figuras de los index, los círculos rojos representan los últimos 15 minutos de cada intervalo de medición, los cuales se ven con mejor detalles y por separado en los Anexos. Además, en el mismo anexo se puede observar el comportamiento de la presión al momento de producirse la mezcla o reinyección de líquido subenfriado. En las gráficas podemos observar 3 temperaturas, donde la  $T_1$  representa de temperatura antes de la mezcla, la  $T_2$  representa la temperatura después de la mezcla y con la que ingresa al condensador, y la  $T_4$  es la temperatura de salida del condensador.

**Tabla** 4.7: Index 1

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	3	5	04:08:00 PM	05:14:00 PM	20Hz	60 %	si	no
1	3	5	05:14:00 PM	05:43:00 PM	20Hz	60 %	si	no
2	3	5	05:43:00 PM	06:17:00 PM	20Hz	60 %	si	no
3	3	5	06:17:00 PM	06:43:00 PM	20Hz	60 %	si	no

**Fuente:** [Autor]

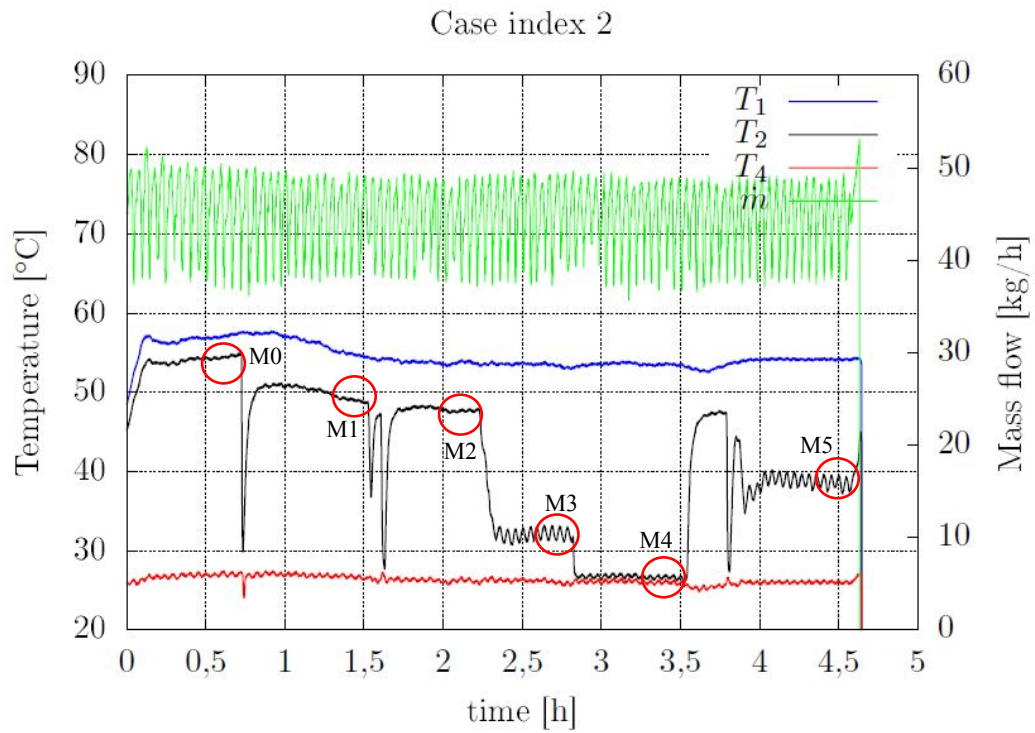


**Figura 4.34:** Index 1

**Tabla 4.8:** Index 2

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	7	5	#N/A	#N/A	20 Hz	40 %	no	no
1	7	5	#N/A	04:46:00 PM	20 Hz	40 %	si	no
2	7	5	04:46:00 PM	05:33:00 PM	20 Hz	40 %	si	no
3	7	5	05:33:00 PM	06:14:00 PM	20 Hz	40 %	si	solo válvula
4	7	5	06:14:00 PM	07:00:00 PM	20 Hz	40 %	si	no
5	7	5	07:00:00 PM	08:06:00 PM	20 Hz	40 %	no	5.3 Hz

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.35:** Index 2

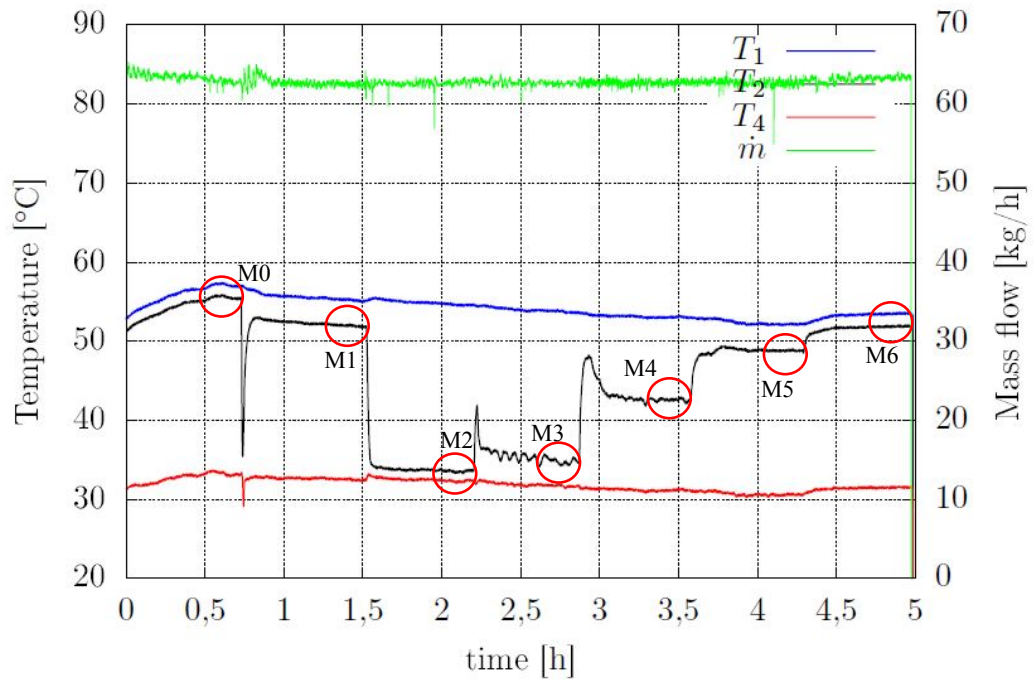
**Tabla 4.9:** Index 3

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	8	5	03:10:00 PM	03:55:00 PM	20 Hz	60 %	no	no
1	8	5	03:55:00 PM	04:42:00 PM	20 Hz	60 %	si	no
2	8	5	04:42:00 PM	05:25:00 PM	20 Hz	60 %	si	no
3	8	5	05:25:00 PM	06:10:00 PM	20 Hz	60 %	si	solo válvula
4	8	5	06:10:00 PM	06:55:00 PM	20 Hz	60 %	no	7 Hz
5	8	5	06:55:00 PM	07:40:00 PM	20 Hz	60 %	no	5.7 Hz
6	8	5	07:40:00 PM	08:25:00 PM	20 Hz	60 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



Case index 3



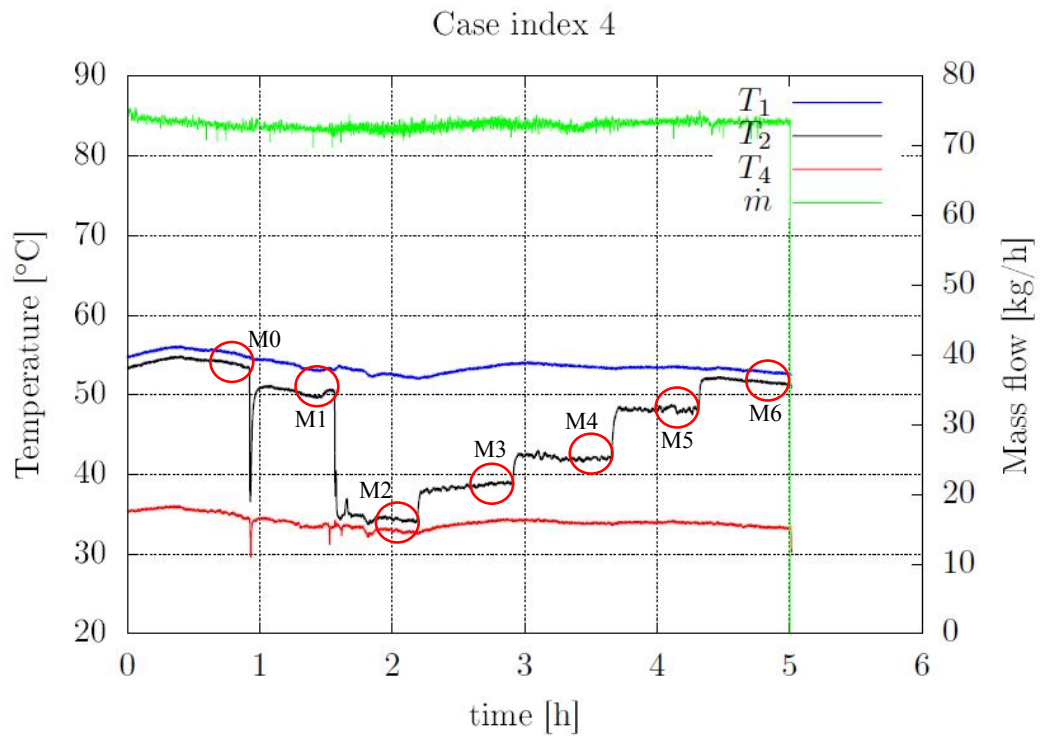
**Figura 4.36:** Index 3

**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.10:** Index 4

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	9	5	02:49:00 PM	03:35:00 PM	20 Hz	80 %	no	no
1	9	5	03:35:00 PM	04:20:00 PM	20 Hz	80 %	si	no
2	9	5	04:20:00 PM	05:05:00 PM	20 Hz	80 %	no	14 Hz
3	9	5	05:05:00 PM	05:50:00 PM	20 Hz	80 %	no	11 Hz
4	9	5	05:50:00 PM	06:35:00 PM	20 Hz	80 %	no	9 Hz
5	9	5	06:35:00 PM	07:20:00 PM	20 Hz	80 %	no	7 Hz
6	9	5	07:20:00 PM	08:05:00 PM	20 Hz	80 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



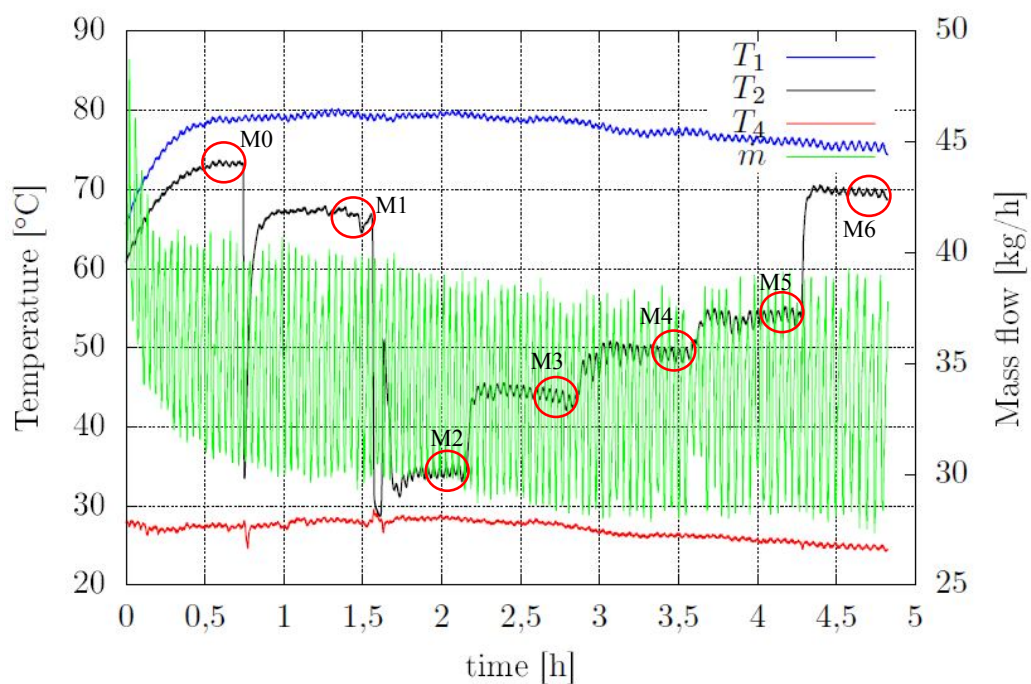
**Figura 4.37:** Index 4  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.11:** Index 5

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	10	5	02:41:00 PM	03:25:00 PM	40 Hz	20 %	no	no
1	10	5	03:25:00 PM	04:10:00 PM	40 Hz	20 %	si	no
2	10	5	04:10:00 PM	04:55:00 PM	40 Hz	20 %	no	8 Hz
3	10	5	04:55:00 PM	05:40:00 PM	40 Hz	20 %	no	6 Hz
4	10	5	05:40:00 PM	06:25:00 PM	40 Hz	20 %	no	4 Hz
5	10	5	06:25:00 PM	07:10:00 AM	40 Hz	20 %	no	3 Hz
6	10	5	07:10:00 AM	07:55:00 PM	40 Hz	20 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

Case index 5



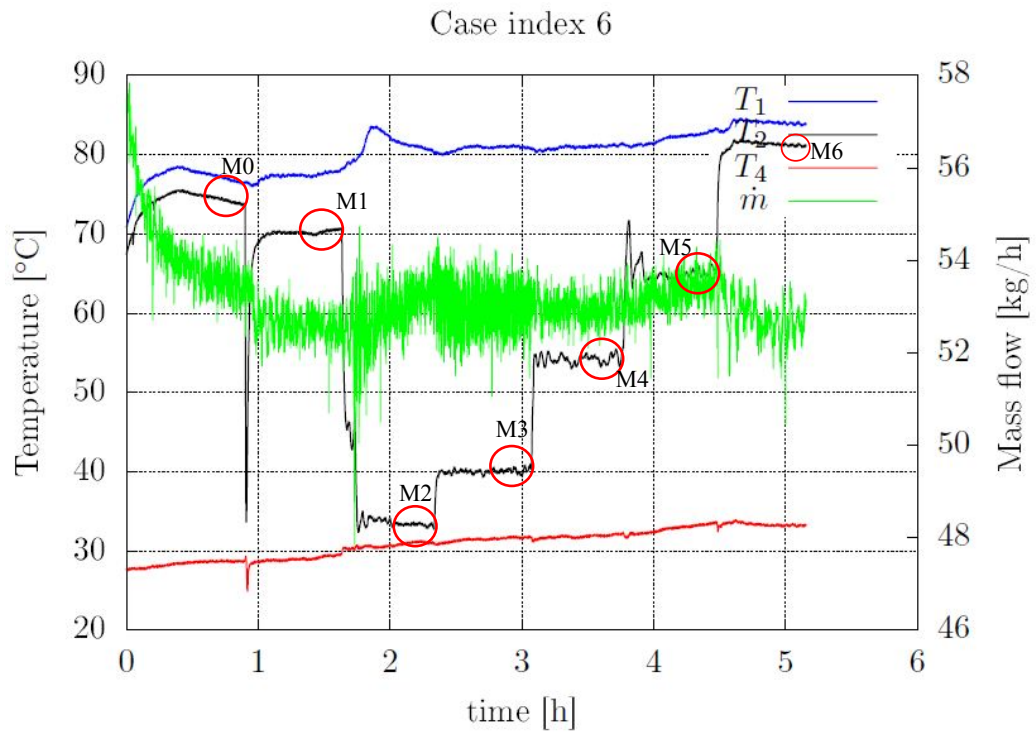
**Figura 4.38:** Index 5

**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.12:** Index 6

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	18	5	08:50:00 AM	09:35:00 AM	40 Hz	40 %	no	no
1	18	5	09:35:00 AM	10:20:00 AM	40 Hz	40 %	si	no
2	18	5	10:20:00 AM	11:05:00 AM	40 Hz	40 %	no	13 Hz
3	18	5	11:05:00 AM	11:50:00 AM	40 Hz	40 %	no	10 Hz
4	18	5	11:50:00 AM	12:35:00 PM	40 Hz	40 %	no	8 Hz
5	18	5	12:35:00 PM	01:20:00 PM	40 Hz	40 %	no	7.25 Hz
6	18	5	01:20:00 PM	02:05:00 PM	40 Hz	40 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



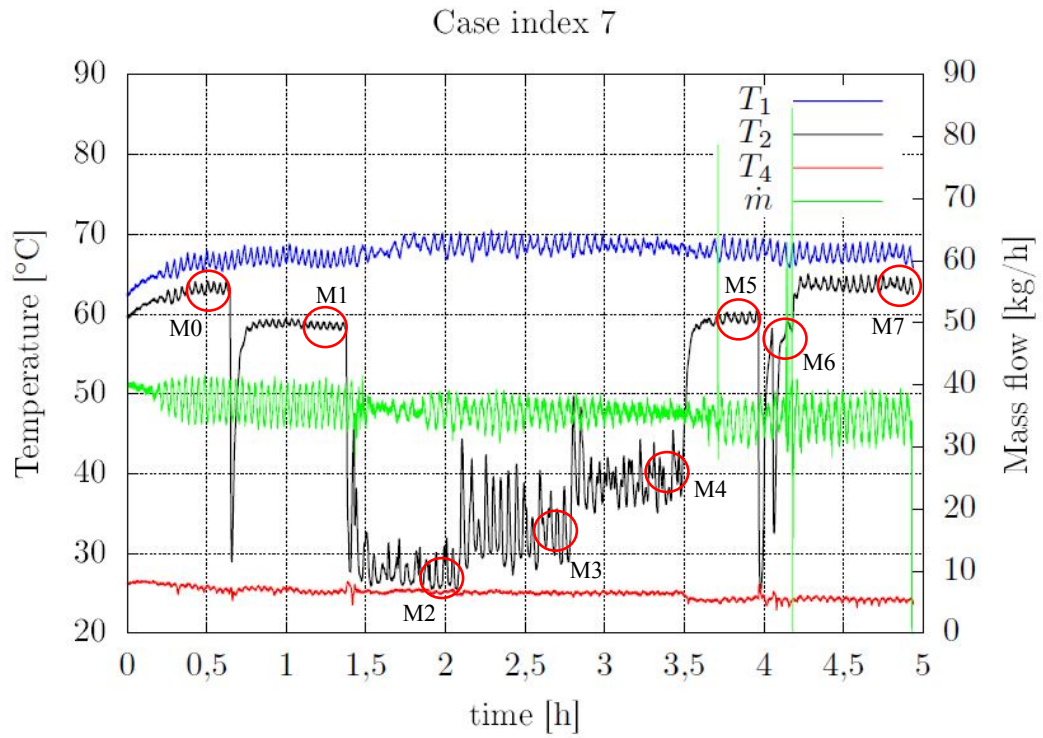
**Figura 4.39:** Index 6  
**Fuente:** [Autor]

A partir del index 7, se realizó el cambio de compresor, se utilizo el compresor York 210

**Tabla 4.13:** Index 7

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	28	5	03:20:00 PM	04:05:00 PM	40 Hz	20 %	no	no
1	28	5	04:05:00 PM	04:50:00 PM	40 Hz	20 %	si	no
2	28	5	04:50:00 PM	05:35:00 PM	40 Hz	20 %	no	8 Hz
3	28	5	05:35:00 PM	06:20:00 PM	40 Hz	20 %	no	6.6 Hz
4	28	5	06:20:00 PM	07:05:00 PM	40 Hz	20 %	no	5.7 Hz
5	28	5	07:05:00 PM	07:34:00 PM	40 Hz	20 %	no	5 Hz
6	28	5	07:34:00 PM	07:50:00 PM	40 Hz	20 %	no	variable
7	28	5	07:50:00 PM	08:35:00 PM	40 Hz	20 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

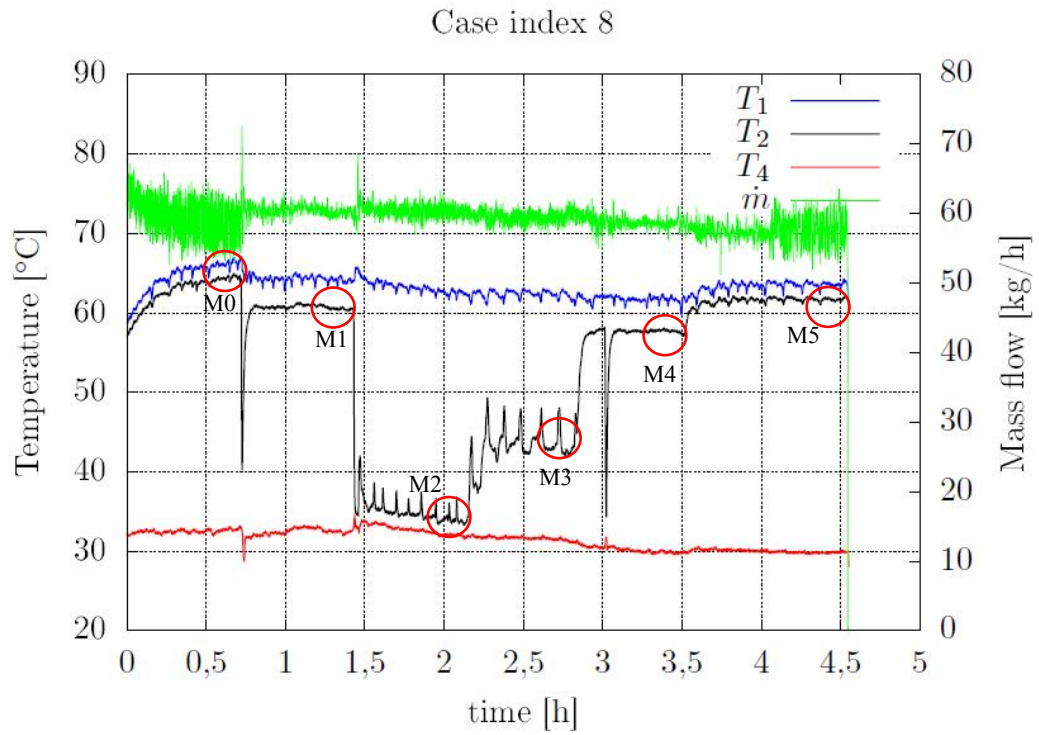


**Figura 4.40:** Index 7  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.14:** Index 8

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	29	5	03:00:00 PM	03:45:00 PM	40 Hz	40 %	no	no
1	29	5	03:45:00 PM	04:30:00 PM	40 Hz	40 %	si	no
2	29	5	04:30:00 PM	05:15:00 PM	40 Hz	40 %	no	13 Hz
3	29	5	05:15:00 PM	06:00:00 PM	40 Hz	40 %	no	9 Hz
4	29	5	06:00:00 PM	06:45:00 PM	40 Hz	40 %	no	7 Hz
5	29	5	06:45:00 PM	07:30:00 PM	40 Hz	40 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

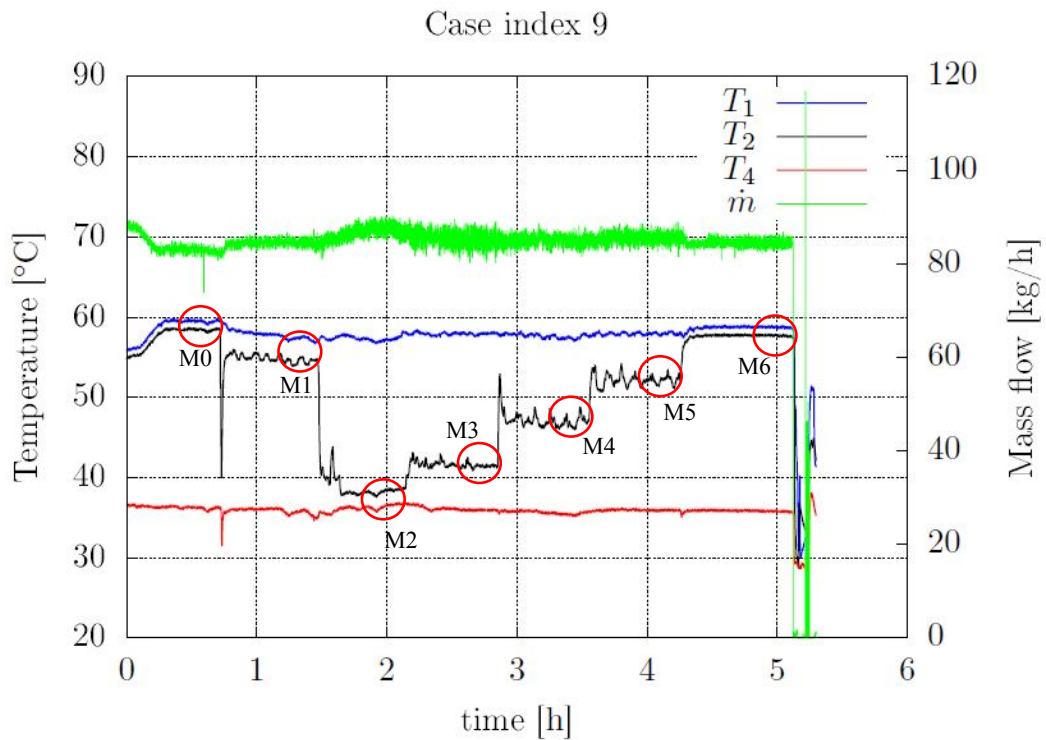


**Figura 4.41:** Index 8  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.15:** Index 9

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	30	5	03:10:00 PM	03:55:00 PM	40 Hz	60 %	no	no
1	30	5	03:55:00 PM	04:42:00 PM	40 Hz	60 %	si	no
2	30	5	04:42:00 PM	05:25:00 PM	40 Hz	60 %	no	20 Hz
3	30	5	05:25:00 PM	06:10:00 PM	40 Hz	60 %	no	14 Hz
4	30	5	06:10:00 PM	06:55:00 PM	40 Hz	60 %	no	12 Hz
5	30	5	06:55:00 PM	07:40:00 PM	40 Hz	60 %	no	11 Hz
6	30	5	07:40:00 PM	08:25:00 PM	40 Hz	60 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.42:** Index 9  
**Fuente:** [Autor]

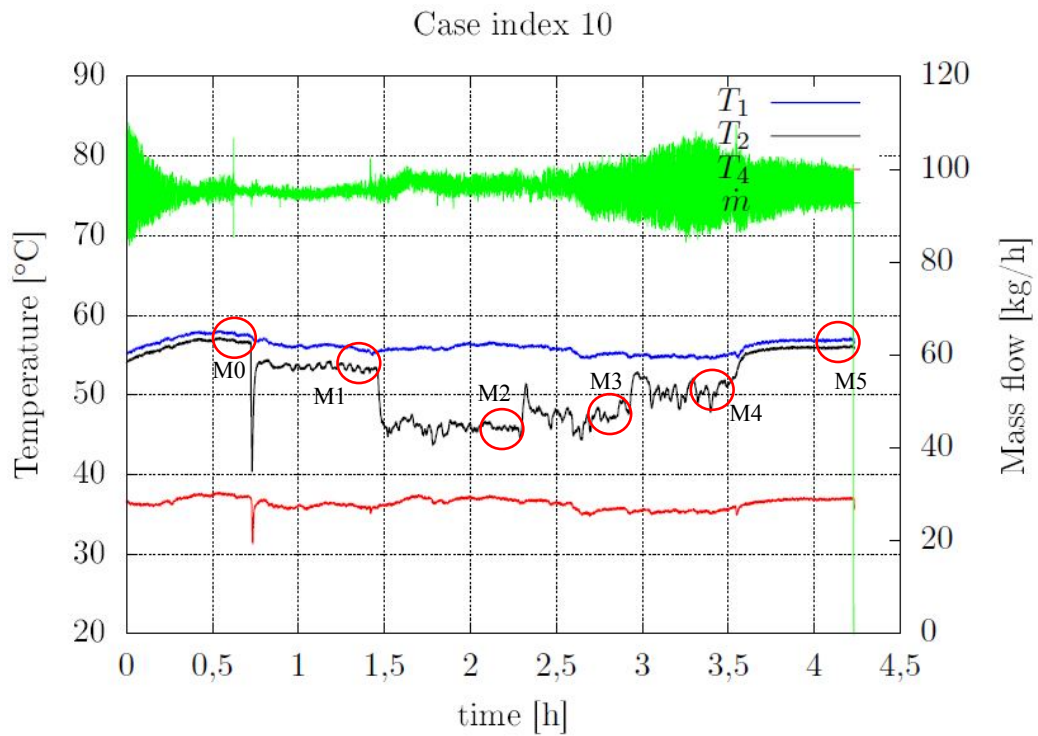
Debido a una desconexión del cableado de los sensores digitales de temperatura, que se encargaban de medir la temperatura ambiente, los index 10, 11 y 12 tuvieron problemas al momento de recolectar datos, estas medidas fueron realizadas nuevamente en los index 19,20 y 21, obteniendo así una toma de datos satisfactoria.

**Tabla 4.16:** Index 10

Med	Hora				Condiciones			
	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	5	6	02:45:00 PM	03:30:00 PM	40 Hz	80 %	no	no
1	5	6	03:30:00 PM	04:15:00 PM	40 Hz	80 %	si	no
2	5	6	04:15:00 PM	05:00:00 PM	40 Hz	80 %	no	14 Hz
3	5	6	05:00:00 PM	05:45:00 PM	40 Hz	80 %	no	13.5 Hz
4	5	6	05:45:00 PM	06:30:00 PM	40 Hz	80 %	no	12.9 Hz
5	5	6	06:30:00 PM	07:15:00 PM	40 Hz	80 %	no	no

**Fuente:** [Autor]





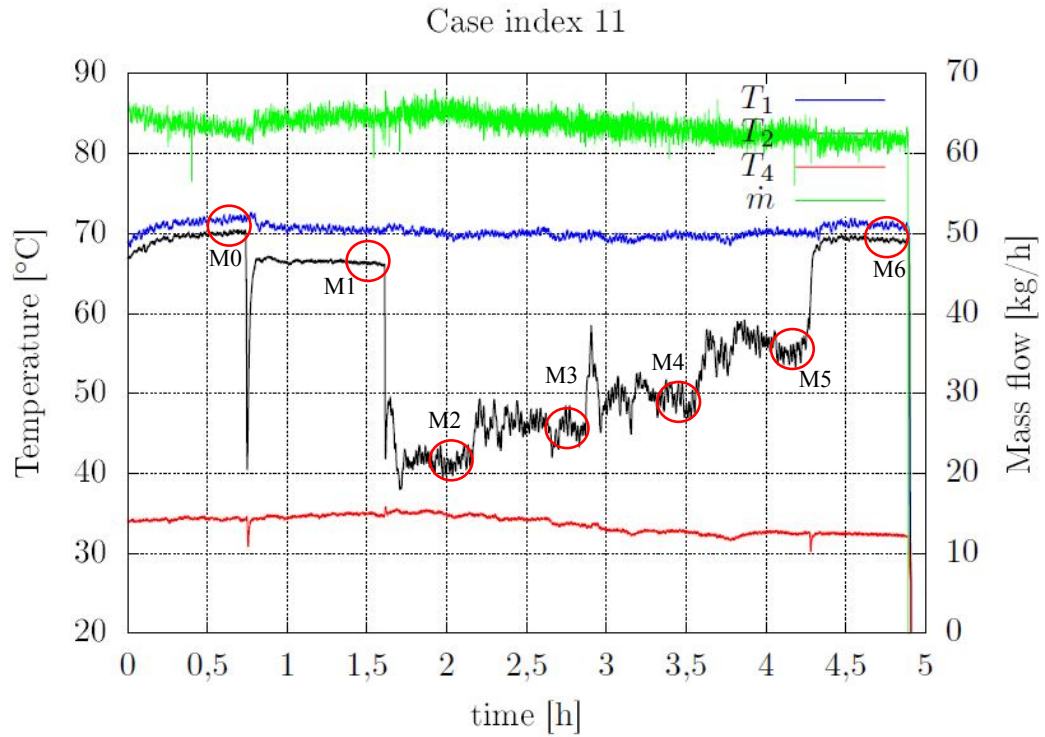
**Figura 4.43:** Index 10  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.17:** Index 11

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	6	6	02:45:00 PM	03:30:00 PM	60 Hz	40 %	no	no
1	6	6	03:30:00 PM	04:15:00 PM	60 Hz	40 %	si	no
2	6	6	04:15:00 PM	05:00:00 PM	60 Hz	40 %	no	12 Hz
3	6	6	05:00:00 PM	05:45:00 PM	60 Hz	40 %	no	10,5 Hz
4	6	6	05:45:00 PM	06:30:00 PM	60 Hz	40 %	no	9,75 Hz
5	6	6	06:30:00 PM	07:15:00 PM	60 Hz	40 %	no	9 Hz
6	6	6	07:15:00 PM	08:00:00 PM	60 Hz	40 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



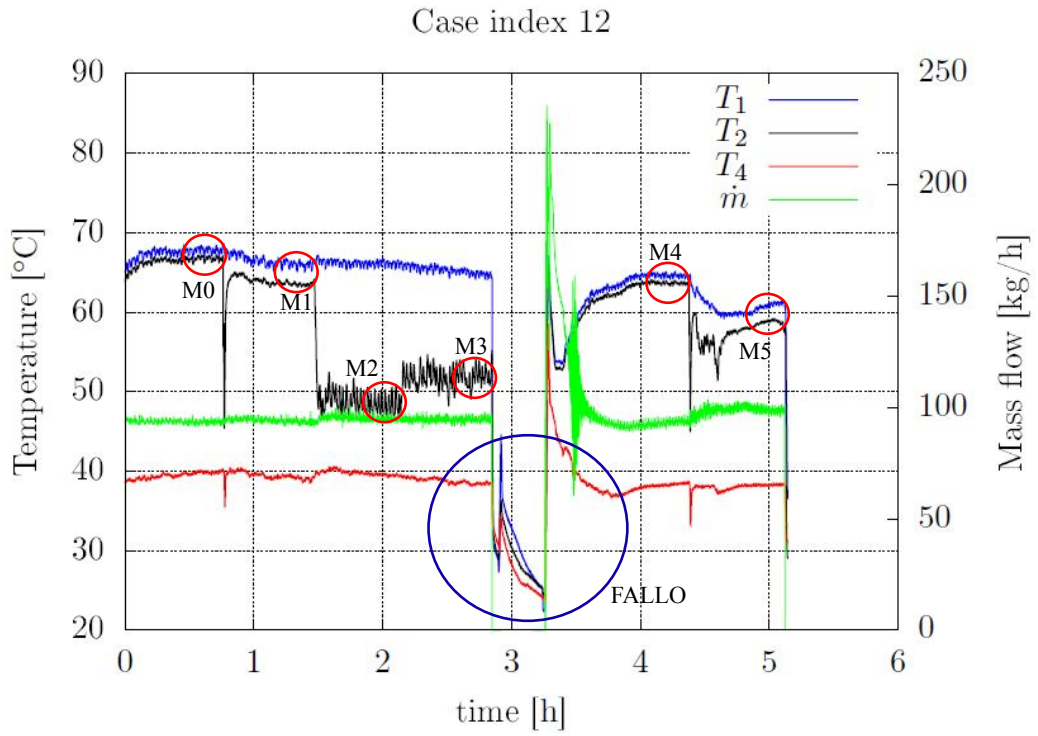


**Figura 4.44:** Index 11  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.18:** Index 12

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	7	6	02:35:00 PM	03:20:00 PM	60 Hz	60 %	no	no
1	7	6	03:20:00 PM	04:05:00 PM	60 Hz	60 %	si	no
2	7	6	04:05:00 PM	04:50:00 PM	60 Hz	60 %	no	15 Hz
3	7	6	04:50:00 PM	05:35:00 PM	60 Hz	60 %	no	14 Hz
4	7	6	06:30:00 PM	07:15:00 PM	60 Hz	60 %	no	no
5	7	6	07:15:00 PM	08:00:00 PM	60 Hz	60 %	no	13,1 Hz

**Fuente:** [Autor]

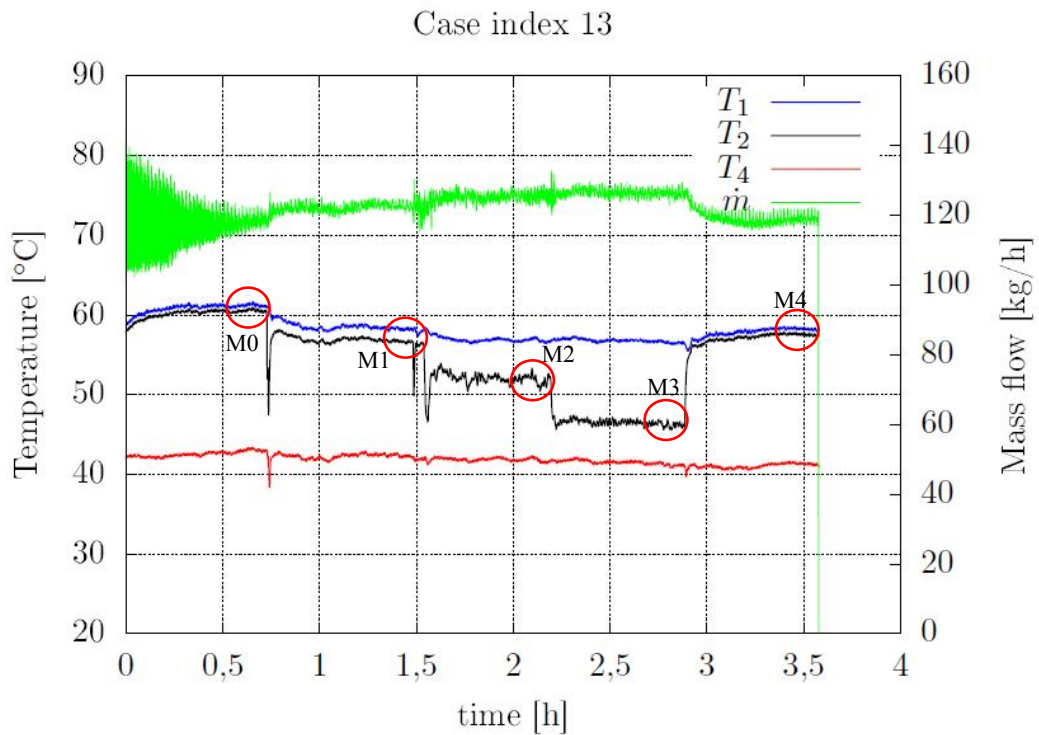


**Figura 4.45:** Index 12  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.19:** Index 13

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	12	6	02:35:00 PM	03:20:00 PM	60 Hz	80 %	no	no
1	12	6	03:20:00 PM	04:05:00 PM	60 Hz	80 %	si	no
2	12	6	04:05:00 PM	04:50:00 PM	60 Hz	80 %	no	16 Hz
3	12	6	04:50:00 PM	05:35:00 PM	60 Hz	80 %	no	20 Hz
4	12	6	05:35:00 PM	06:20:00 PM	60 Hz	80 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



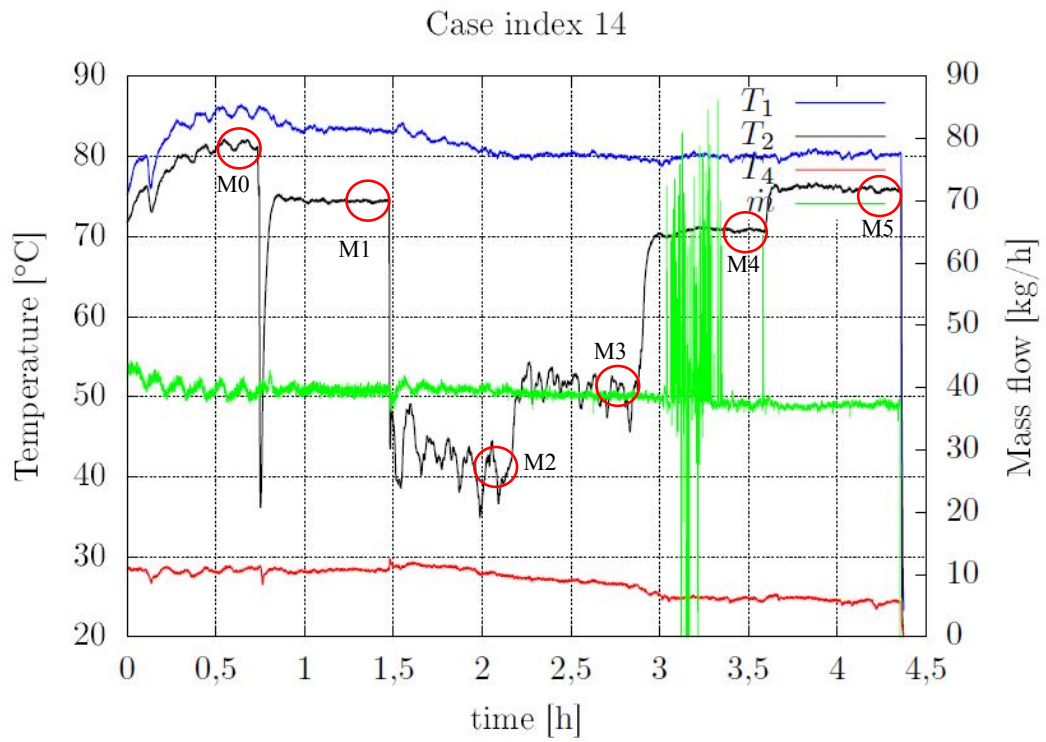
**Figura 4.46:** Index 13  
**Fuente:** [Autor]

En los index 14, 15 y 16 se utilizó el orificio N°2 en la válvula de expansión, debido a que se trabajo con calores de evaporador bajos.

**Tabla 4.20:** Index 14

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	13	6	02:45:00 PM	03:30:00 PM	60 Hz	20 %	no	no
1	13	6	03:30:00 PM	04:15:00 PM	60 Hz	20 %	si	no
2	13	6	04:15:00 PM	05:00:00 PM	60 Hz	20 %	no	8 Hz
3	13	6	05:00:00 PM	05:45:00 PM	60 Hz	20 %	no	7 Hz
4	13	6	06:30:00 PM	06:30:00 PM	60 Hz	20 %	no	6,95 Hz
5	13	6	06:30:00 PM	07:15:00 PM	60 Hz	20 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

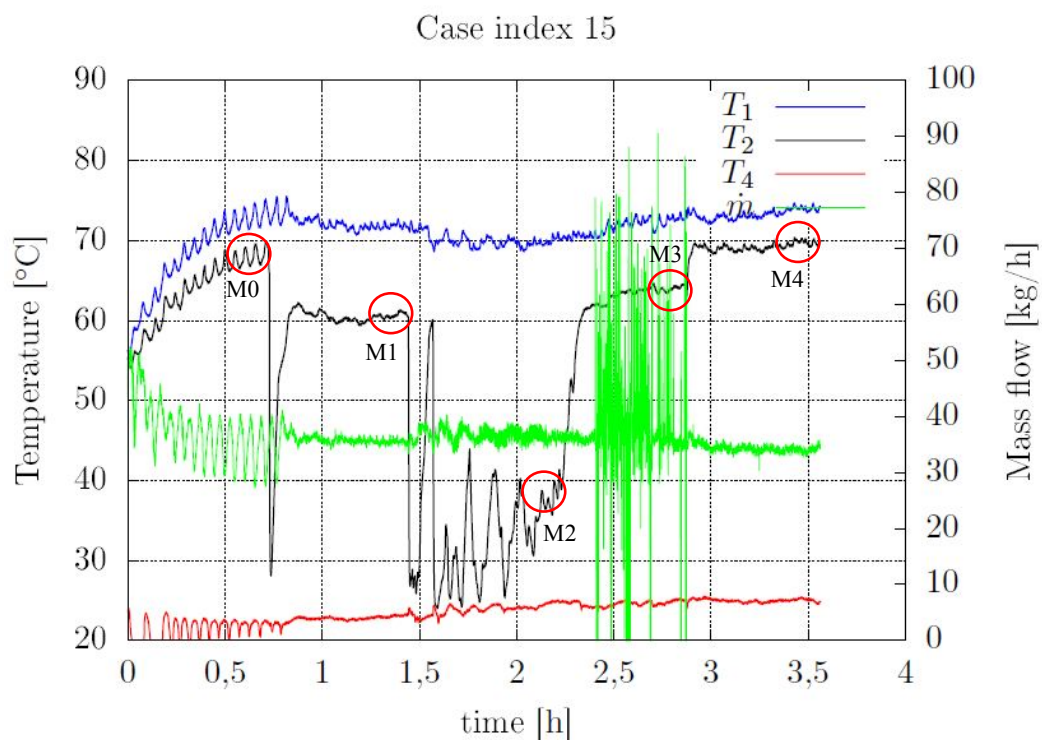


**Figura 4.47:** Index 14  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.21:** Index 15

Hora					Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	14	6	08:30:00 AM	09:15:00 AM	40 Hz	20 %	no	no
1	14	6	09:15:00 AM	10:00:00 AM	40 Hz	20 %	si	no
2	14	6	10:00:00 AM	10:45:00 AM	40 Hz	20 %	no	7 Hz
3	14	6	10:45:00 AM	11:30:00 AM	40 Hz	20 %	no	6,8 Hz
4	14	6	06:30:00 PM	12:15:00 PM	40 Hz	20 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

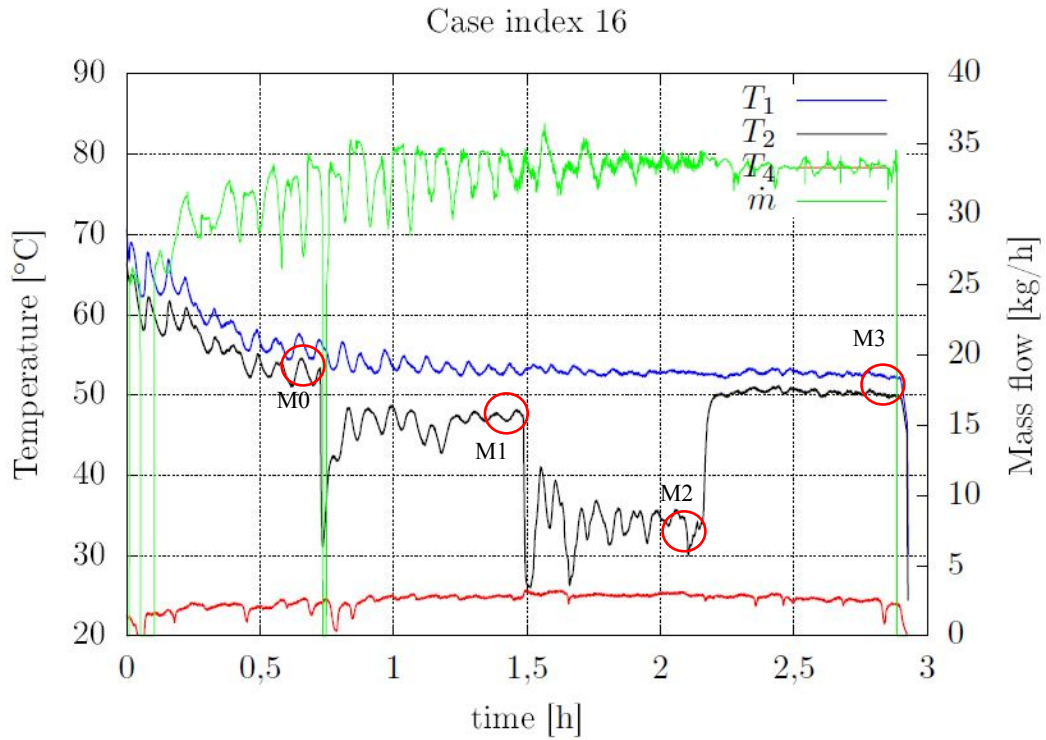


**Figura 4.48:** Index 15  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.22:** Index 16

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	14	6	12:15:00 PM	01:00:00 PM	40 Hz	20 %	no	no
1	14	6	01:00:00 PM	01:45:00 PM	40 Hz	20 %	si	no
2	14	6	01:45:00 PM	02:30:00 PM	40 Hz	20 %	no	6,8 Hz
3	14	6	02:30:00 PM	03:15:00 PM	40 Hz	20 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.49:** Index 16  
**Fuente:** [Autor]

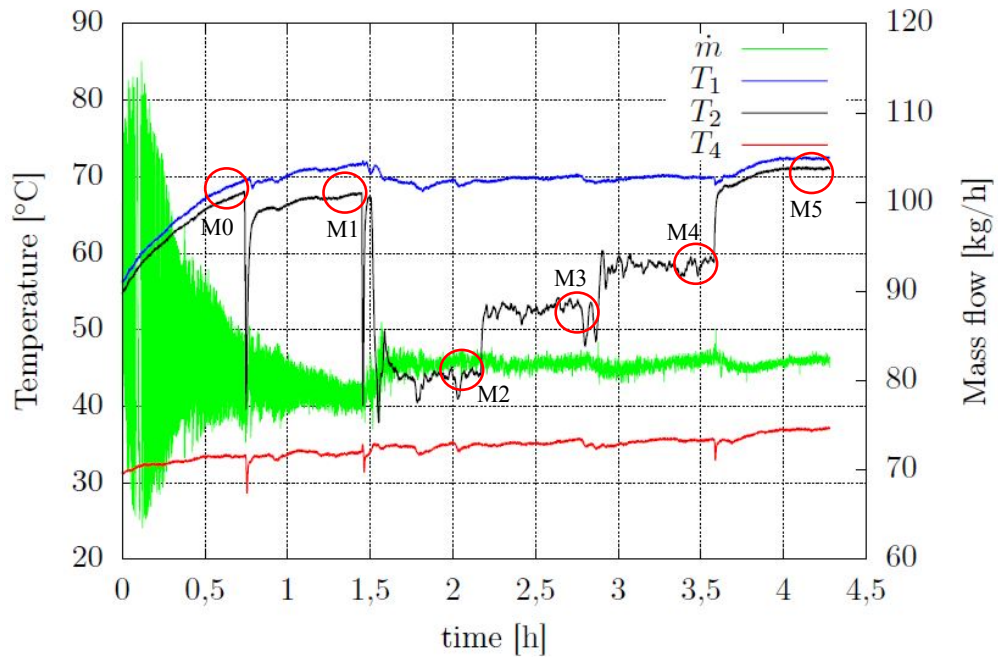
Los index 17 y 18, presentaron problemas debido a que no se volvió a cambiar el orificio. Se continuo trabajando con el orificio N°2 con calores de evaporador elevados, por lo cual el flujo másico presenta una variación extremadamente alta. Se cambio el orificio al N°4 se procedió a tomar datos nuevamente.

**Tabla 4.23:** Index 17

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	26	6	08:45:00 AM	09:30:00 AM	60 Hz	60 %	no	no
1	26	6	09:30:00 AM	10:15:00 AM	60 Hz	60 %	si	no
2	26	6	10:15:00 AM	11:00:00 AM	60 Hz	60 %	no	15 Hz
3	26	6	11:00:00 AM	11:45:00 AM	60 Hz	60 %	no	13 Hz
4	26	6	11:45:00 AM	12:30:00 PM	60 Hz	60 %	no	12 Hz
5	26	6	12:30:00 PM	01:15:00 PM	60 Hz	60 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

Case index 17



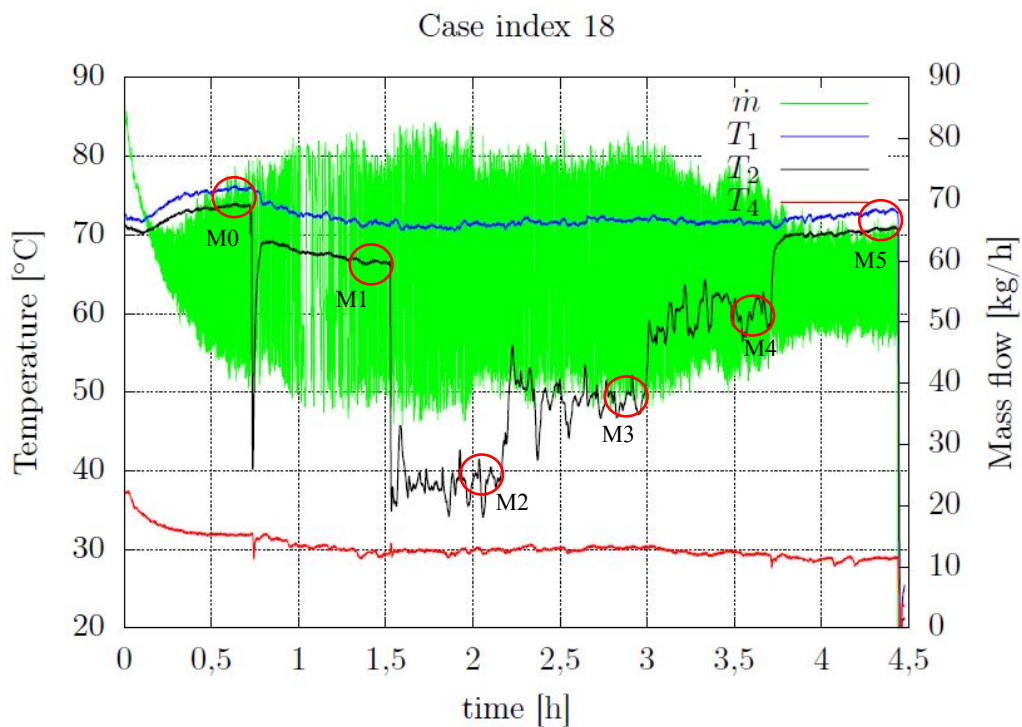
**Figura 4.50:** Index 17  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.24:** Index 18

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	26	6	01:15:00 PM	02:00:00 PM	60 Hz	40 %	no	no
1	26	6	02:00:00 PM	02:45:00 PM	60 Hz	40 %	si	no
2	26	6	02:45:00 PM	03:30:00 PM	60 Hz	40 %	no	11,40 Hz
3	26	6	03:30:00 PM	04:30:00 PM	60 Hz	40 %	no	9,70 Hz
4	26	6	04:30:00 PM	05:15:00 PM	60 Hz	40 %	no	8,7 Hz
5	26	6	05:15:00 PM	06:00:00 PM	60 Hz	40 %	no	no

**Fuente:** [Autor]





**Figura 4.51:** Index 18  
**Fuente:** [Autor]

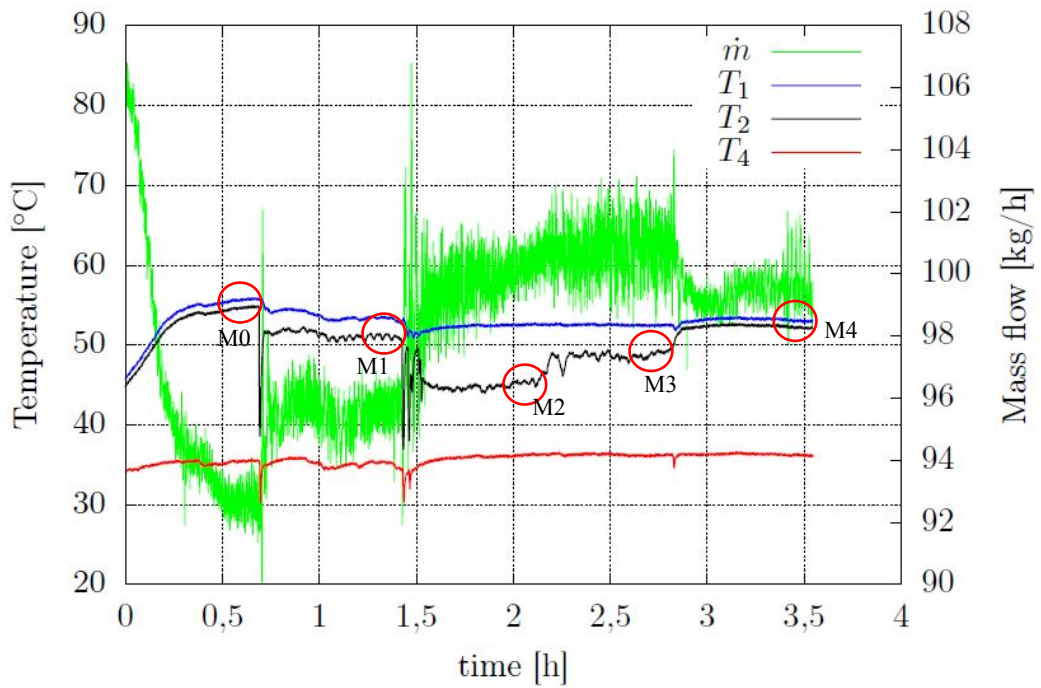
**Tabla 4.25:** Index 19

			Hora		Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	27	6	02:45:00 PM	03:30:00 PM	40 Hz	80 %	no	no
1	27	6	03:30:00 PM	04:15:00 PM	40 Hz	80 %	si	no
2	27	6	04:15:00 PM	05:00:00 PM	40 Hz	80 %	no	14,3 Hz
3	27	6	05:00:00 PM	05:45:00 PM	40 Hz	80 %	no	13.5 Hz
4	27	6	05:45:00 PM	06:30:00 PM	40 Hz	80 %	no	no

**Fuente:** [Autor]



Case index 19



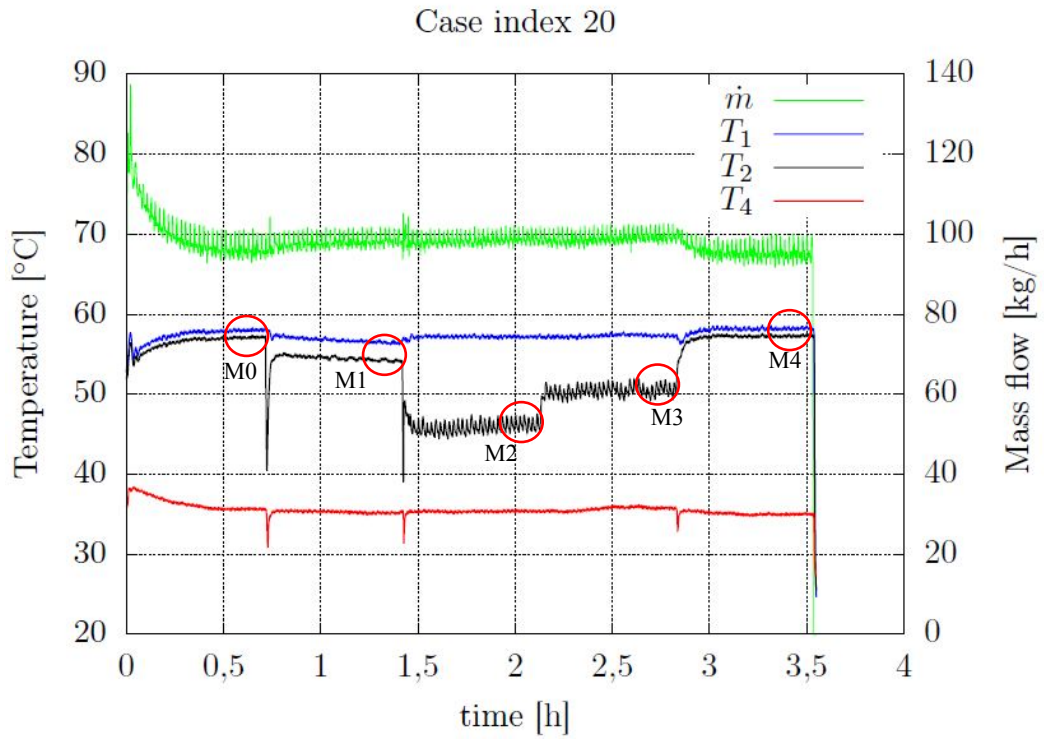
**Figura 4.52:** Index 19

**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.26:** Index 20

		Hora			Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	27	6	06:30:00 PM	07:15:00 PM	60 Hz	60 %	no	no
1	27	6	07:15:00 PM	08:00:00 PM	60 Hz	60 %	si	no
2	27	6	08:00:00 PM	08:45:00 PM	60 Hz	60 %	no	15 Hz
3	27	6	08:45:00 PM	09:30:00 PM	60 Hz	60 %	no	14 Hz
4	27	6	09:30:00 PM	10:15:00 PM	60 Hz	60 %	no	no

**Fuente:** [Autor]

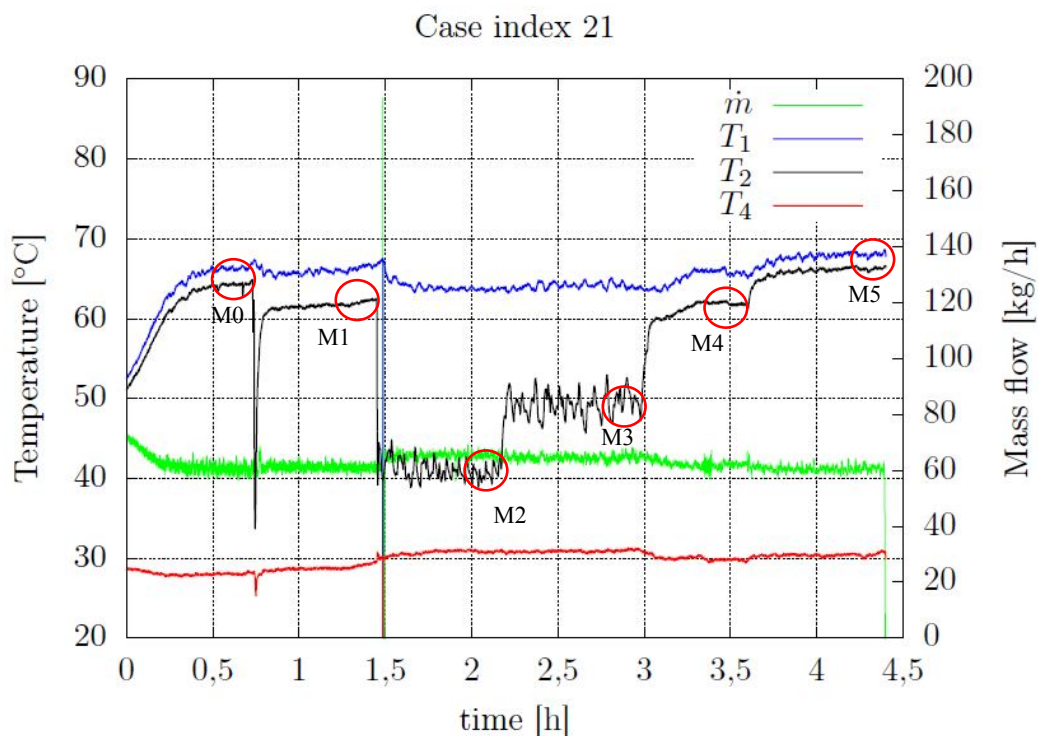


**Figura 4.53:** Index 20  
**Fuente:** [Autor]

**Tabla 4.27:** Index 21

Hora					Condiciones			
Med	Dia	Mes	Hora inicio	Hora fin	Compresor	Evaporador	Venturi	Bomba
0	29	6	08:45:00 AM	09:30:00 AM	60 Hz	40 %	no	no
1	29	6	09:30:00 AM	10:15:00 AM	60 Hz	40 %	si	no
2	29	6	10:15:00 AM	11:00:00 AM	60 Hz	40 %	no	11,40 Hz
3	29	6	11:00:00 AM	11:45:00 AM	60 Hz	40 %	no	10 Hz
4	29	6	11:45:00 AM	12:30:00 PM	60 Hz	40 %	no	9,5 Hz
5	29	6	12:30:00 PM	01:15:00 PM	60 Hz	40 %	no	no

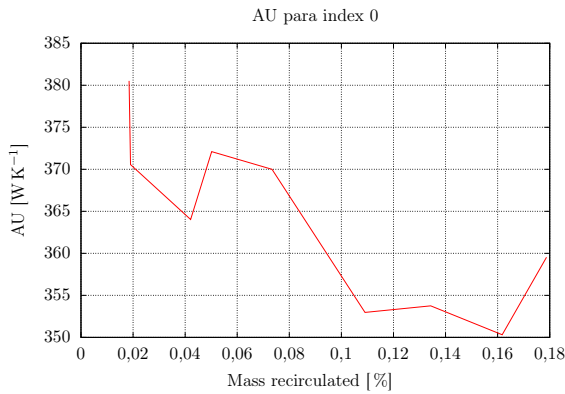
**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.54:** Index 21  
**Fuente:** [Autor]

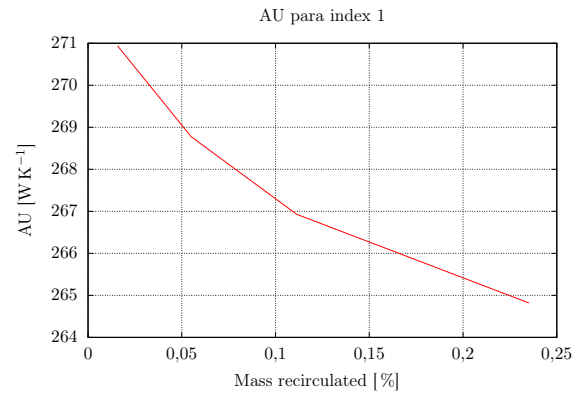
Se debe tener en cuenta que los círculos rojos de cada index representan el intervalo de tiempo promediado para obtener cada punto experimental individual. Una vez que se han tomado las medidas de todos los casos establecidos anteriormente, se procede a analizar un parámetro simple para evaluar el rendimiento del condensador. Idealmente, el coeficiente total de transferencia de calor AU sería el candidato para ese fin. El término AU incorpora tanto el efecto del factor de corrección del intercambiador de calor como la temperatura de entrada variable. Los datos obtenidos de cada medición se muestran en el Anexo 4. Para los datos medidos, se ha incluido el error absoluto medio (MABE) para el lapso promedio de 15 minutos descrito anteriormente. El valor de MABE proporciona un indicador de qué tan cerca está el sistema del estado estacionario, por lo tanto, no se debe interpretar como un error experimental. estos resultados se los puede ver en el Anexo 5

A continuación con todos los datos experimentales obtenidos se observa los siguientes resultados:



**Figura 4.55:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 0

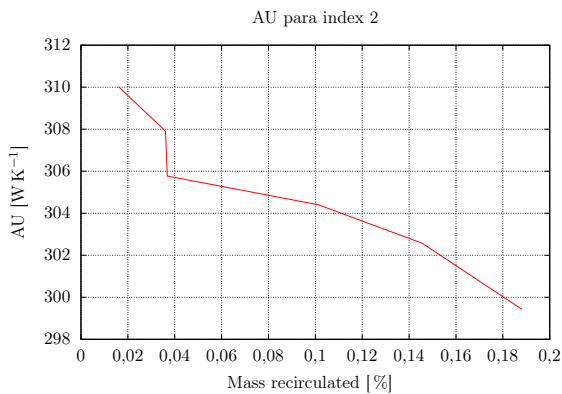
**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.56:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 1

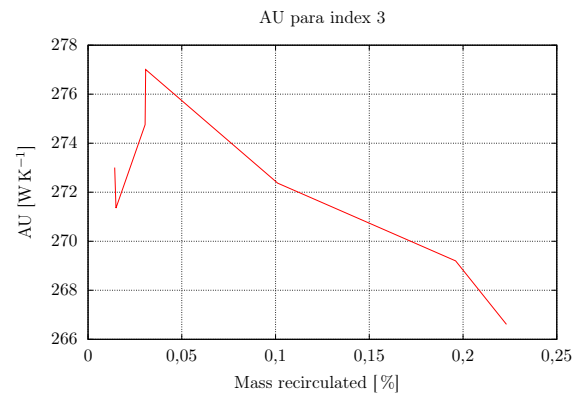
**Fuente:** [Autor]

Podemos observar que para el index 0 y el index 1 al trabajar a 930 rpm (20 Hz), y el evaporador con potencia al 20 % y 60 % respectivamente, existe una reducción del AU al reducir el recalentamiento.



**Figura 4.57:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 2

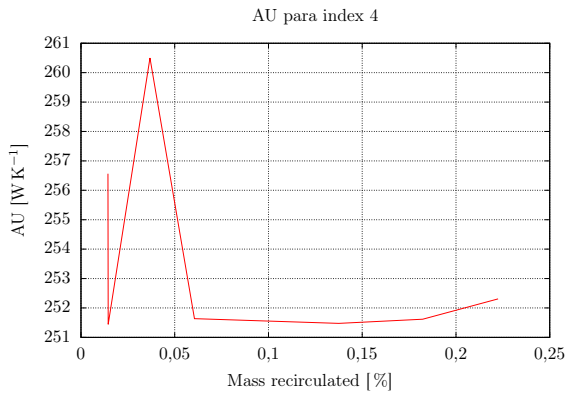
**Fuente:** [Autor]



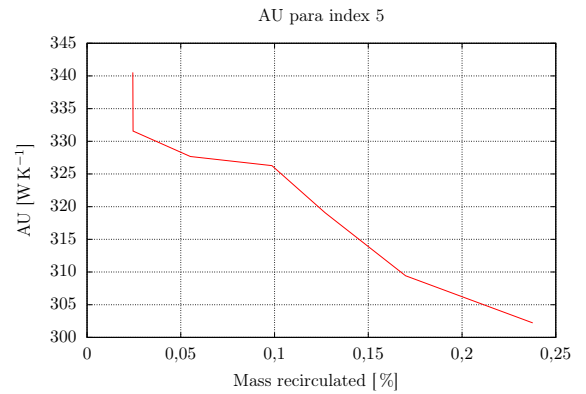
**Figura 4.58:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 3

**Fuente:** [Autor]

Para el index 2 y el index 3 al trabajar a 930 rpm (20 Hz), y el evaporador con potencia al 40 % y 60 % respectivamente, existe una reducción del AU al reducir el recalentamiento.



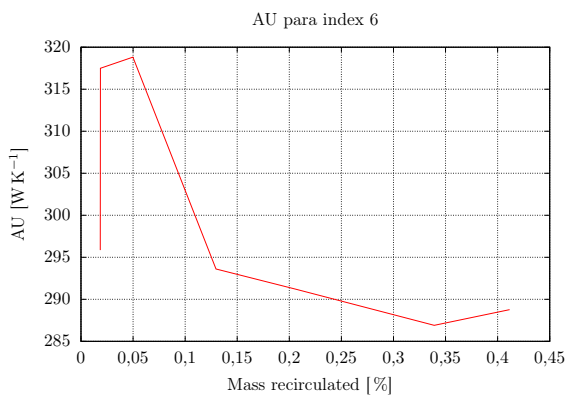
**Figura 4.59:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 4  
**Fuente:** [Autor]



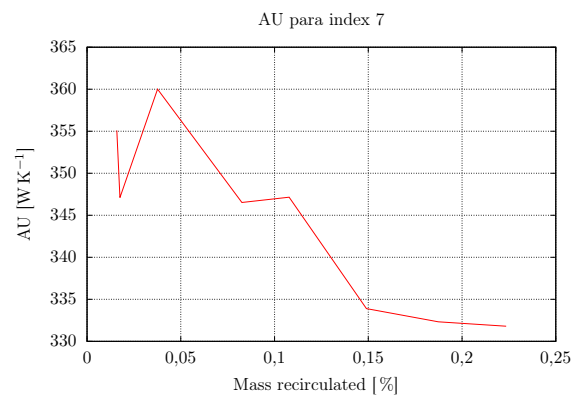
**Figura 4.60:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 5  
**Fuente:** [Autor]

Para el index 4 el compresor trabaja a 930 rpm (20 Hz), y el evaporador con potencia al 80 %, al reinyectar el 5 % del flujo másico el coeficiente de convección mejora ligeramente, pero al seguir recirculando más flujo másico el AU tiende a reducir.

En el index 5 se trabajo con el compresor a 1860 rpm (40 Hz) y con la potencia mínima del evaporador, 20 %, como resultado existe una reducción del AU al reducir el recalentamiento.

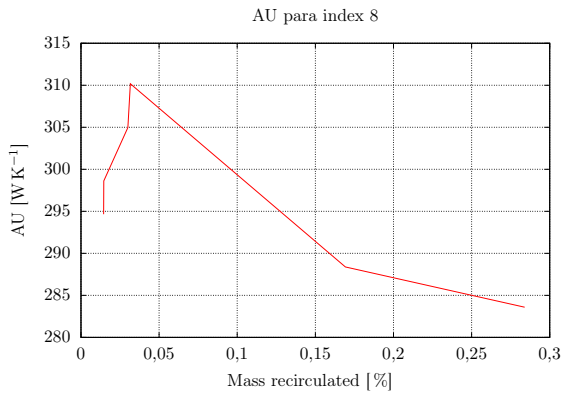


**Figura 4.61:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 6  
**Fuente:** [Autor]



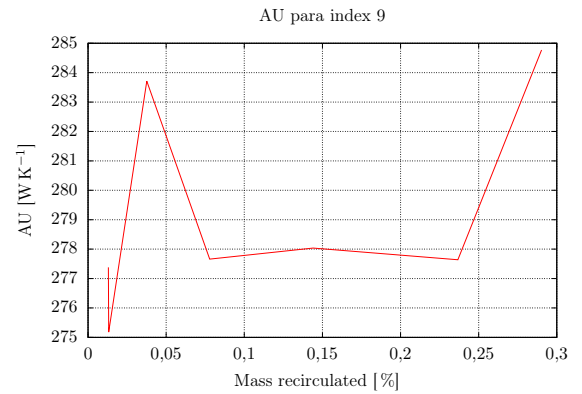
**Figura 4.62:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 7  
**Fuente:** [Autor]

Para el index 6 y el index 7 el compresor gira a 1860 rpm (40 Hz), y el evaporador con potencia al 40 % y 20 % respectivamente, al reinyectar el 5 % del flujo másico el coeficiente de convección mejora ligeramente, pero al seguir recirculando más flujo másico el AU tiende a reducir.



**Figura 4.63:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 8

**Fuente:** [Autor]



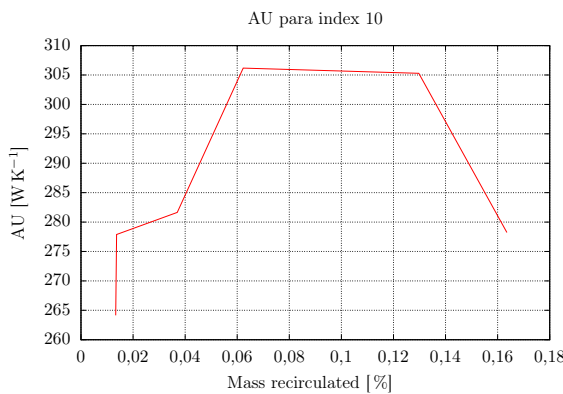
**Figura 4.64:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 9

**Fuente:** [Autor]

Para el index 8 y el index 9 el compresor gira a 1860 rpm (40 Hz), y el evaporador con potencia al 40 % y 60 % respectivamente.

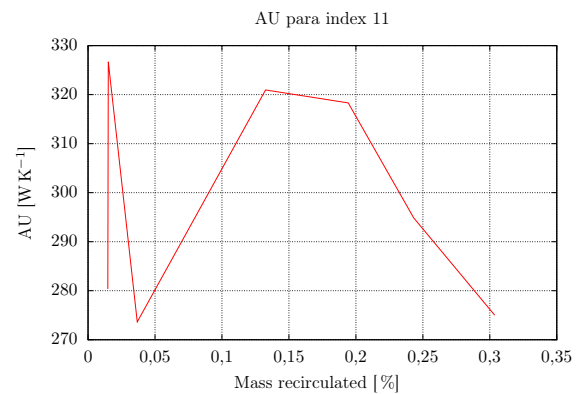
En la condición 8 el coeficiente global de convección decae mientras que en el index 9 se puede observar un pequeño incremento del AU.

Los index 10, 11 y 12, debido a una desconexión del cableado de los sensores digitales de temperatura, que se encargaban de medir la temperatura ambiente, tuvieron problemas al momento de recolectar datos, sin embargo se analizó los resultados obtenidos.



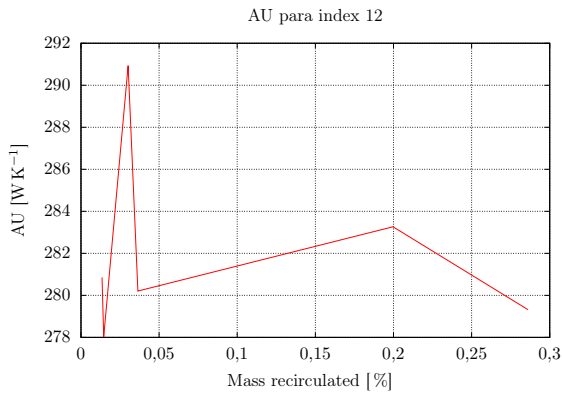
**Figura 4.65:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 10

**Fuente:** [Autor]

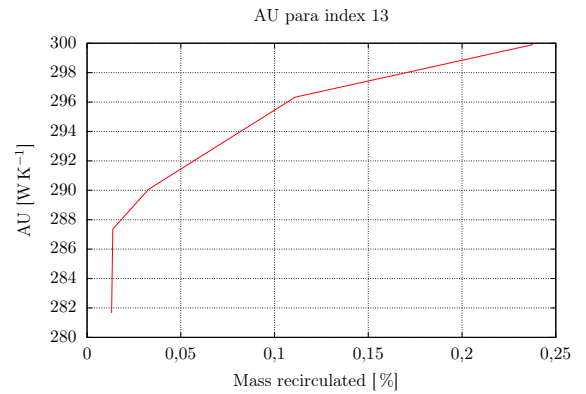


**Figura 4.66:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 11

**Fuente:** [Autor]

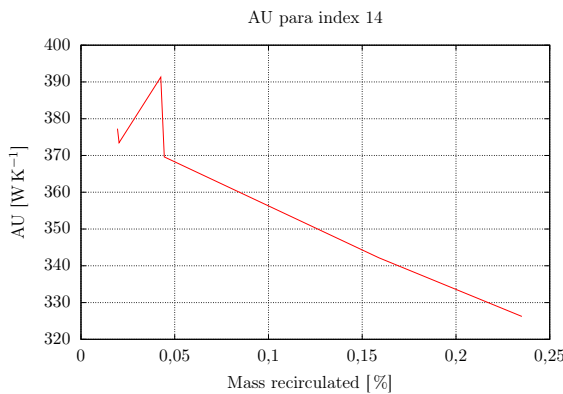


**Figura 4.67:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 12  
**Fuente:** [Autor]

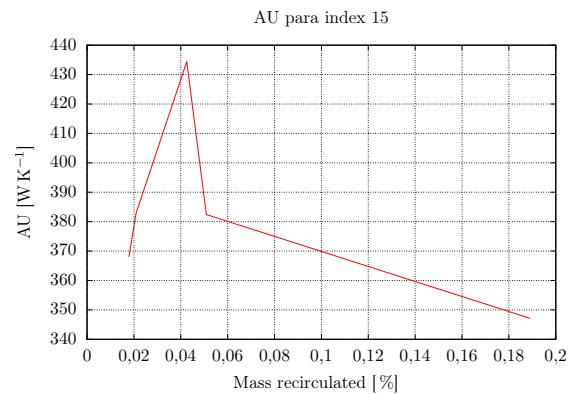


**Figura 4.68:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 13  
**Fuente:** [Autor]

En el index 13 se trabajo a 2790 rpm (60 Hz) y el evaporador a una potencia elevada del 80 %, y se pudo observar que el coeficiente de transferencia de calor aumento al reducir el recalentamiento.



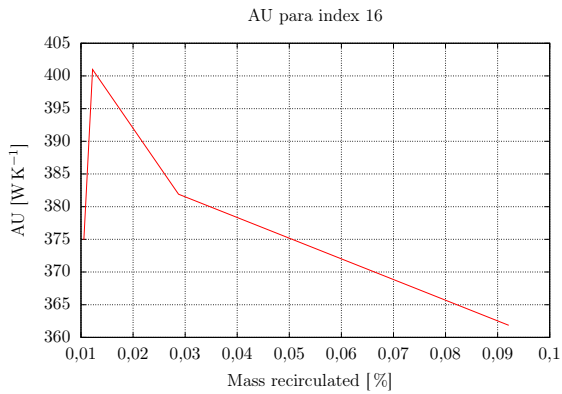
**Figura 4.69:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 14  
**Fuente:** [Autor]



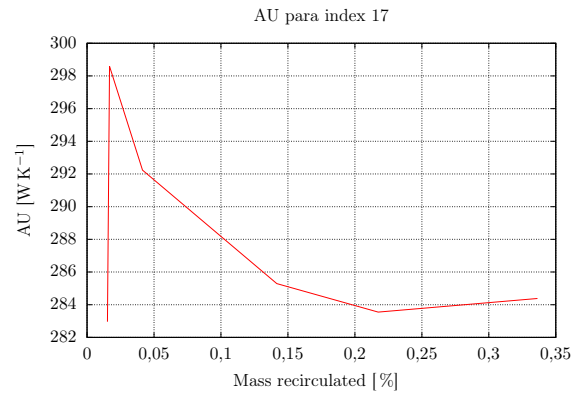
**Figura 4.70:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 15  
**Fuente:** [Autor]

Para el index 14 el compresor trabaja a 2790 rpm (60 Hz), y el evaporador con potencia al 20 %, al reinyectar el 5 % del flujo másico el coeficiente de convección mejora ligeramente, pero al seguir recirculando más flujo másico el AU tiende a reducir.

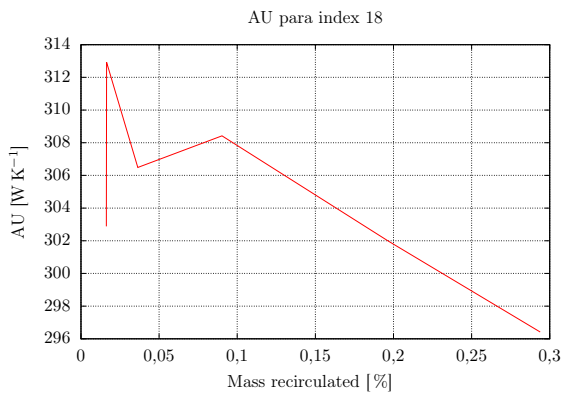
En el index 15 y 16 se trabajo con el compresor a 1860 rpm (40 Hz) y con la potencia del evaporador al 20 %, como resultado existe una reducción del AU al reducir el recalentamiento.



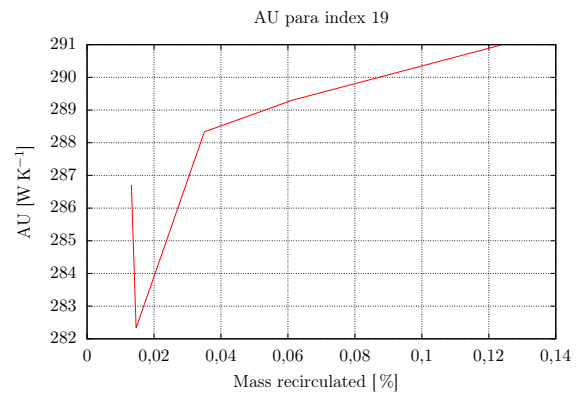
**Figura 4.71:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 16  
**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.72:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 17  
**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.73:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 18  
**Fuente:** [Autor]

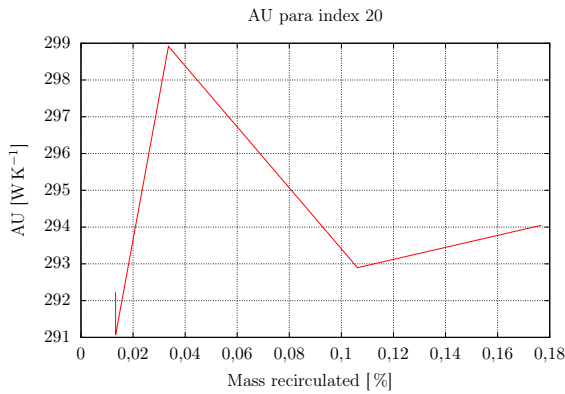


**Figura 4.74:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 19  
**Fuente:** [Autor]

En las condiciones 17 y 18 como se menciona anteriormente, se trabajo con la boquilla incorrecta, sin embargo el comportamiento, es similar, al reducir el recalentamiento el AU también disminuye.

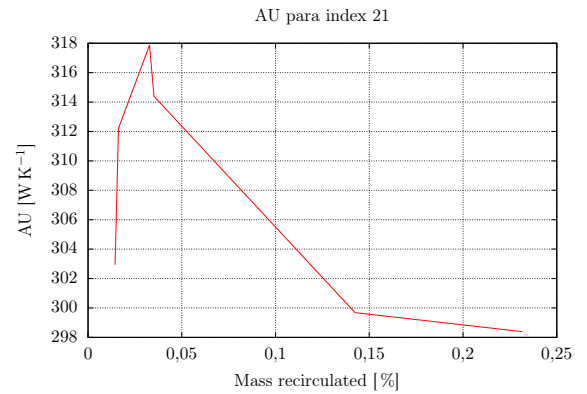
Para el index 19 el compresor trabaja a 1860 rpm (40 Hz), y el evaporador con potencia al 80 %, al reinyectar el refrigerante el coeficiente de convección mejora ligeramente.





**Figura 4.75:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 20

**Fuente:** [Autor]



**Figura 4.76:** Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración), Index 21

**Fuente:** [Autor]

En el index 20 y 21 se trabajo con el compresor a 2790 rpm (60 Hz) y con la potencia del evaporador al 60 % y 40 % respectivamente, como resultado existe una reducción del AU al reducir el recalentamiento.

A continuación se puede observar en la tabla 4.28, las medidas que no presentaron inconvenientes, y están dentro de la población establecida previamente.

**Tabla 4.28:** Resultado global de cada index

Medida	Variación porcentual del AU frente
	al porcentaje de flujo másico reinyectado (%)
Index 1	-2,21
Index 2	-3,23
Index 3	-1,84
Index 6	-2,03
Index 8	-3,73
Index 9	2,89
Index 13	4,23
Index 14	-10,81
Index 15	-5,95
Index 16	-3,47
Index 19	1,39
Index 20	0,68
Index 21	-1,65

En la tabla 4.28, se puede observar para cada caso si existe un aumento o reducción del coeficiente de transferencia de calor, como se puede observar los cambios son muy bajos. El resultado global de todas las mediciones es una reducción del 2 %.

Como resultado global, el coeficiente de convección de calor permanece aproximadamente constante independientemente de la masa recirculada.

La mejor manera de interpretar las Figuras mencionadas anteriormente es que muestra una tendencia a disminuir ligeramente el término AU a bajas cargas del evaporador y a potencias elevadas de evaporador, la expresión AU aumento 2%. El evaporador a potencia máxima 80 % se trabajó en los index 13 y 19.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- De la población establecida en el trabajo experimental, se puede observar en la tabla 4.28, la variación del AU frente al porcentaje de flujo másico, reinyectado. De los datos experimentales obtenidos el coeficiente global de transferencia de calor se reduce en un 2 %, al reducir el recalentamiento en la entrada del condensador. Es importante mencionar que de la población total un 23 % presenta una variación mayor al 4 % (Index 13, 14 y 15), estos resultados se obtuvieron al trabar con una potencia elevada al 80 % y potencia baja al 60 %.
- Existe una mejora de coeficiente AU al trabajar con potencias de evaporador alta (al 80 %). De las muestras totales el 15 % (Index 13 y 19) aumenta el coeficiente global de transferencia de calor en un 2,8 %.
- Al contrastar lo realizado por el modelo y lo obtenido experimentalmente, únicamente se pueden comparar tendencias, debido a que en el modelo matemático se utilizó un coeficiente de convección externo aproximado, es decir no se modeló el flujo entre dos placas planas, si no que se utilizó un coeficiente de convección medio de  $850 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ . (Teniendo en cuenta la eficiencia de la aleta).
- La tendencia del modelo matemático y los datos experimentales coinciden para bajas potencias de evaporado y presentan una pequeña diferencia para potencias altas. No obstante las variaciones encontradas son mínimas, del orden de magnitud del error cometido en el proceso de medida.
- Al analizar los resultados de los datos experimentales, el 61 % de las muestras presentó un aumento de 5,7 % del coeficiente global de transferencia de calor, al recircular de un 3 a 6 % de flujo másico, independientemente de las rpm del compresor y del calor de evaporador.
- En el modelo matemático, se obtuvo un comportamiento que dependía del calor de evaporador: para bajos calores de evaporador (1 a 2,5 kW) el coeficiente global de transferencia de calor disminuía al reducir el recalentamiento.

miento. Sin embargo para altos valores de calor de evaporador (4 a 5 kW) el modelo predice un comportamiento opuesto.

## 5.2 RECOMENDACIONES

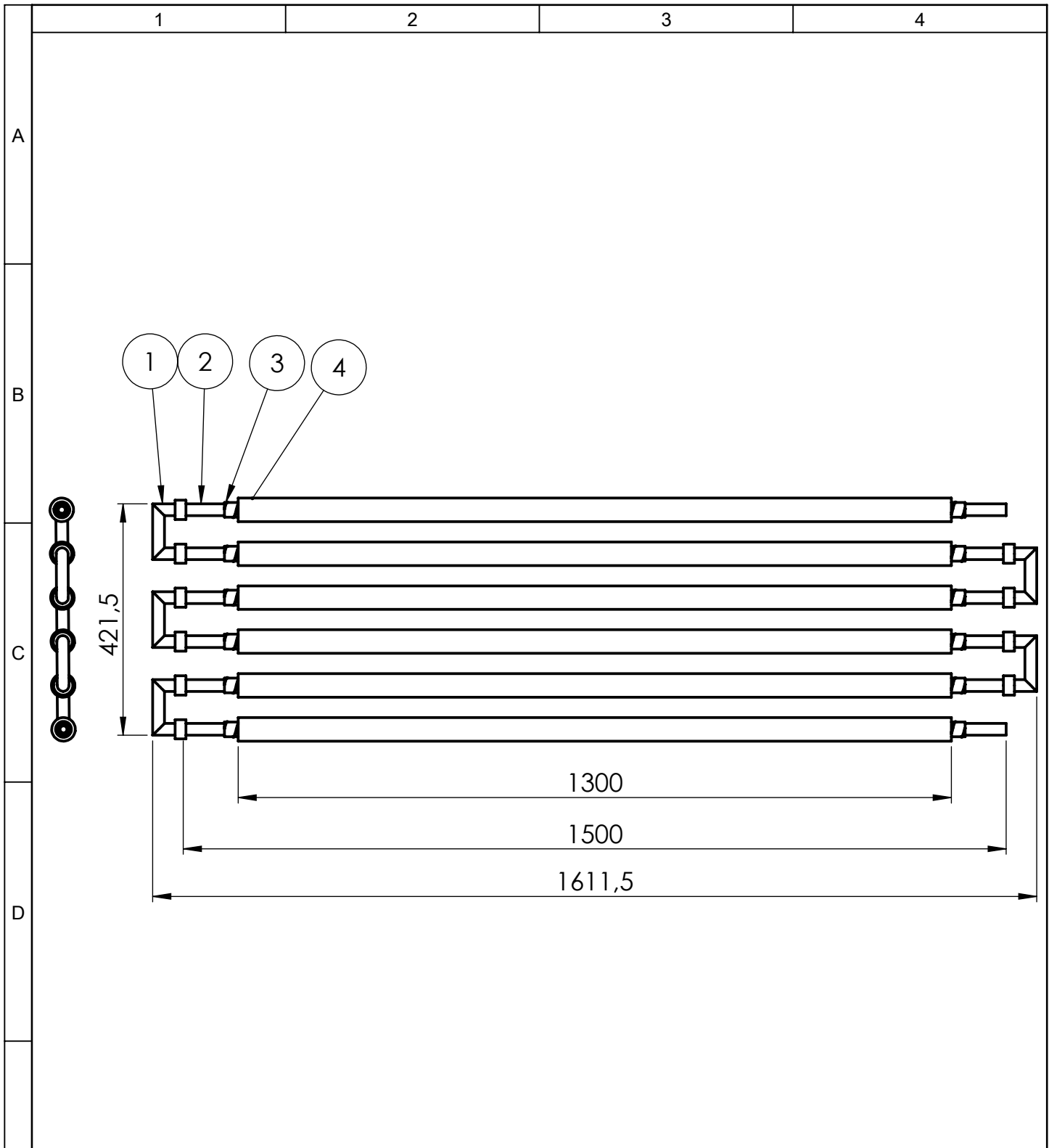
- Para controlar de una manera precisa la cantidad de flujo másico reinyectado es recomendable acoplar un dispositivo extra que facilite el control de reinyección de refrigerante, en este caso se instaló como suplemento una bomba de membranas. El motor de la bomba fue acoplado a un variador de frecuencia lo que facilitó reinyectar la cantidad deseada de caudal másico.
- Es recomendable repetir las mediciones los puntos críticos del condensador, y de esta manera obtener una media mucho más acertada.
- Es muy importante realizar las mediciones a una misma hora para evitar la variación de la temperatura ambiental, ya que estos cambios afectan los resultados finales.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASHRAE, *Heating, Ventilating, and Air-conditioning SYSTEMS AND EQUIPMENT*. Inch-Pound Edition, 2012.
- [2] J. A. Puebla, *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN REFRIGERACIÓN*. FONDOIN.
- [3] J. X. y P. Hrnjak, “Heat transfer and pressure drop of condensation from superheated vapor to subcooled liquid,” *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 103, 2016.
- [4] L. D. M. M. y L. R. A. Cavallini, D. Del Col, “Condensation in horizontal smooth tubes: A new heat transfer model for heat exchanger design,” *Heat Transfer Engineering*, vol. 27, no. 8, pp. 31–38, 2006.
- [5] D. D. C. L. D. G. A. L. y L. R. A. Cavallini, G. Censi, “Condensation of halogenated refrigerants inside smooth tubes,” *HVACR Research*, vol. 8, no. 4, pp. 429–451, 2002.
- [6] R. A. y P. Hrnjak, “Condensation in two phase and desuperheating zone for r1234ze(e), r134a and r32 in horizontal smooth tubes,” *Internacional journal of refrigeration*, vol. 50, pp. 172–183, 2015.
- [7] M. M. y P. Hrnjak, “Flow regimes during condensation in superheated zone,” *Internacional journal of refrigeration*, vol. 84, pp. 336–343, 2017.
- [8] R. J. D. y T. J. Horan, *PRINCIPIOS DE REFRIGERACIÓN*. PEARSON, 2001.
- [9] Tecumseh, “Compresores alternativos,” 2015.
- [10] Tecumseh, “Unidades condensadoras,” 2015.
- [11] R. F. I. Martín, R. Salcedo, *MECÁNICA DE FLUIDOS*. Universidad de Alicante, 2011.
- [12] O. A. Chacón, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VÁLVULA DE EXPANSIÓN CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE, PARA LA REGULACIÓN DEL RECALENTAMIENTO A LA SALIDA DEL EVAPORADOR DE UNA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA*. PhD thesis, Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [13] Tecumseh, *Compressor FH240Z*. ASERCOM.
- [14] I. H. Bell, J. Wronski, S. Quoilin, and V. Lemort, “Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop,” *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 53, no. 6, pp. 2498–2508, 2014.

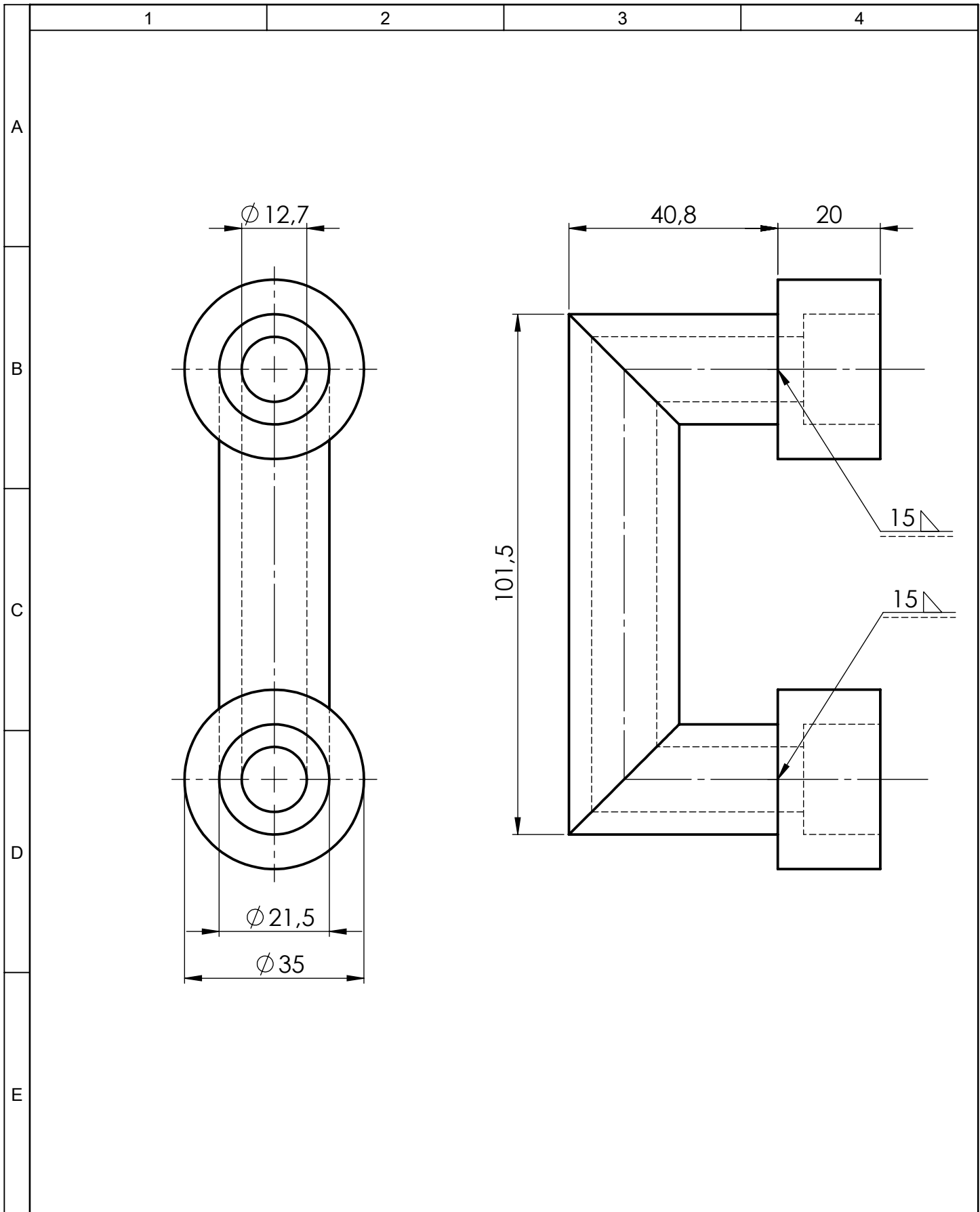
## 5.3 ANEXOS

### 5.3.1 ANEXO 1. PLANOS.



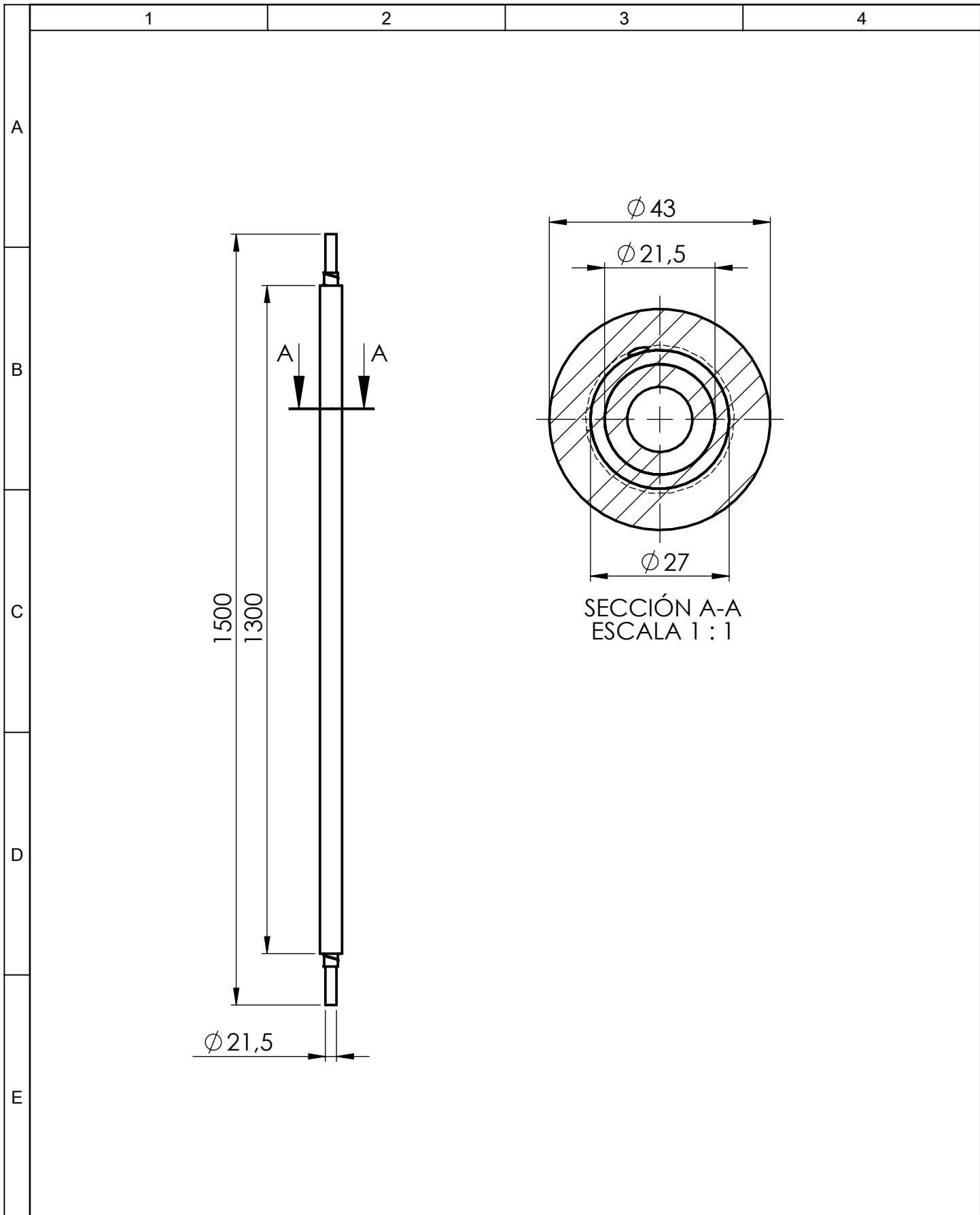
4	Cemento refractario		Cemento	4		3,433	
3	Resistencia		Niquelina	3		NA	
2	Tubería de 1/2"		ASTM A36	2		2,783	
1	Unión en u		ASTM A36	1		0,466	
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

				Tolernacia :	Peso:	Material:	
				±0,1	6,682 Kg	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 09/07/2018	S. RODRÍGUEZ	EVAPORADOR ELÉCTRICO	
				Revisó: 09/07/2018	Ing. J. GARCÍA	Escala: 1:10	
				Aprobó: 09/07/2018	Ing. J. GARCÍA	Registro:	
				U.T.A		No. Lámina	1 DE 4
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	

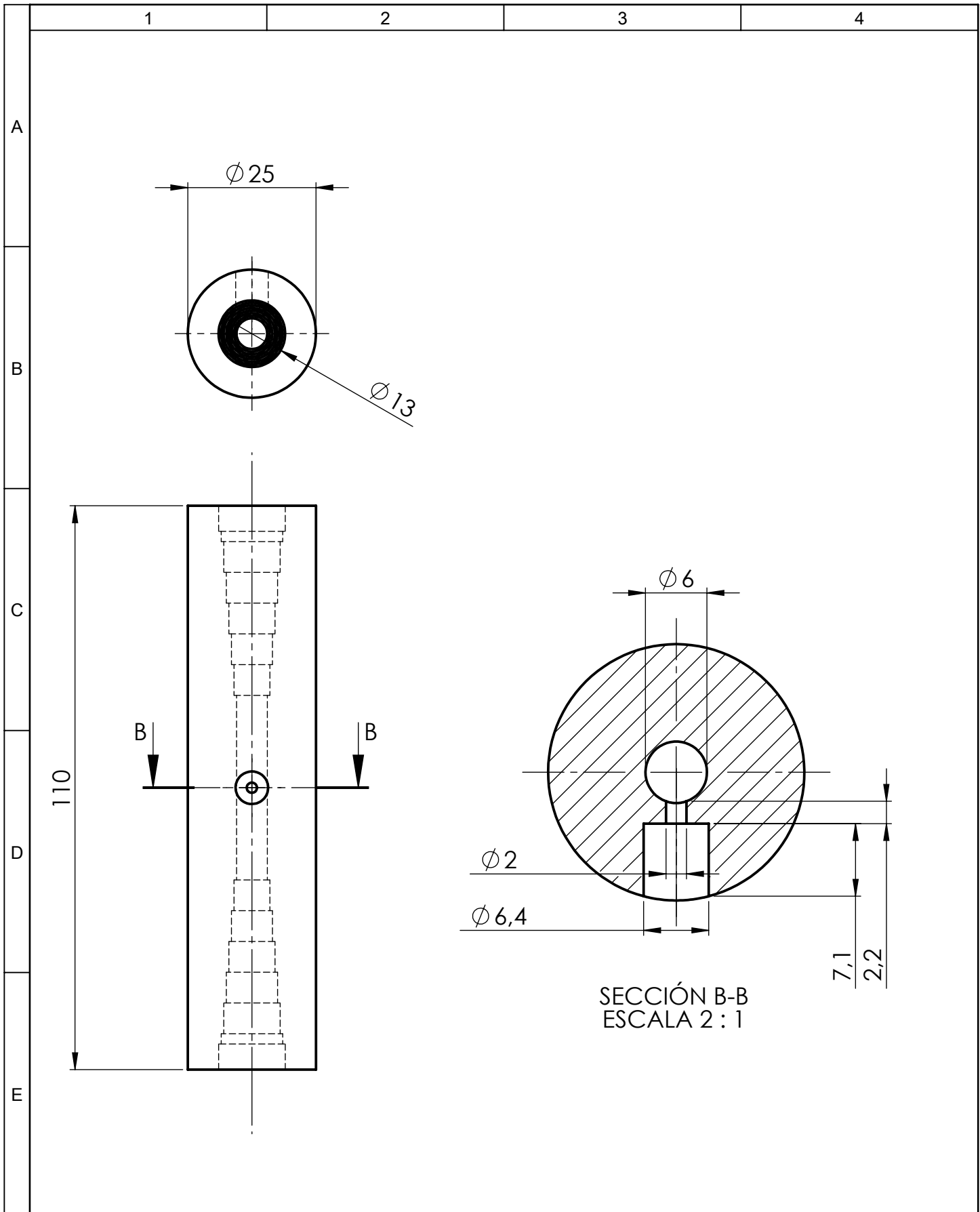


				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				$\pm 0,1$	0,466 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Título :	Escala:
				Dibujó: 09/07/2018	SEBASTIÁN RORÍGUEZ	UNIÓN U	1:1
				Revisó: 09/07/2018	Ing J. GARCÍA		
				Aprobó: 09/07/2018	Ing J. GARCÍA		
				U.T.A		No. Lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		2 DE 4	
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución )	





				Tolerancia :	Peso:	Material:	
				±0,1	6,216 Kg	VARIOS	
				Fecha	Nombre	Título :	
				Dibujó: 09/07/2018	S. RODRÍGUEZ	TUBO EVAPORADOR ELÉCTRICO	
				Revisó: 09/07/2018	Ing. J. GARCÍA	Escala: 1:10	
				Aprobó: 09/07/2018	Ing J. GARCÍA	Registro:	
				U.T.A		No. Lámina	3 DE 4
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia :	Peso:	Material:		
				±0,1	0,310 Kg	LATÓN		
				Fecha	Nombre	Título :		Escala:
				Dibujó: 09/07/2018	SEBASTIÁN RORÍGUEZ	VENTURI		1:1
				Revisó: 09/07/2018	Ing J. GARCÍA			
				Aprobó: 09/07/2018	Ing J. GARCÍA			
				U.T.A		No. Lámina	4 DE 4	Registro:
Edición:	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución )		

### 5.3.2 ANEXO 2. HOJA TÉCNICA COMPRESORES.

Compresseur / Compressor  
Code tension / Voltage code : F

# FH2480Z

Froid commercial négatif (BP)  
Low back pressure commercial application

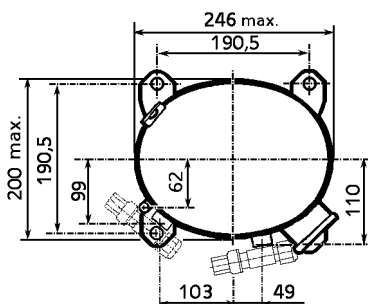
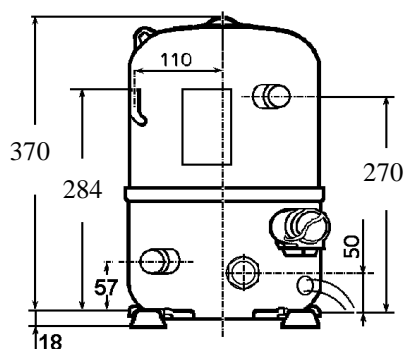
220-240V / 50Hz - 1~

R404A



N° 126GT-F - ind g

Conditions <i>Conditions</i>	fréquence <i>frequency</i>	Prod frigorifique nominale / <i>nominal refrigerating capacity</i>			Puis. sonore <i>Sound level</i>
		Watts	Kcal/h	BTU/h	
EN 12900	50 Hz	1093	940	3727	NF S 31-026/ISO 3743-1  71 dBA
Cecomaf	50 Hz	1467			



Cylindrée / *Displacement*: 53.2 cm<sup>3</sup>  
 Poids net / *Net weight*: 37 Kg  
 Charge en huile / *Oil charge*: 1625 cm<sup>3</sup>  
 Type d'huile / *Oil type*: P.O.E /  
 Détente / *Expansion device*: Capillaire/Détendeur  
*Capillary/Exp° valve*  
 Refroidissement / *Cooling*: Ventilé / *Forced*

Résistance à 20° C / *Windings resistances at 20° C*  
 Phase princ. / *Main Winding*: 0.95 Ohms  
 aux. / *Auxiliary Winding*: 4.4 Ohms

Intensité / *Current*  
 nom. / *Rated current RLA*: 7.2 A  
 max. / *Max current*: 16 A  
 dém. / *Start current LRA*: 68 A

Ap. Electrique / *Electrical equipment*: CSR

Protecteur / *Overload*: Interne / *Internal*

Relais potentiel / *Potential relay*: RVA40\*\*  
 enclenchement / *Pick up*: 318/347V  
 déclenchement / *Drop out*: 60/121V  
 Option / *optional*: 3ARR3\*6AE\*

Condensateur dém. / *Start capacitor*: 156 µF / 330 V

Condensateur Perm. / *Run capacitor*: 25 µF / 400 V

\* EN12900: T° cond. +40°C / T° évap. -35°C / T° gas aspirés. +20°C /  
 Sous refroidissement. OK

\* EN 12900 : Cond. T° +40°C / Evap. T° -35°C / Return gas T° +20°C /  
 Subcooling. OK

Pour conduites Ø ext / *For tubing O.D.*

Aspiration <i>Suction</i>	Refoulement <i>Discharge</i>	Charge <i>Process</i>
15.9 (5/8")	12.7 (1/2")	6.35 (1/4")

Les caractéristiques données dans cette fiche technique peuvent évoluer sans avis préalable, avec les améliorations que 'TECUMSEH EUROPE' entend toujours apporter à sa production.  
 'TECUMSEH EUROPE', in a constant endeavour to improve its products reserves the right to change any information contained in this leaflet without prior warning.



L'UNITE  
HERMETIQUE



Tecumseh

<b>FH2480Z</b>	Tension F : 220 - 240V 1~ 50 Hz	R404A	N°126GT-F	Ind g
----------------	---------------------------------	-------	-----------	-------

Les performances sont données dans les <b>conditions EN 12900</b> : Elles sont certifiées uniquement en 50 Hz	Gaz aspirés : 20°C Sous refroidissement : 0°K
The performance data are in <b>EN 12900 conditions</b> : They are only certified in 50 Hz	Return gas : 20°C Subcooling : 0°K

© Tecumseh Europe

<b>50 Hz R404A</b>									
4   T condensation	5   T évaporation	(°C)	<b>-40</b>	<b>-35</b>	<b>-30</b>	<b>-25</b>	<b>-20</b>	<b>-15</b>	<b>-10</b>
<b>30</b>	1   P frigorifique	(W)	998	1457	1994	2618	3339	4166	5108
	2   P absorbée	(W)	1061	1253	1446	1641	1840	2044	2253
	3   I absorbée	(A)	4.87	5.67	6.5	7.34	8.21	9.11	10.02
<b>40</b>	1   P frigorifique	(W)	668	<b>1093</b>	1580	2137	2775	3502	4327
	2   P absorbée	(W)	1006	<b>1227</b>	1452	1682	1917	2160	2412
	3   I absorbée	(A)	4.4	<b>5.39</b>	6.41	7.44	8.5	9.59	10.69
<b>50</b>	1   P frigorifique	(W)		708	1137	1621	2169	2789	3491
	2   P absorbée	(W)		1158	1414	1678	1950	2232	2525
	3   I absorbée	(A)		4.93	6.13	7.36	8.61	9.88	11.17
<b>60</b>	1   P frigorifique	(W)			686	1090	1540	2047	2619
	2   P absorbée	(W)			1337	1634	1943	2263	2598
	3   I absorbée	(A)			5.66	7.08	8.52	9.98	11.46

1 = refrigerating capacity      2 = watt input      3 = current      4 = condensing temperature      5 = evaporating temperature

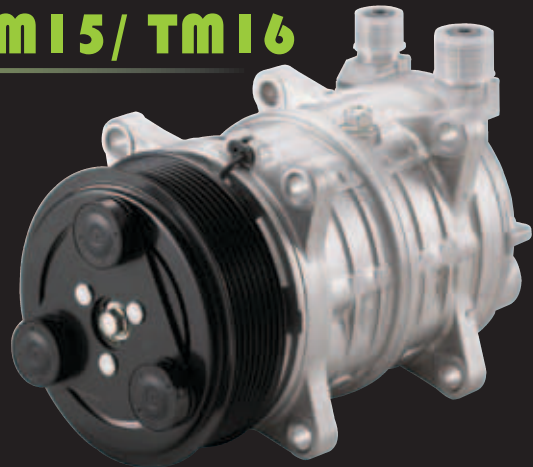
Nota : Les caractéristiques données dans cette fiche technique peuvent évoluer sans avis préalable, avec les améliorations que "TECUMSEH EUROPE" entend toujours apporter à sa production.

Note : "TECUMSEH EUROPE", in a constant endeavour to improve its products reserves the right to change any information contained in this leaflet without prior warning.

# Technical specifications: **TM13/ TM15/ TM16**



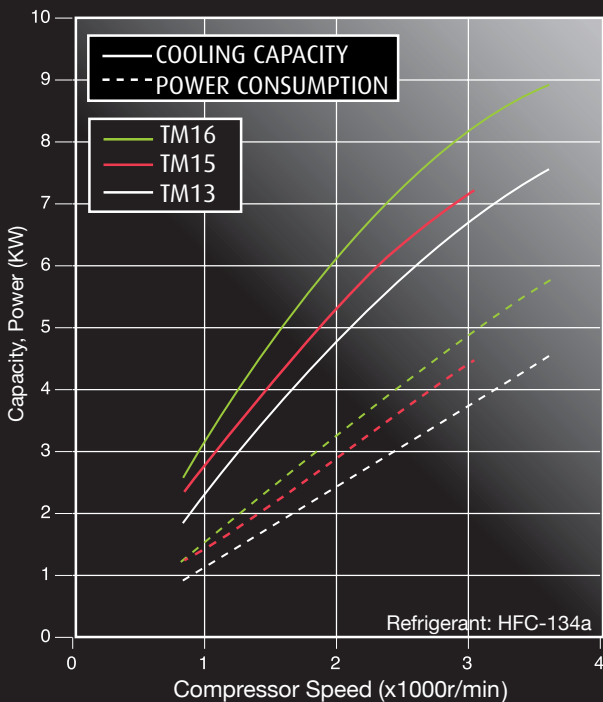
Adaptable Heavy Duty compressors  
 -High reliability  
 -Especially suitable for truck and refrigeration applications  
 -Very wide product range



www.valeocompressors.com

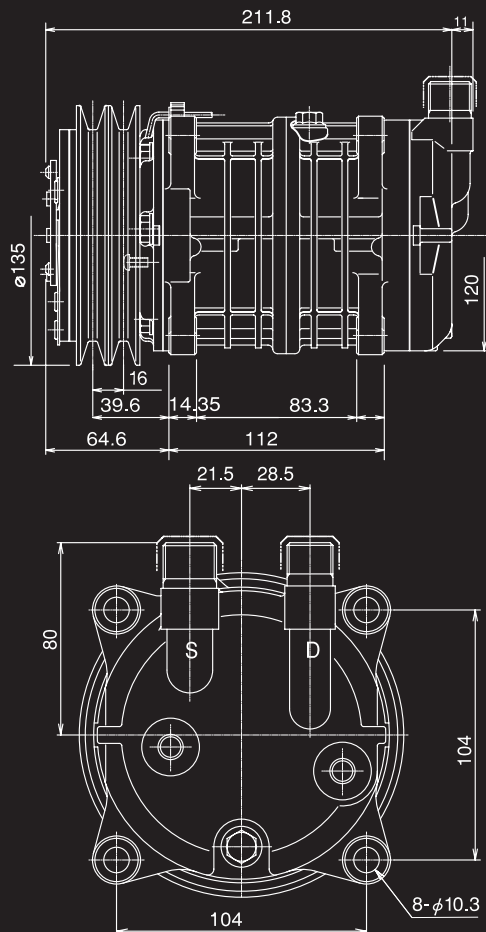
MODEL	TM13	TM15*	TM16
DISPLACEMENT	131cm <sup>3</sup> /rev.	147cm <sup>3</sup> /rev.	163cm <sup>3</sup> /rev.
NUMBER OF CYLINDERS	6	6	6
RANGE	700-6000	700-6000	700-6000
REFRIGERANT	HFC-134a	HFC-134a	HFC-134a
OIL	ZXL 100PG 150cm <sup>3</sup>	ZXL 100PG 150cm <sup>3</sup>	ZXL 100PG 180cm <sup>3</sup>
WEIGHT	6.3Kg (with clutch)	6.5Kg (with clutch)	7.1Kg (with clutch)
MOUNT	Ear or Direct	Ear or Direct	Ear or Direct

## PERFORMANCE CURVES: TM13, TM15, TM16



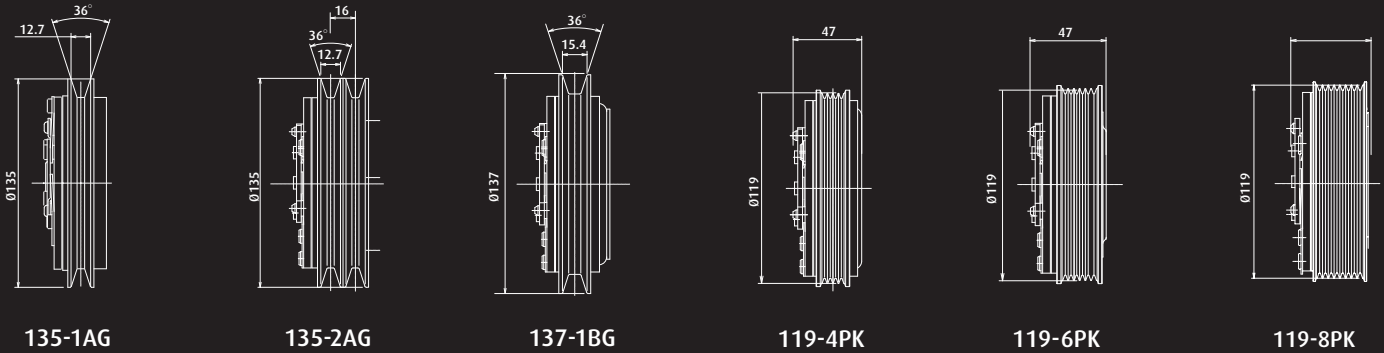
### TEST CONDITIONS

Discharge pressure: 1.52MPa (gage)  
 Suction pressure : 0.18MPa (gage)  
 Sub cool :5°C Super heat : 10°C



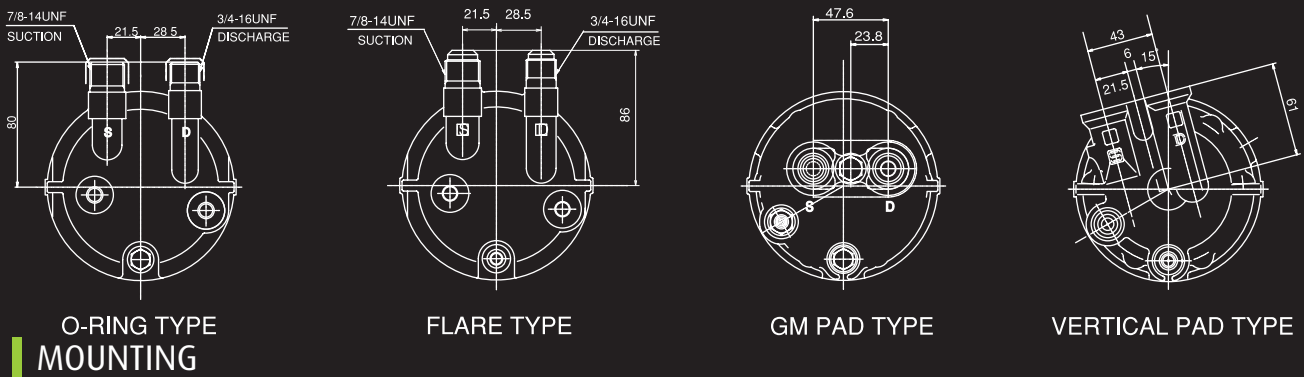
\*TM14 available on some markets is equivalent to TM15 (same fittings, size, options and performances)

## MAGNETIC CLUTCH VARIATIONS

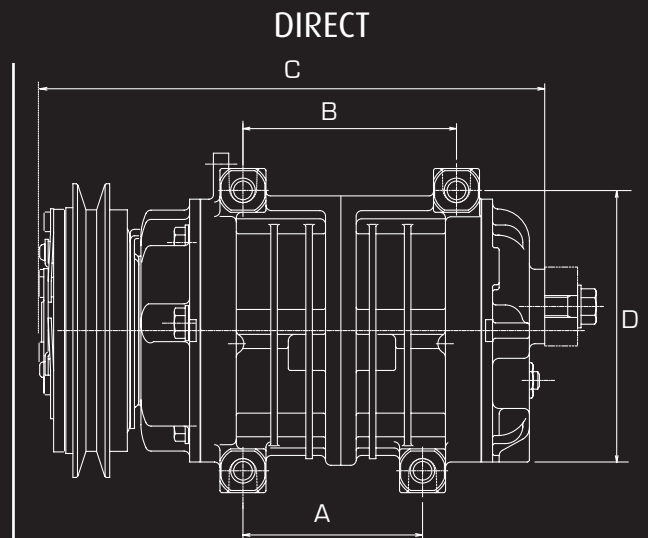
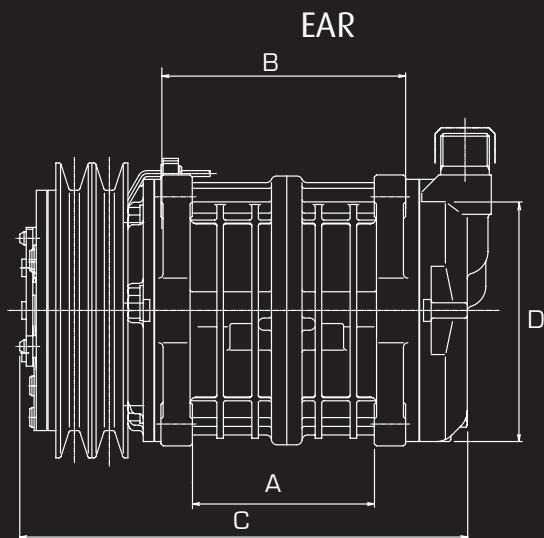


Also available : 10 and 12 groove magnetic clutches

## CYLINDER HEAD VARIATIONS



## MOUNTING



	A	B**	C	D	Oil capacity
<b>TM-13A</b>	83.3mm	112mm	187mm	104mm	150cc
<b>TM-13Ashort</b>	73.3mm	98mm	196.7mm	104mm	150cc
<b>TM-15A</b>	83.3mm	112mm	204.8mm	104mm	150cc
<b>TM-16A</b>	83.3mm	112mm	211.8mm	104mm	180cc

	A	B	C	D
<b>TM-13A (DM)</b>	82mm	82mm	203.7mm	138mm
<b>TM-15A (DM)</b>	78mm	90mm	204.8mm	128mm
<b>TM-16A (DM)S</b>	87mm	92mm	219mm	128mm

\*\* may vary with options

# SERVICE MANUAL



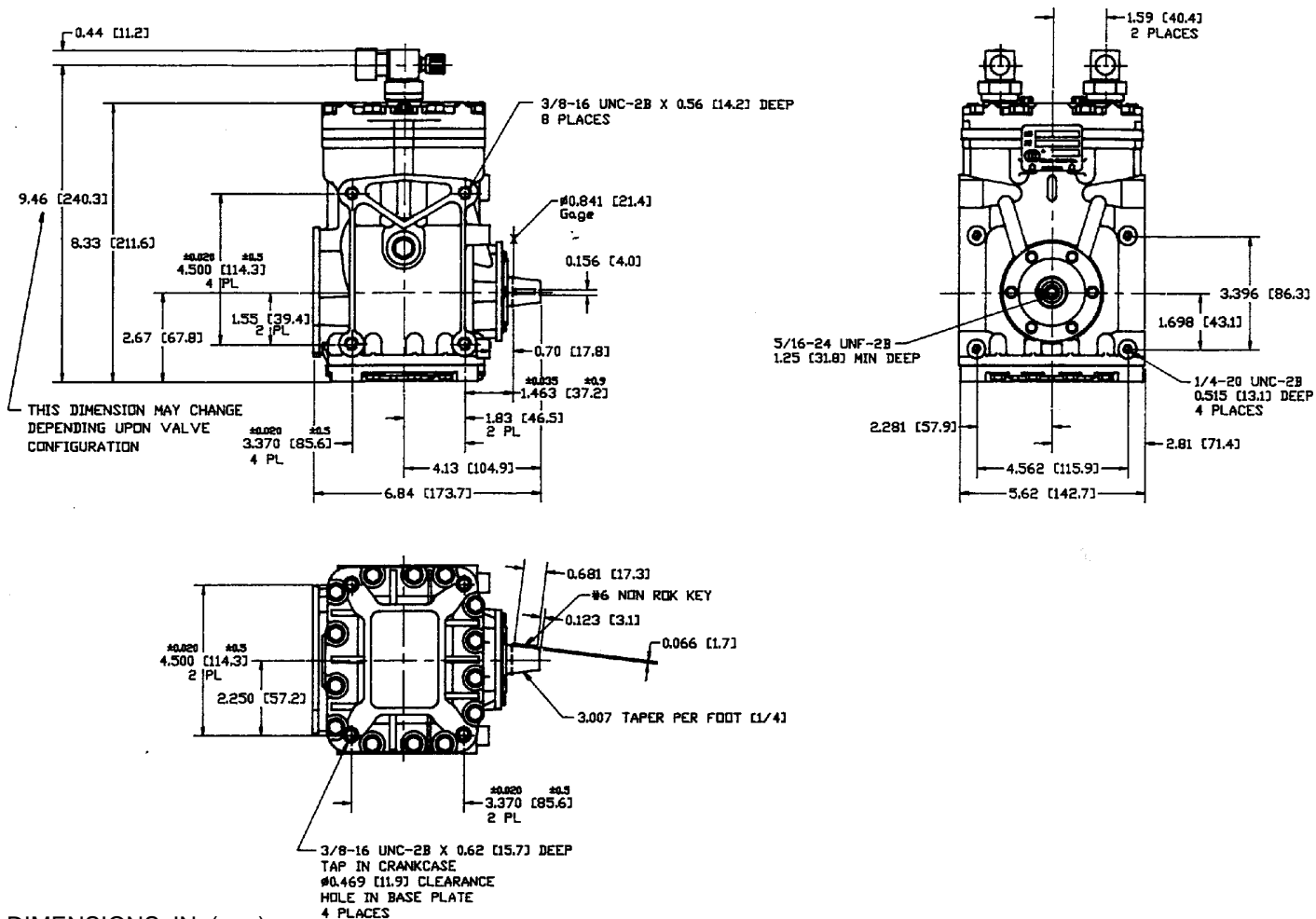
**Climate Control Inc.**





# Compressor Specifications

## Heavy Duty Models

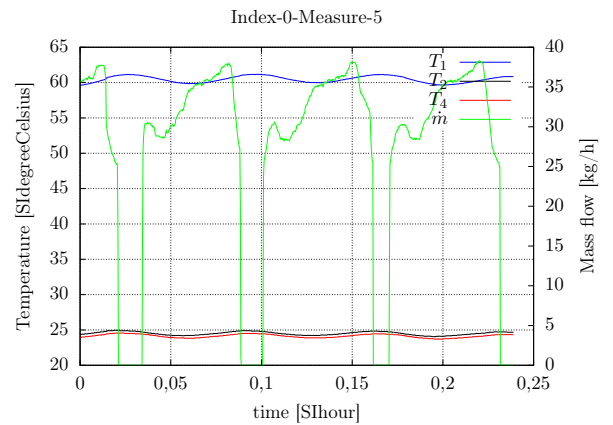
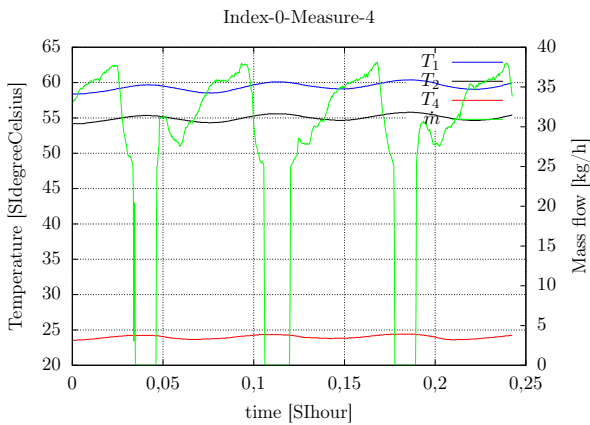
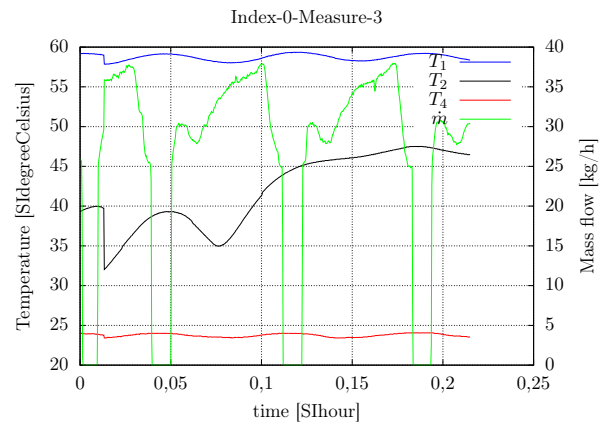
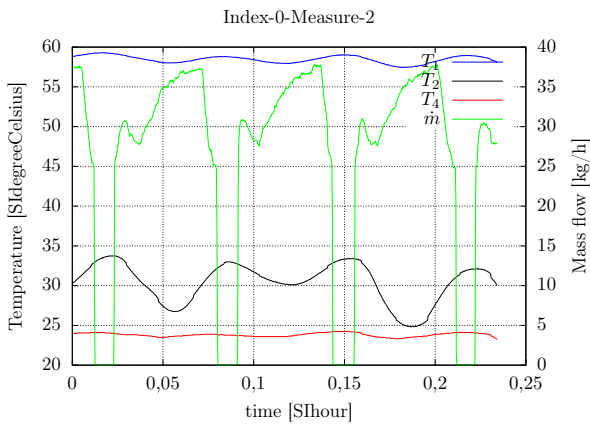
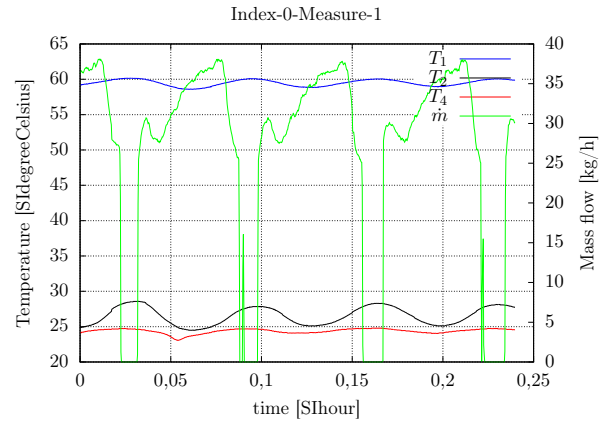
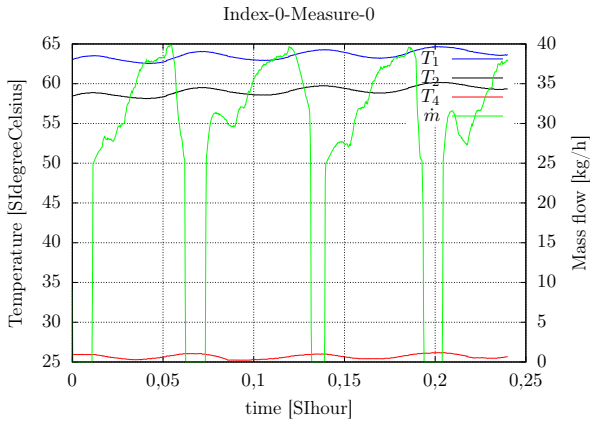


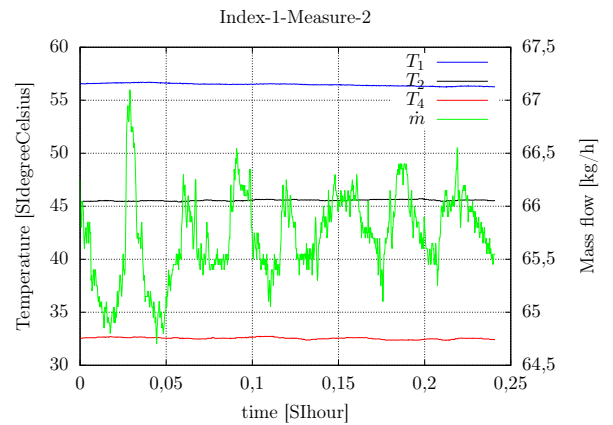
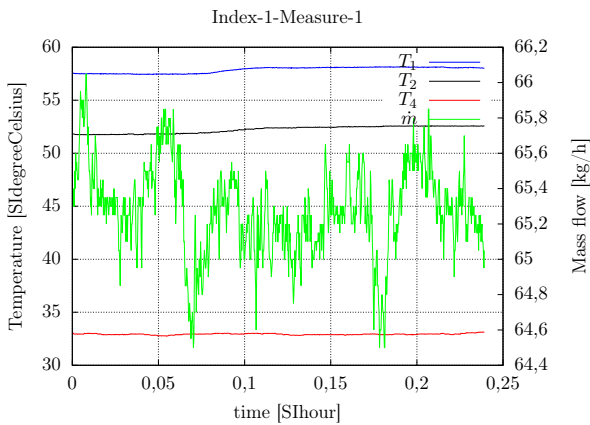
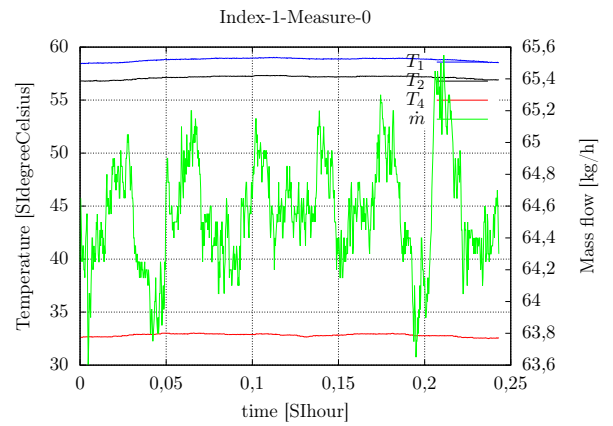
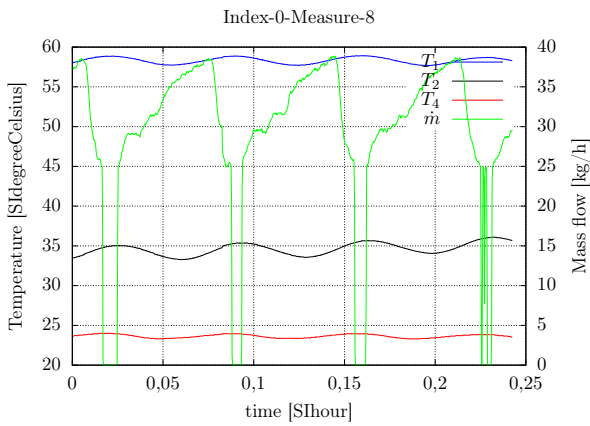
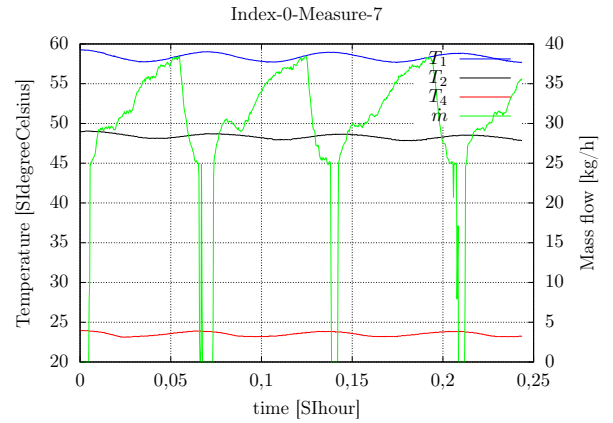
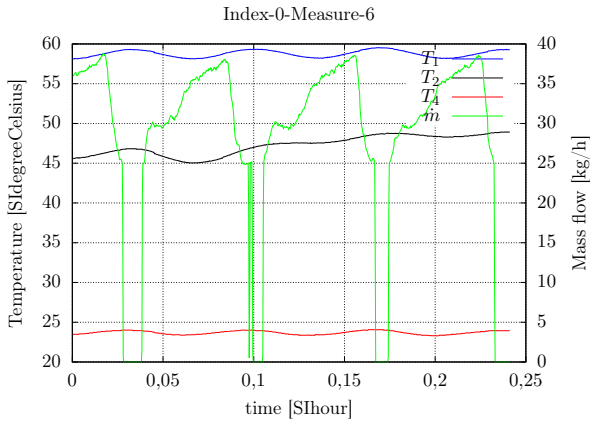
DIMENSIONS: IN. (mm)

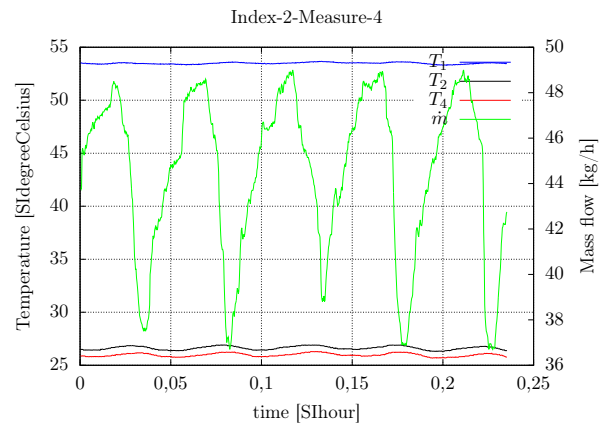
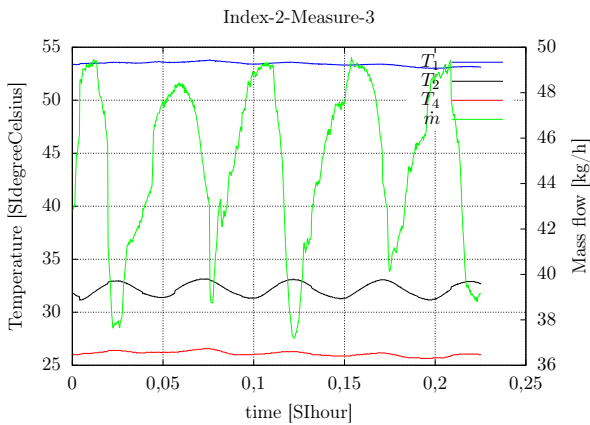
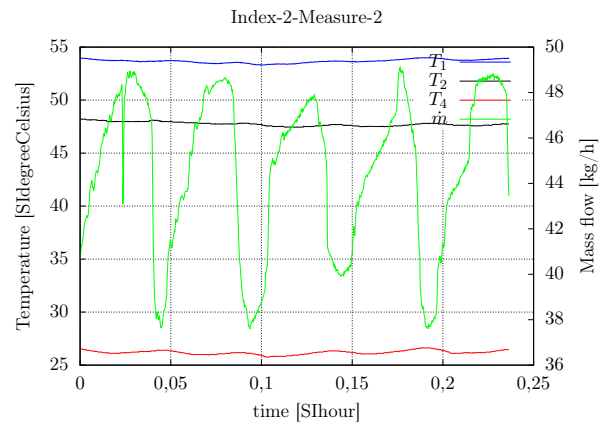
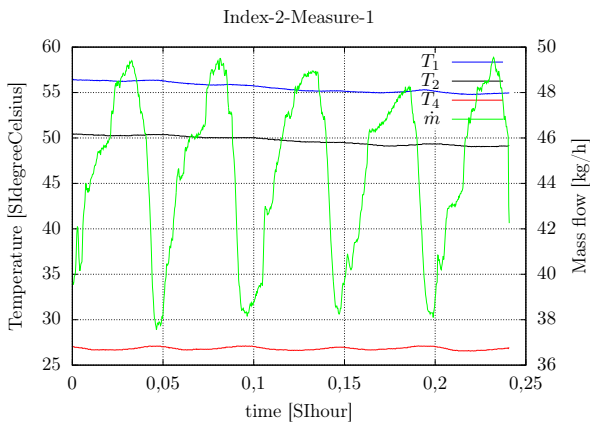
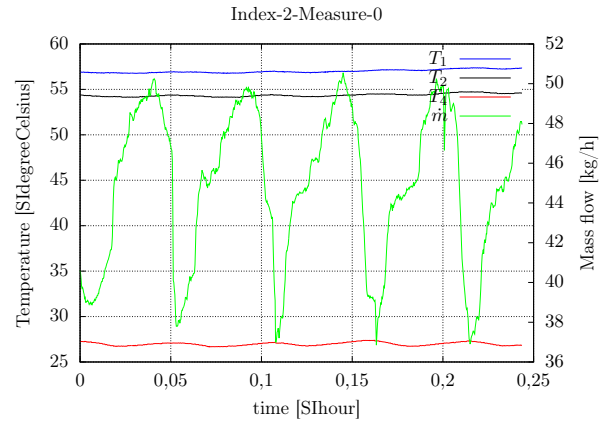
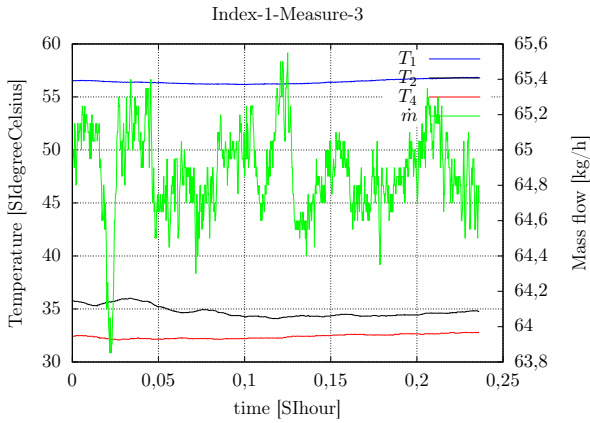
SPECIFICATIONS	206	209	210
No. Cylinders	2	2	2
Bore, in. (mm)	1.875 (47.63)	1.875 (47.63)	1.875 (47.63)
Stroke, in. (mm)	1.105 (28.07)	1.573 (39.95)	1.866 (47.40)
Disp., cu. in./rev. (cc/rev)	6.10 (100)	8.69 (142)	10.3 (169)
R.P.M. - Max.	6000	6000	6000
Refrigerant	R-12, 22, 502, 134a & new blends	R-12, 22, 502, 134a & new blends	R-12, 22, 502, 134a & new blends
Initial Oil Charge, fl. oz. (ml)*	14 (413)	14 (413)	14 (413)
Weight, lbs. (kg)	14.6 (6.6)	14.6 (6.6)	14.6 (6.6)
Lubrication	Splash and Positive Pressure and Oil Return Through Suction Side		

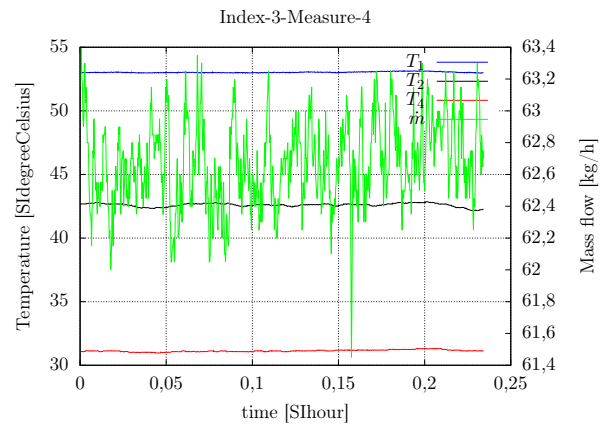
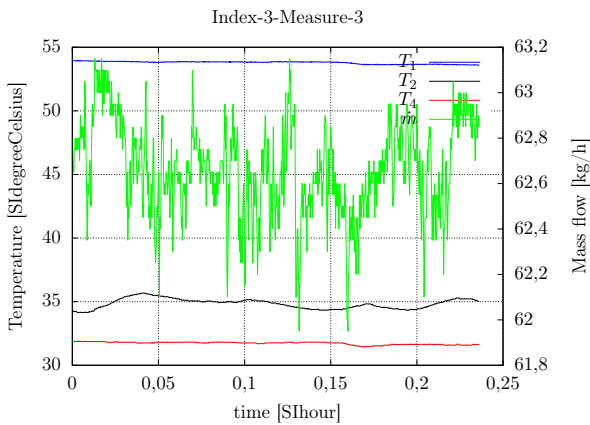
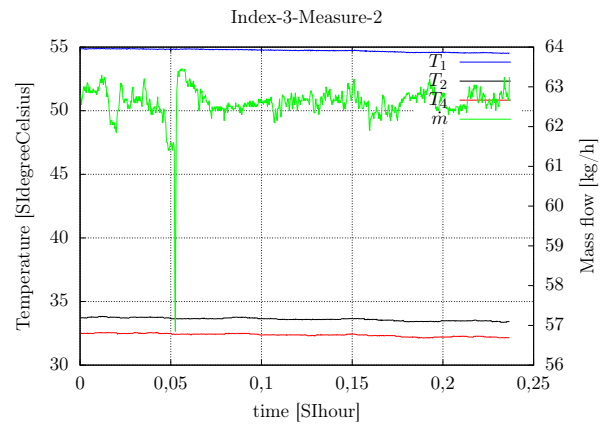
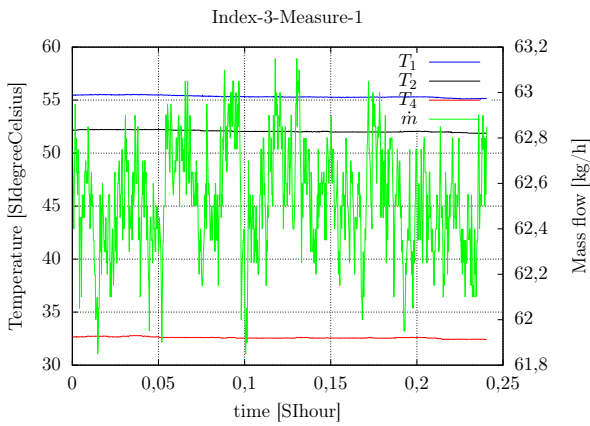
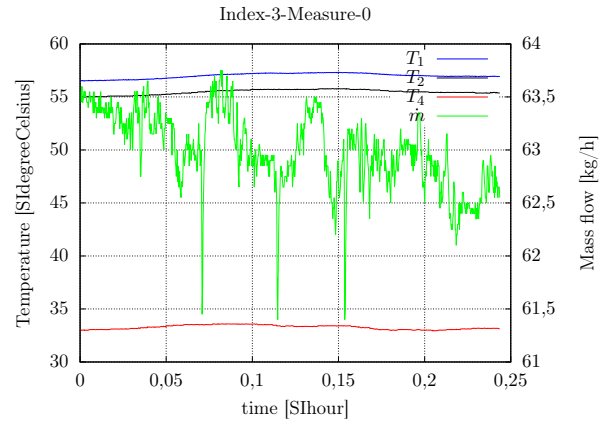
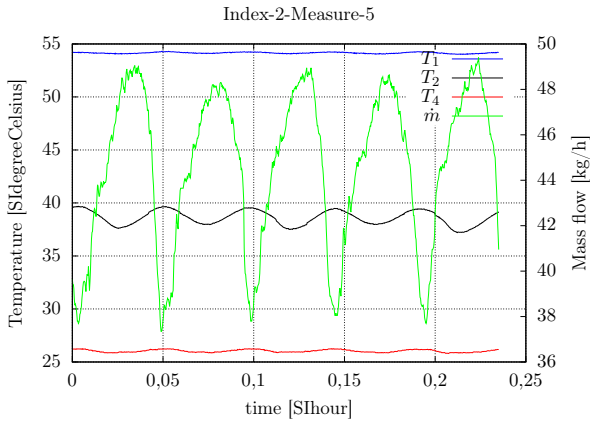
\*R-12 Heavy Duty models contain 12 fl. oz. (355 ml). \*R-134a Heavy Duty models contain 14 fl. oz. (413 ml). Some OEM specifications are as high as 17 fl. oz. (503 ml).

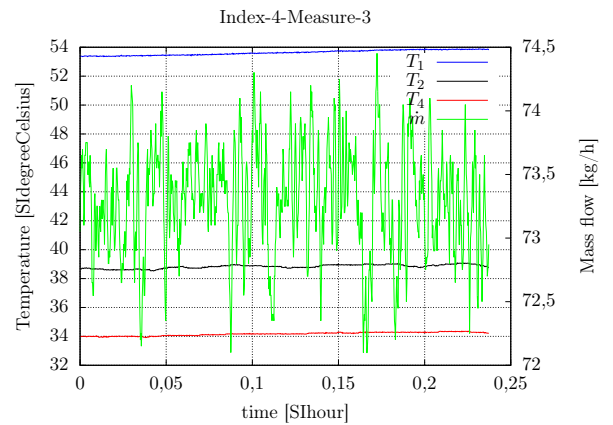
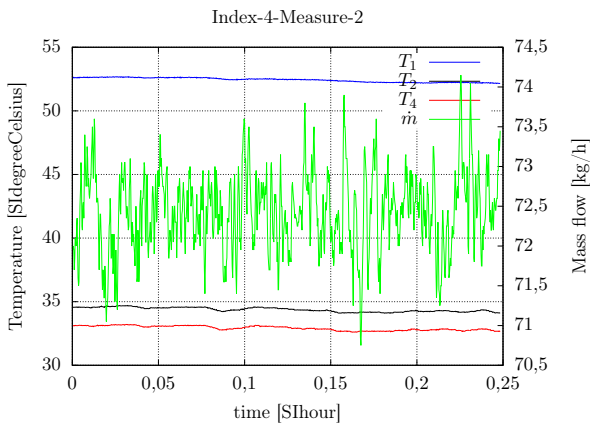
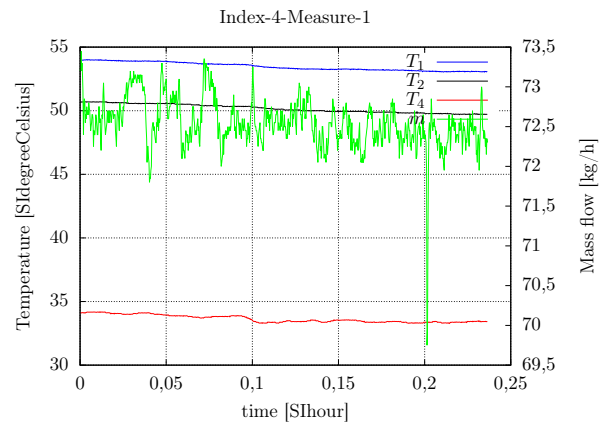
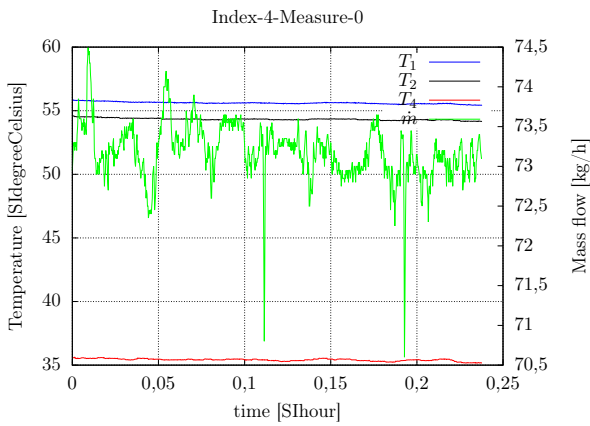
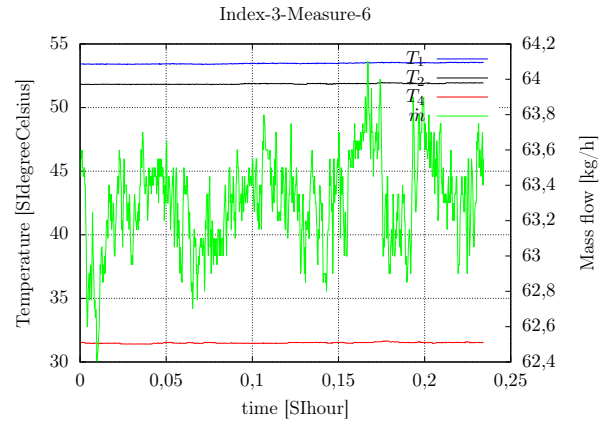
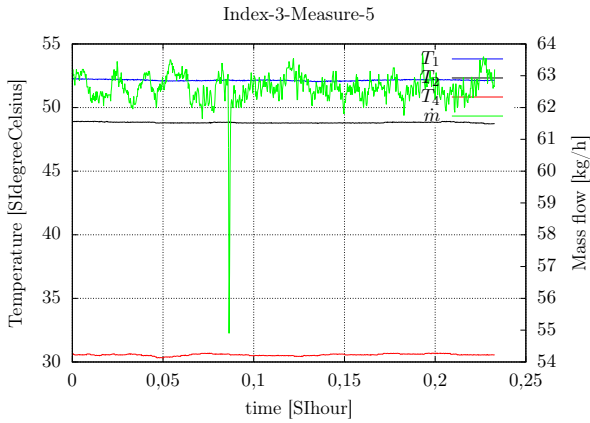
### 5.3.3 ANEXO 3.MEDICIONES.

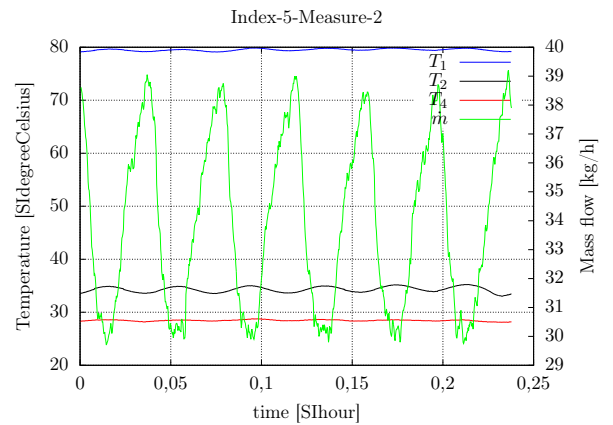
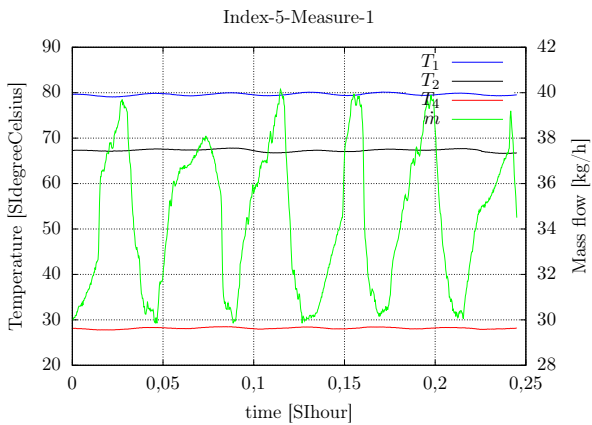
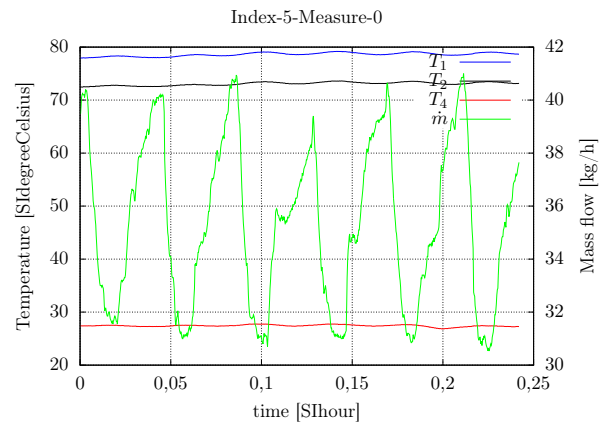
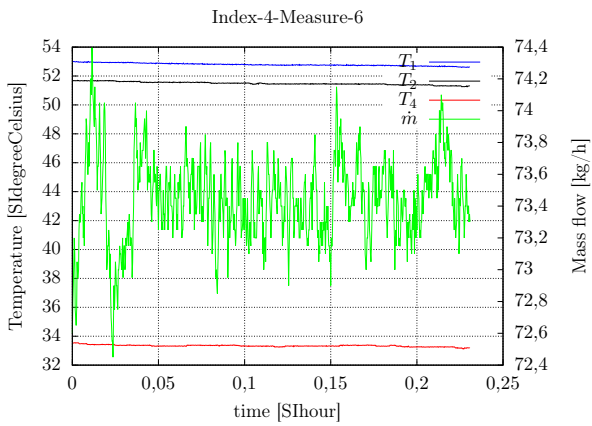
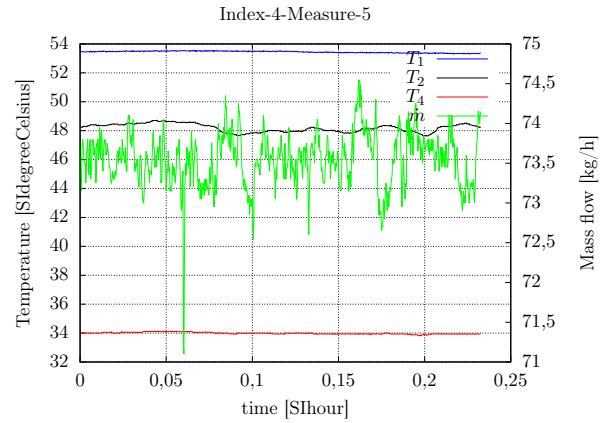
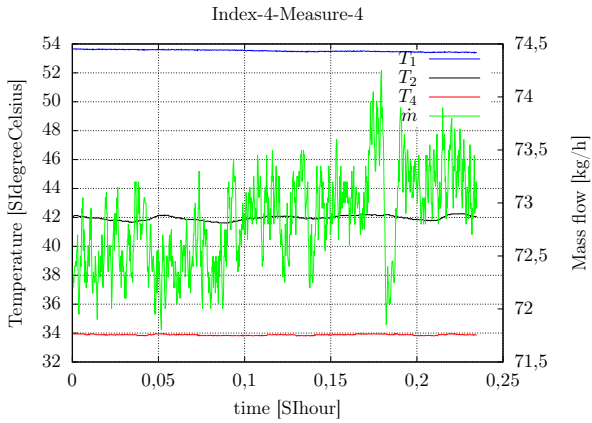




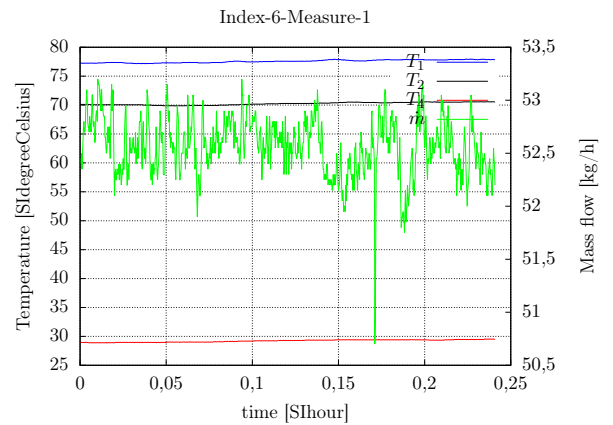
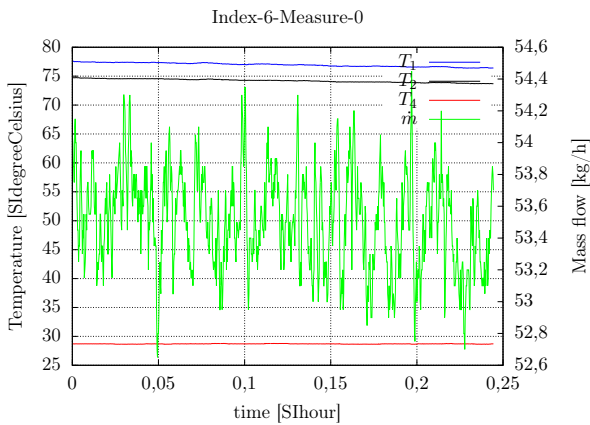
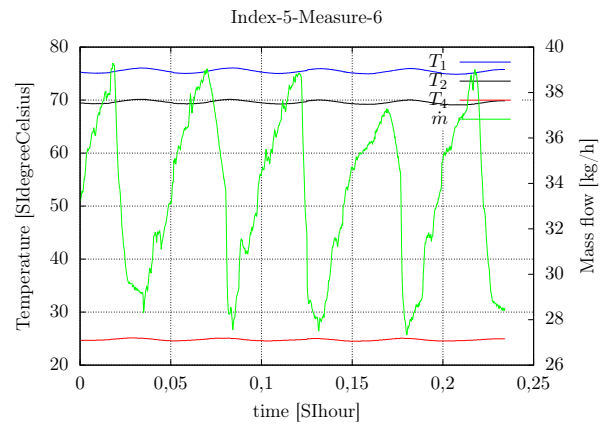
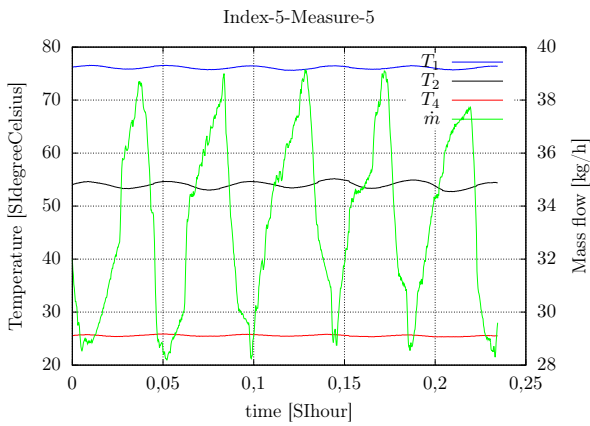
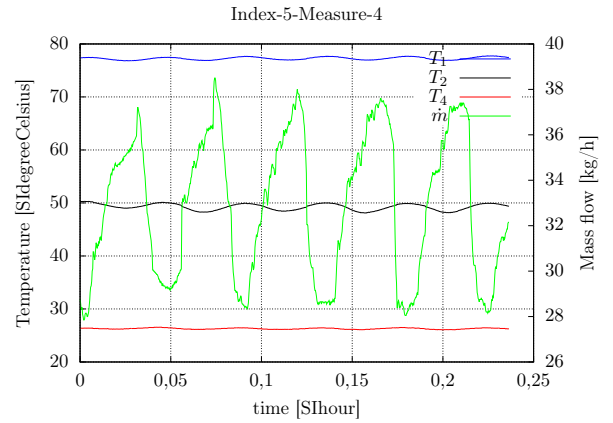
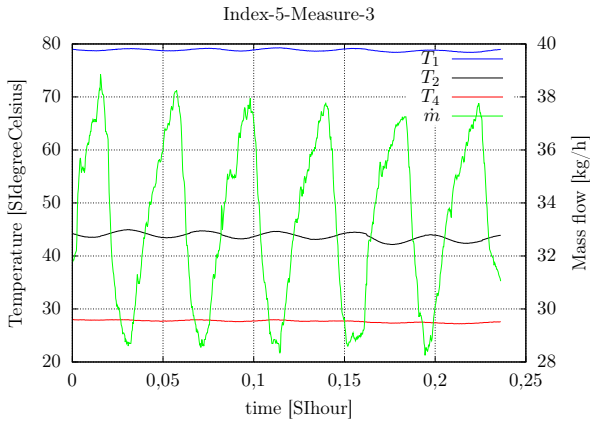


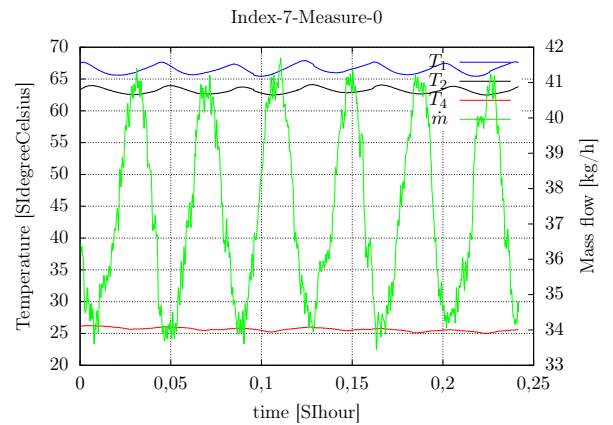
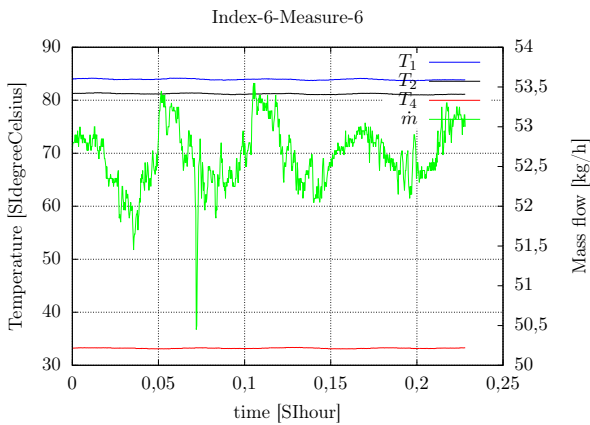
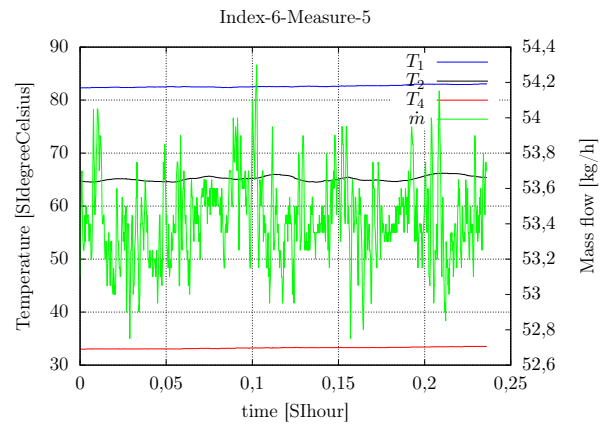
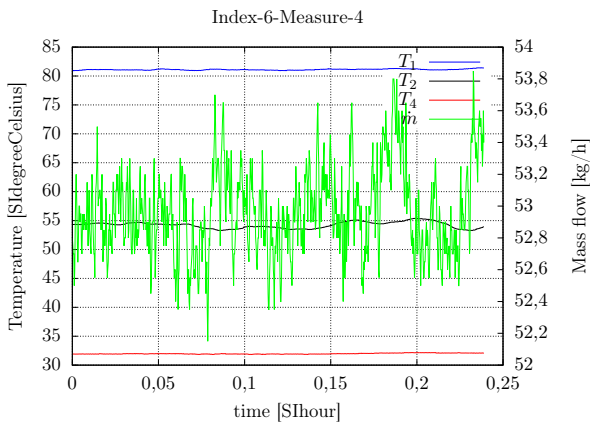
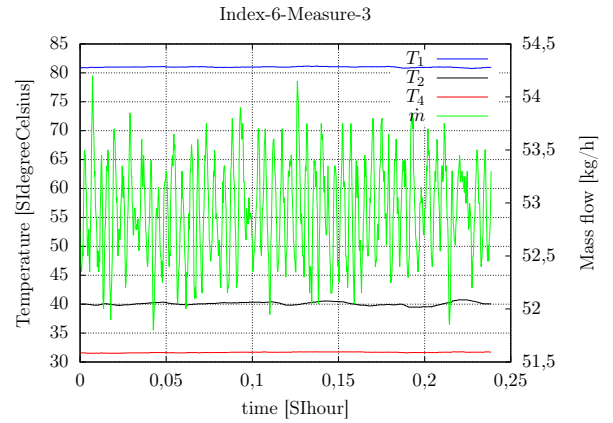
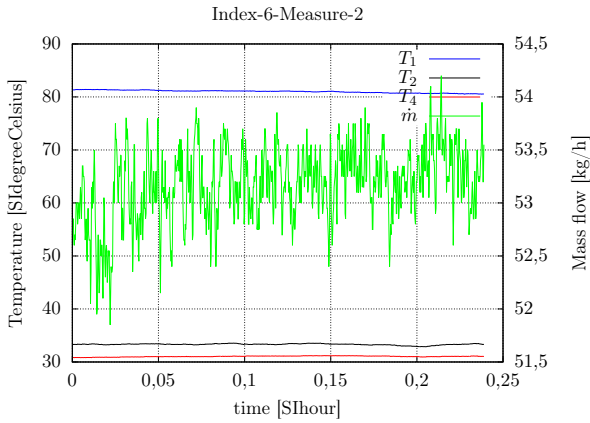


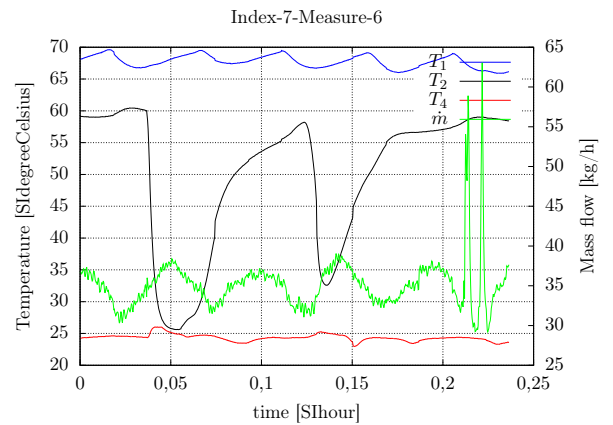
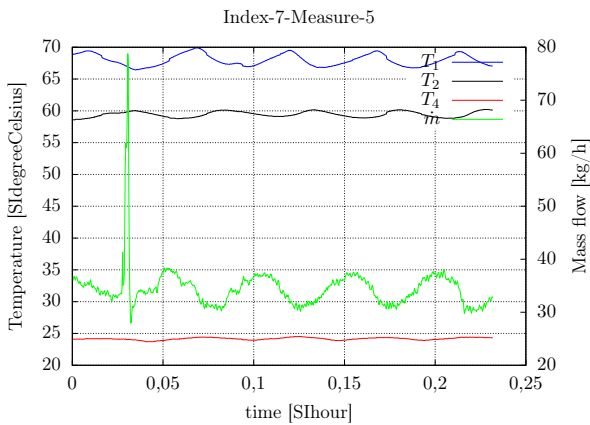
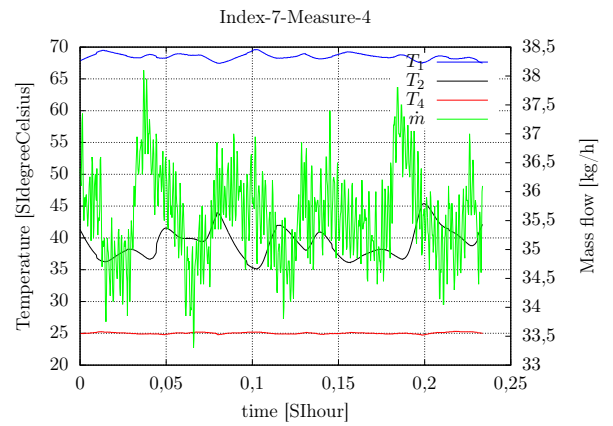
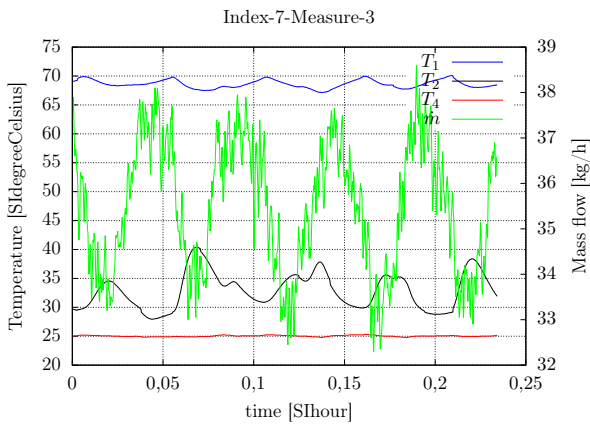
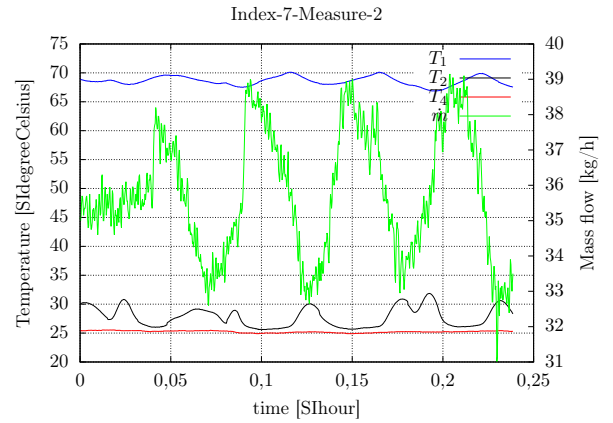
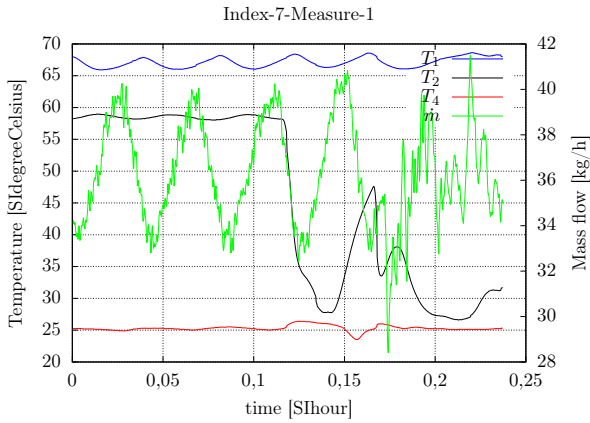


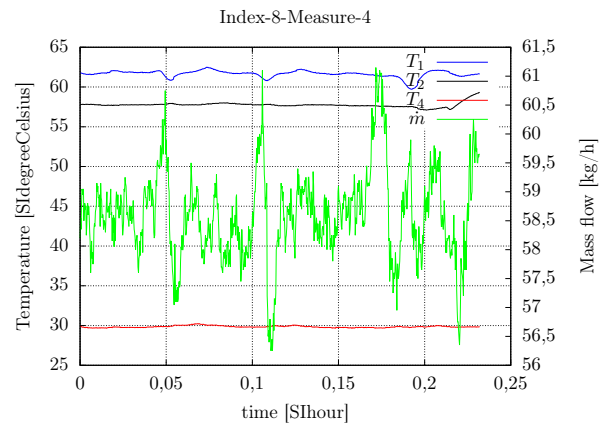
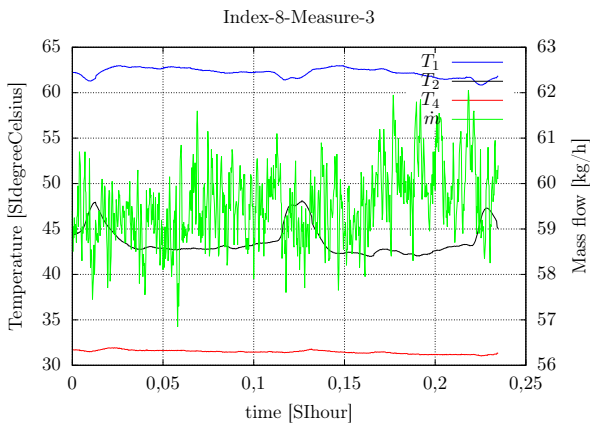
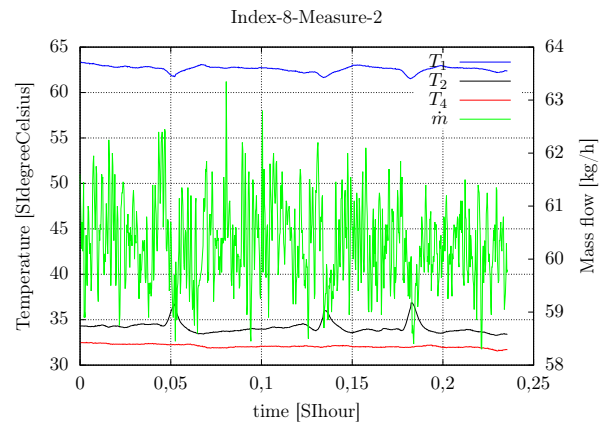
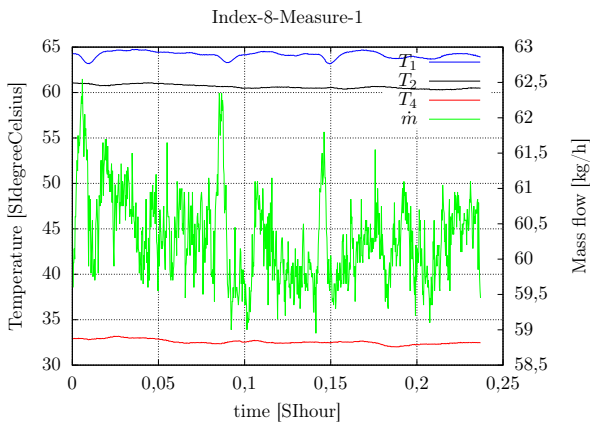
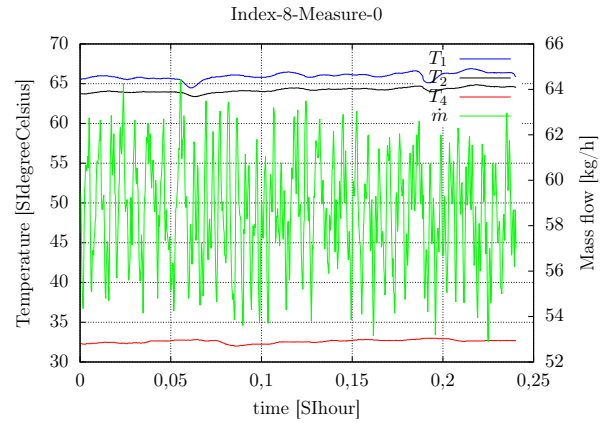
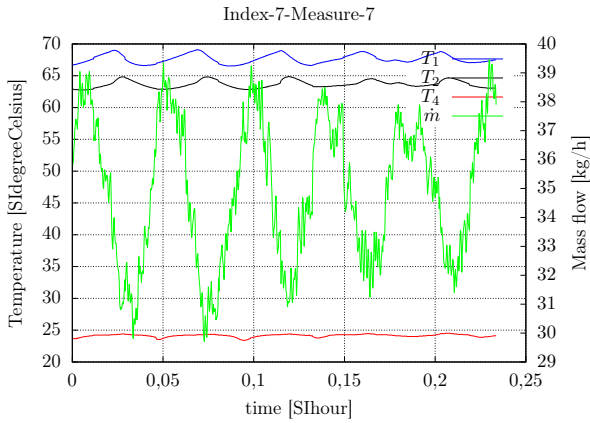


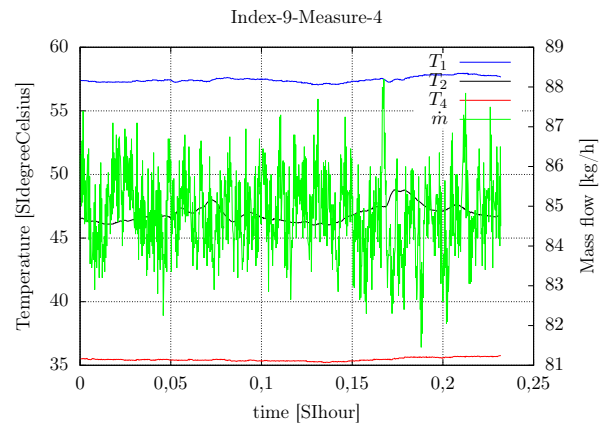
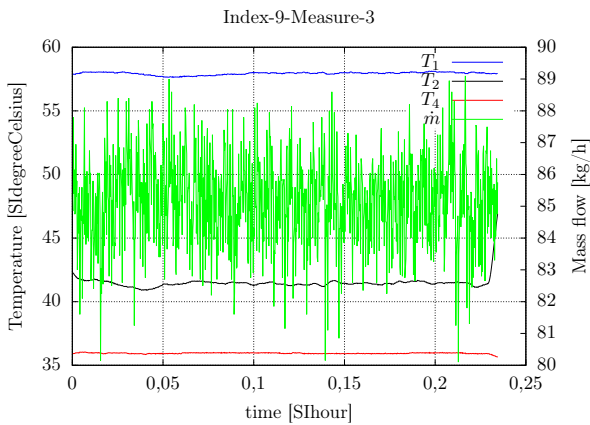
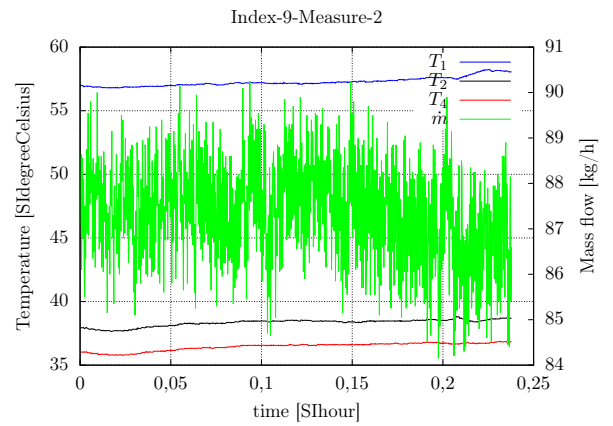
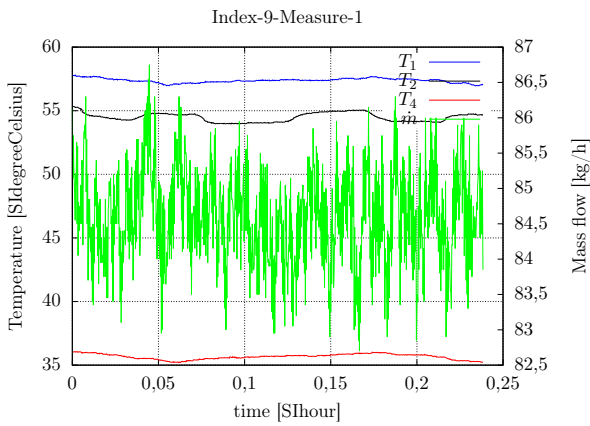
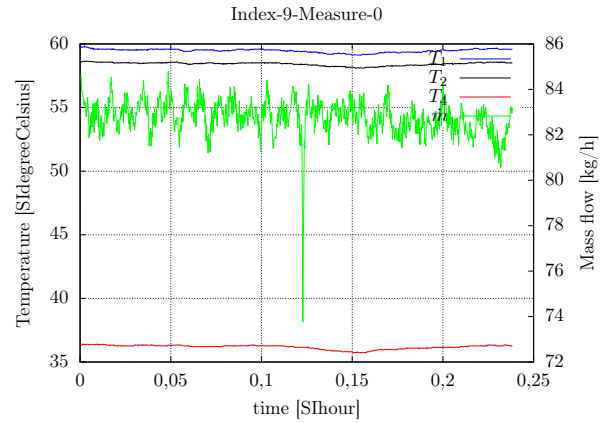
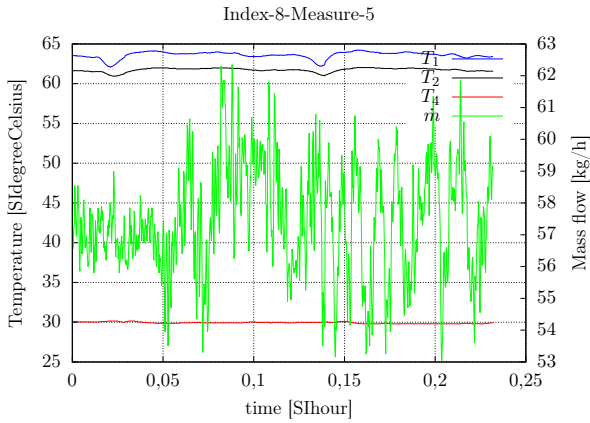


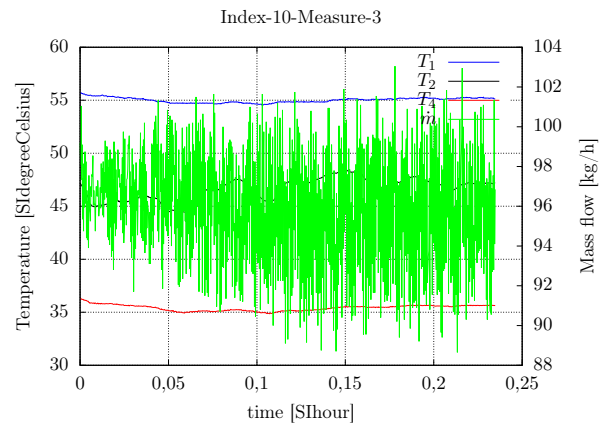
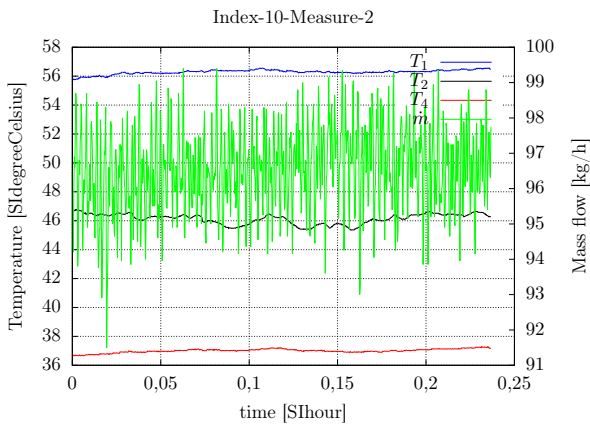
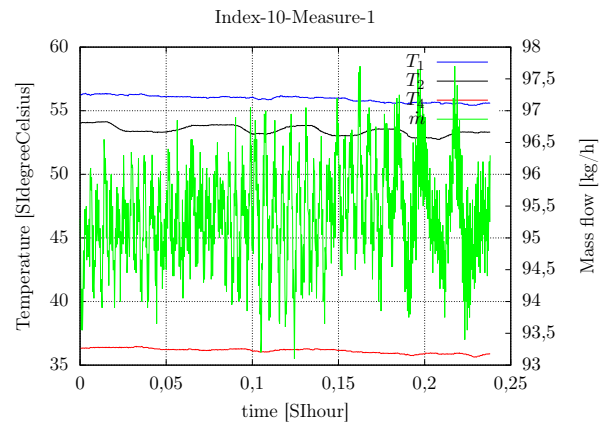
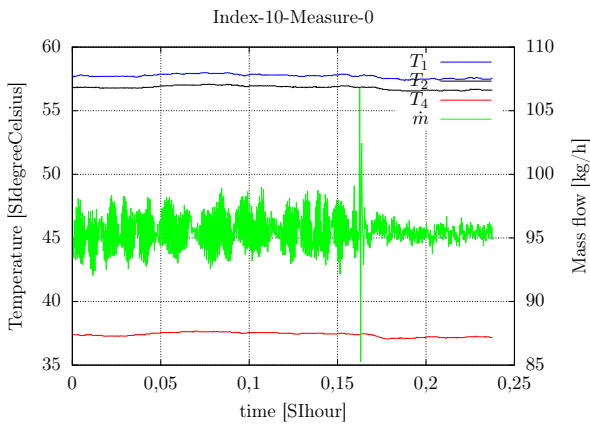
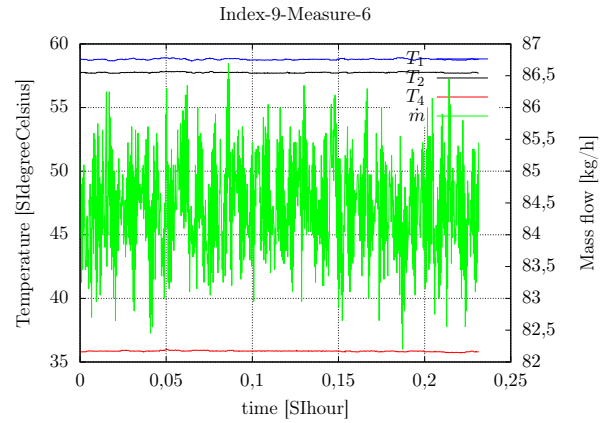
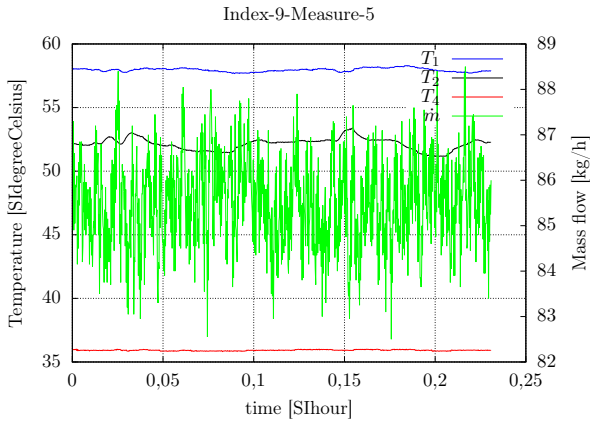


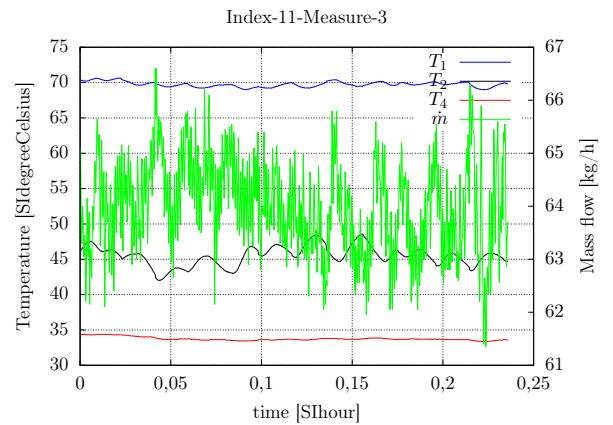
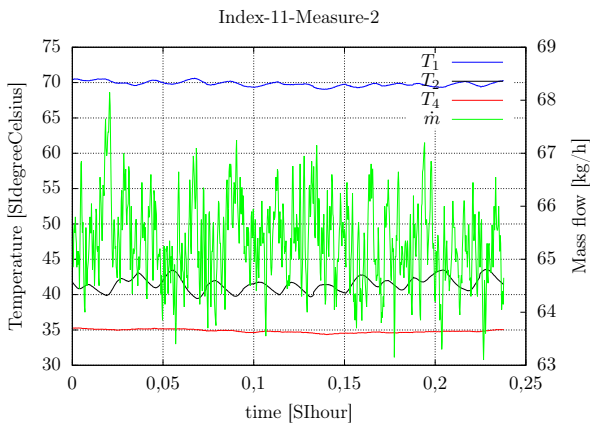
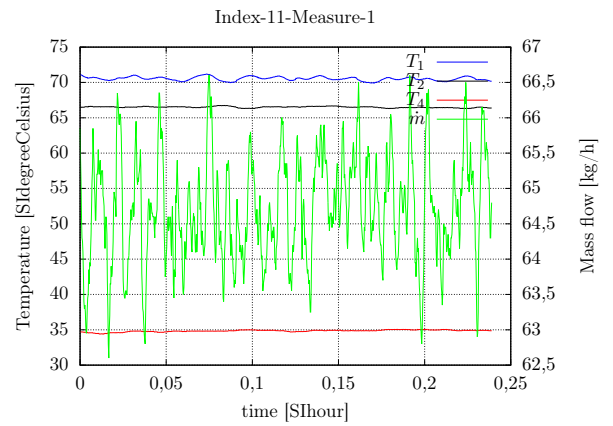
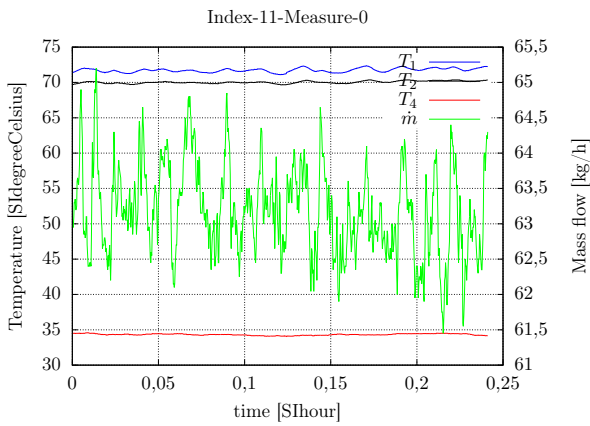
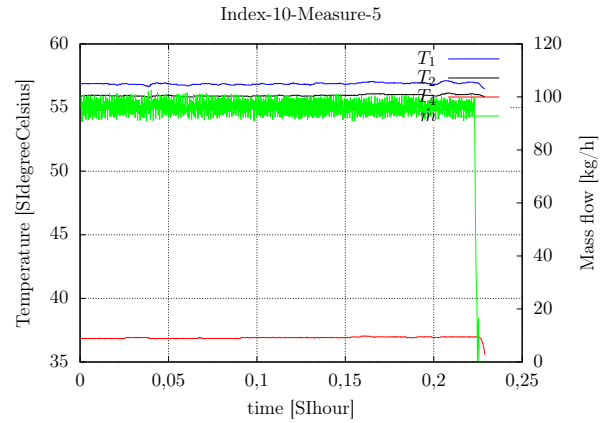
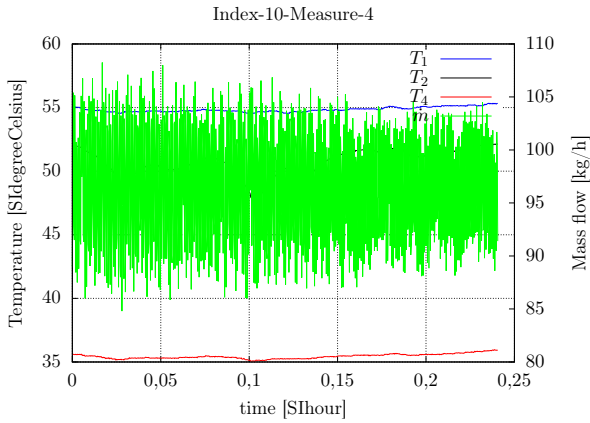




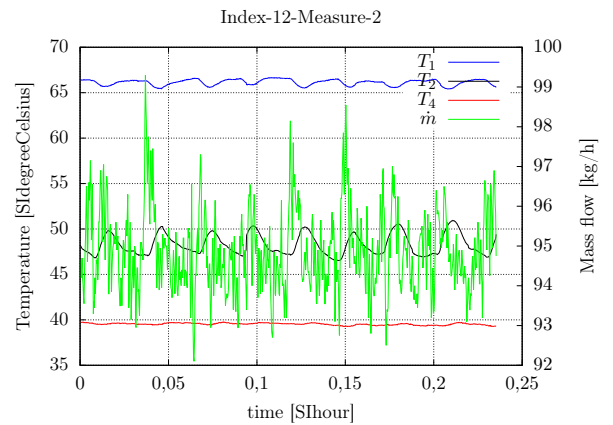
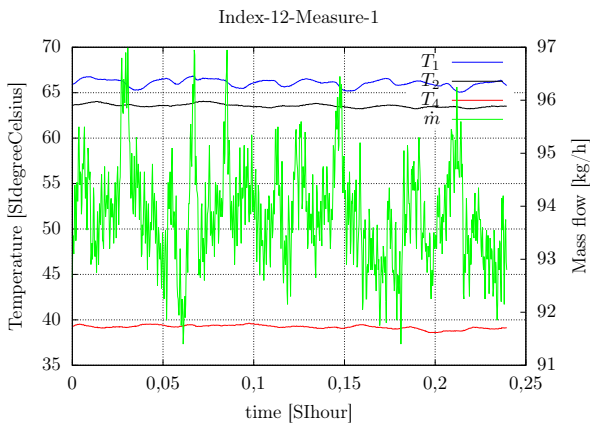
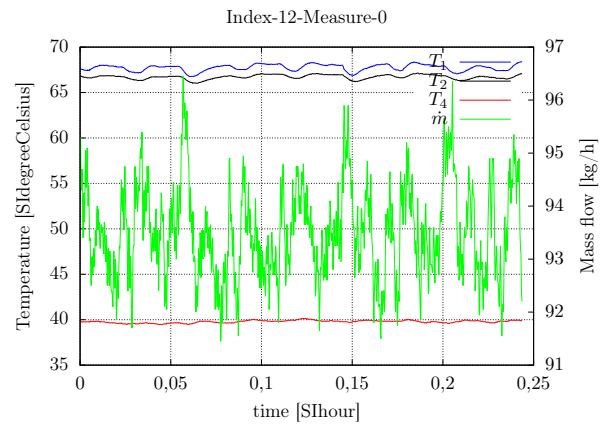
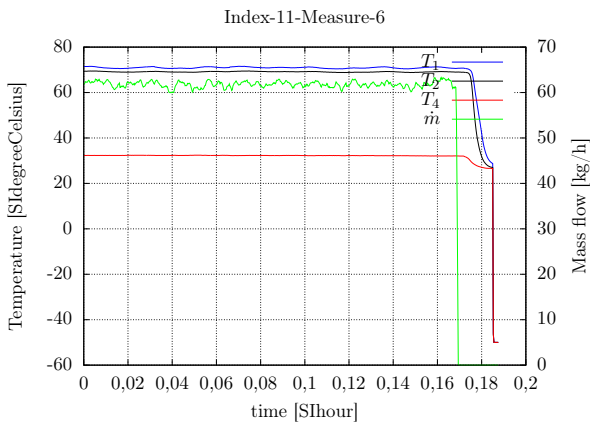
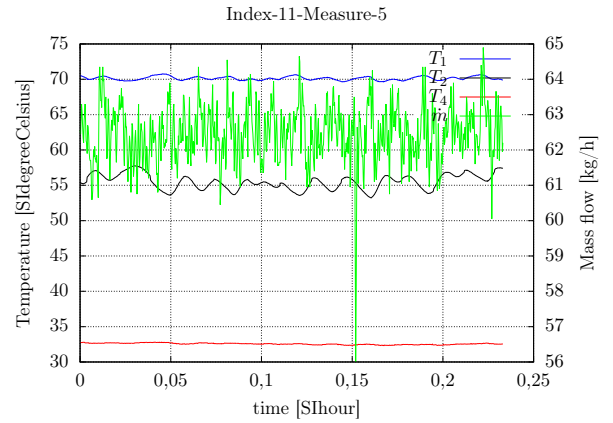
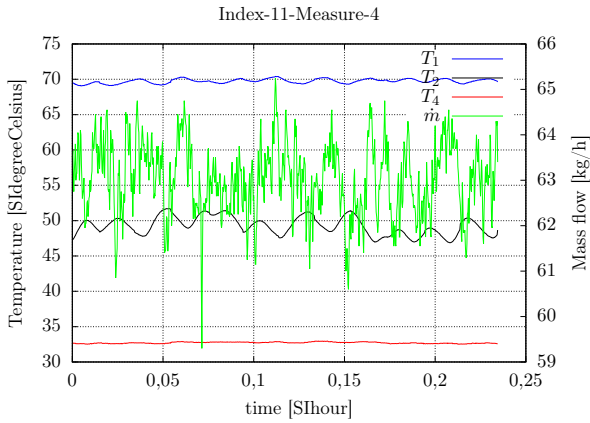




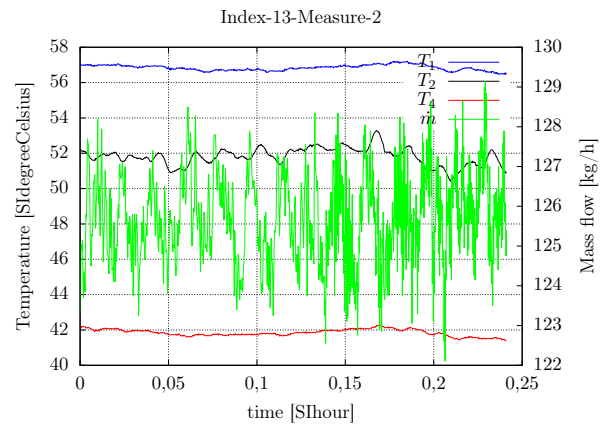
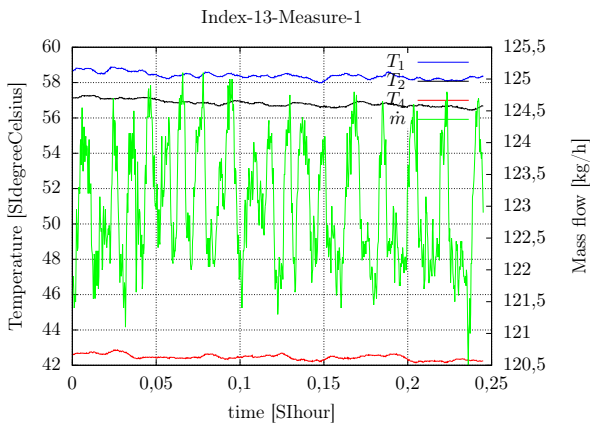
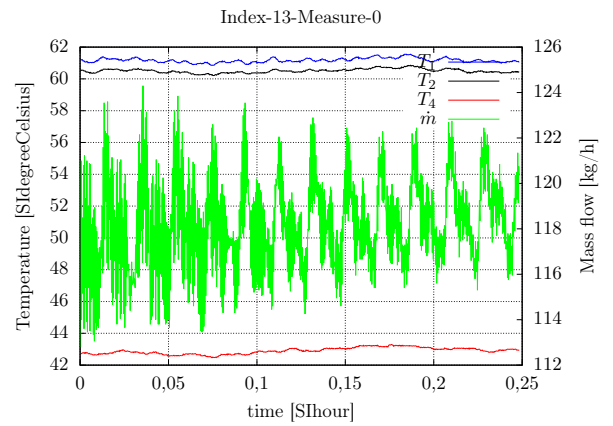
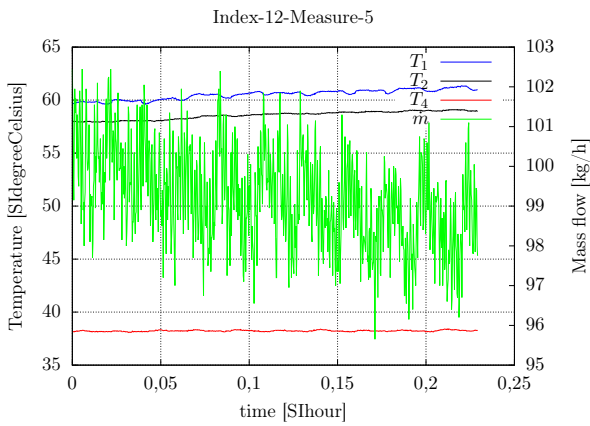
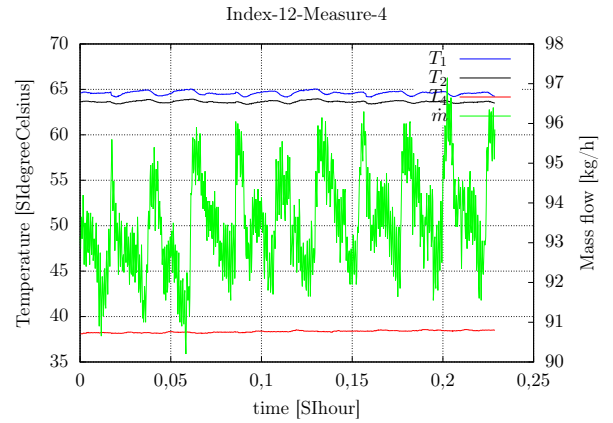
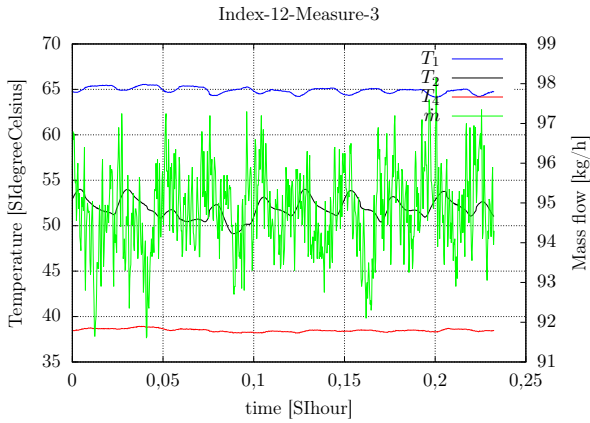


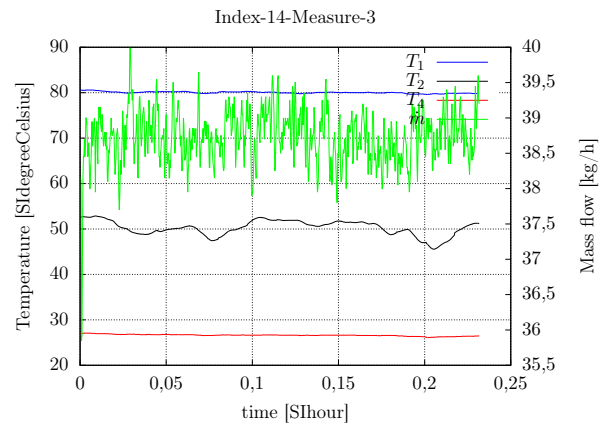
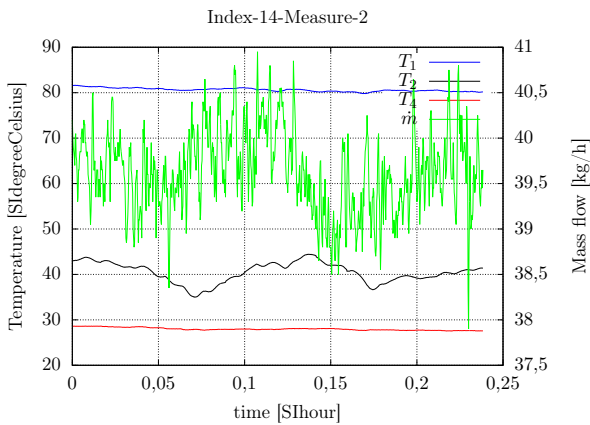
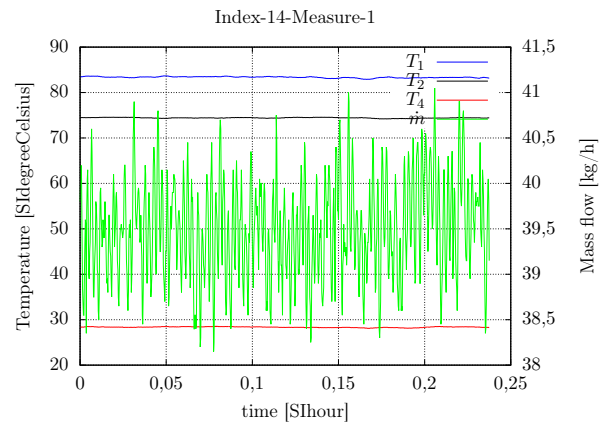
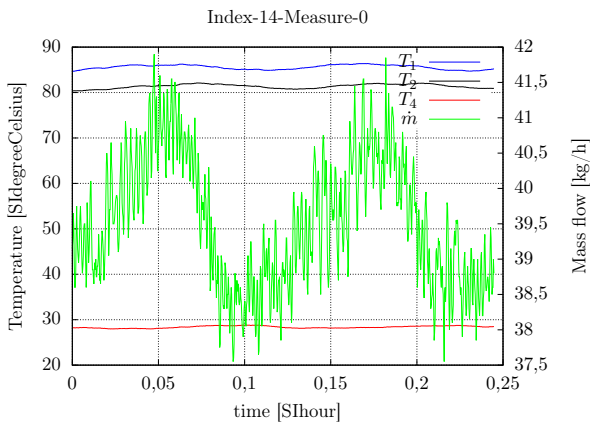
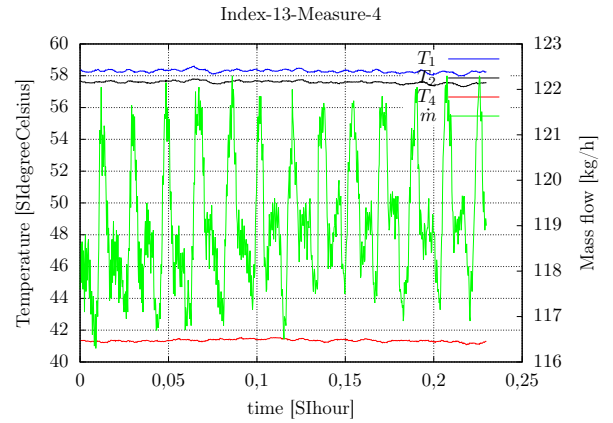
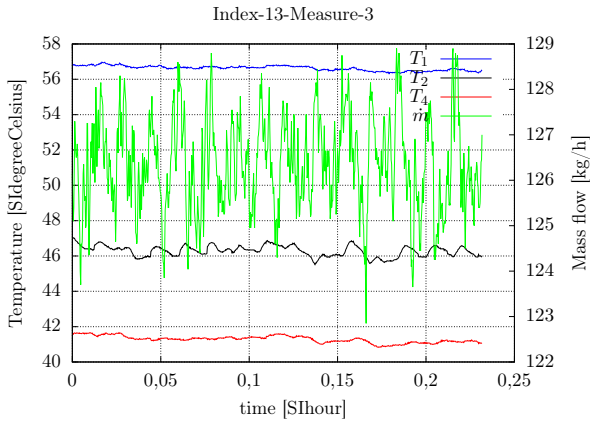


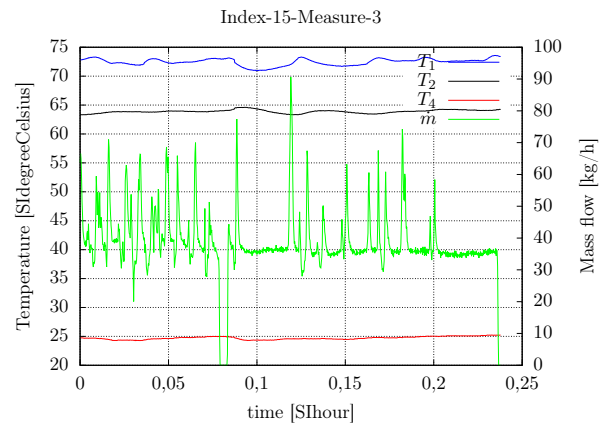
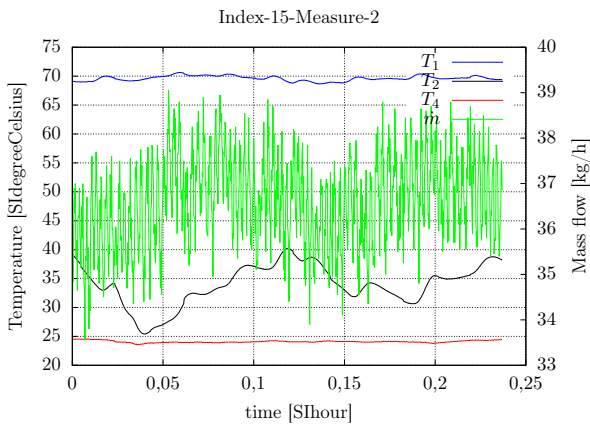
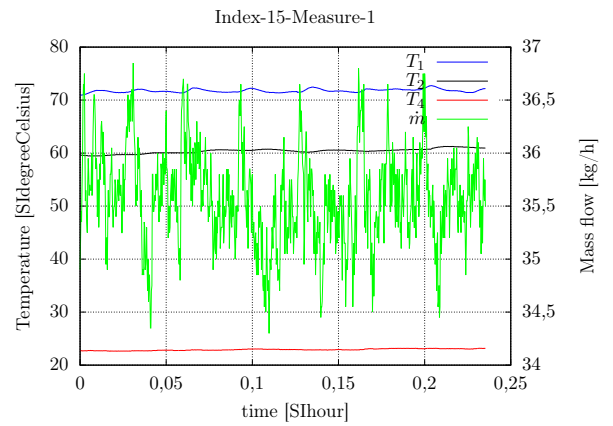
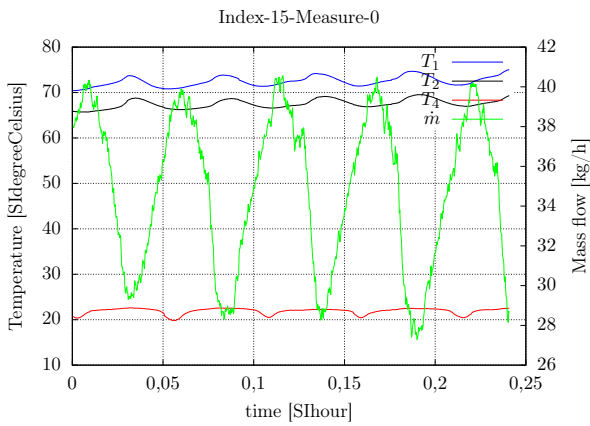
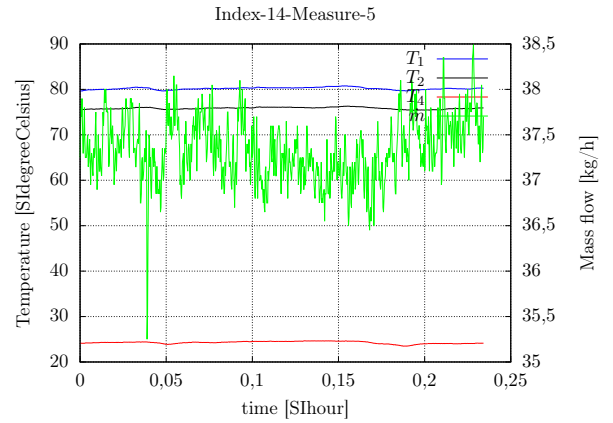
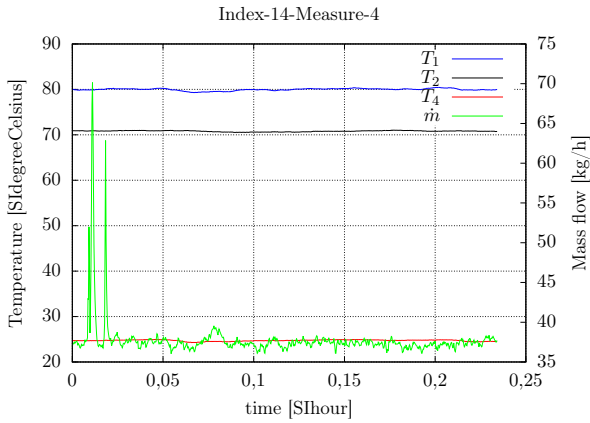


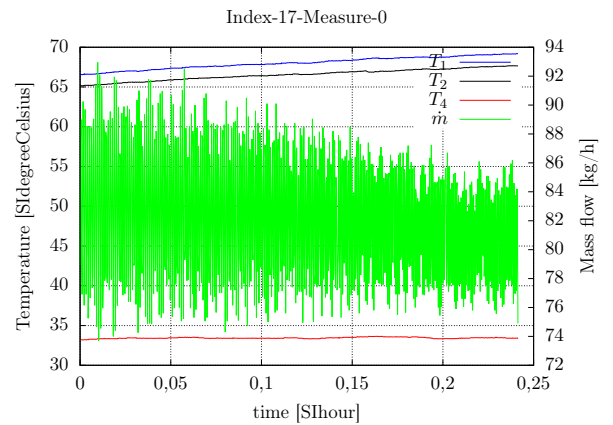
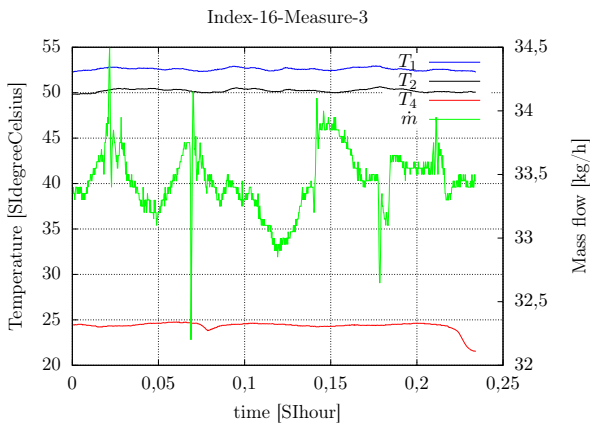
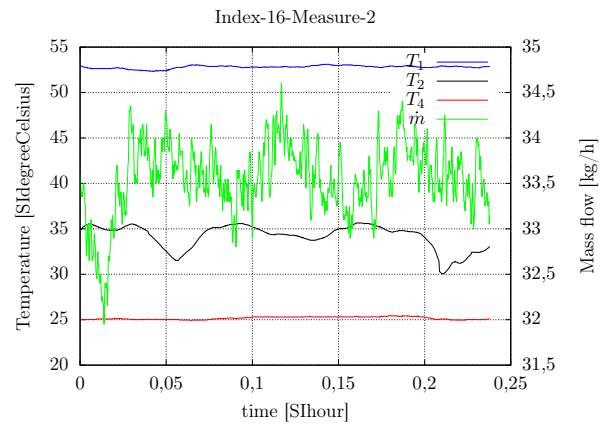
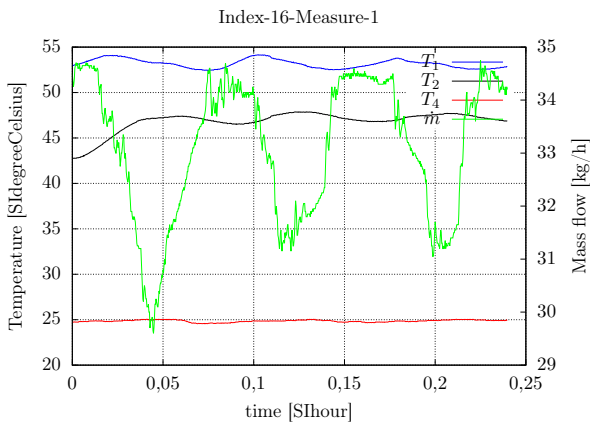
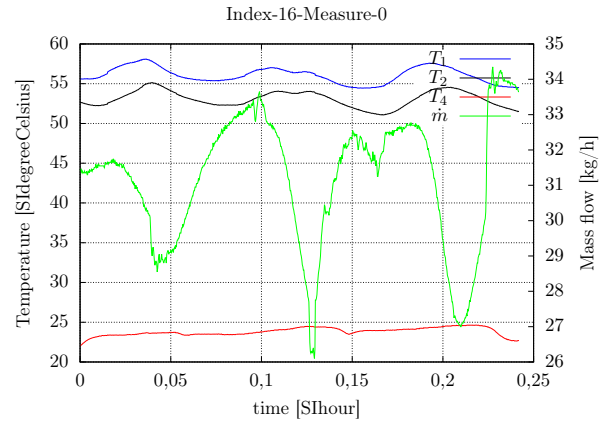
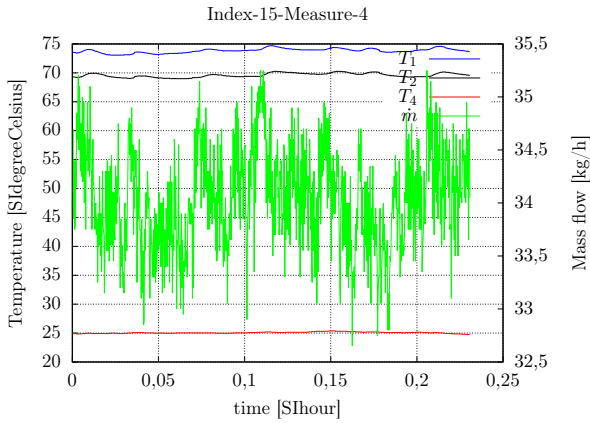


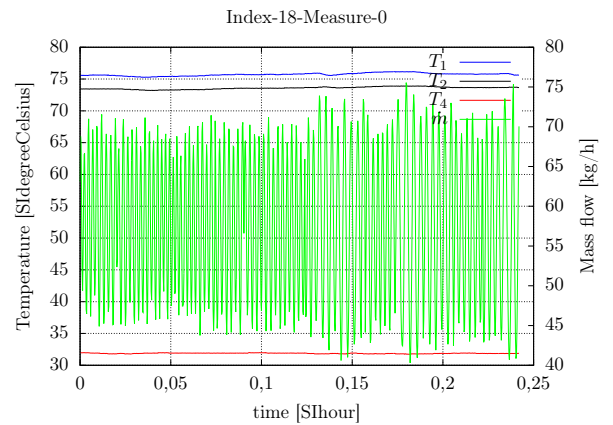
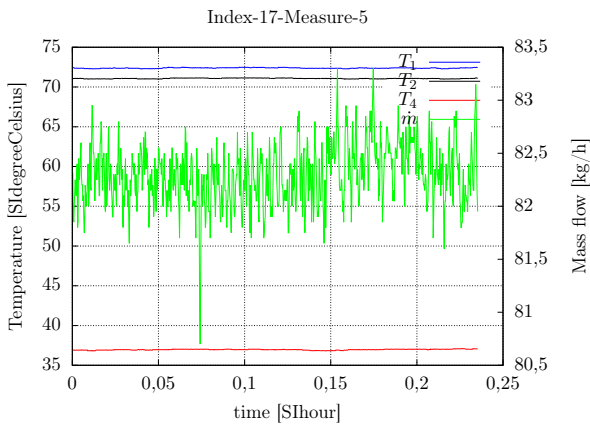
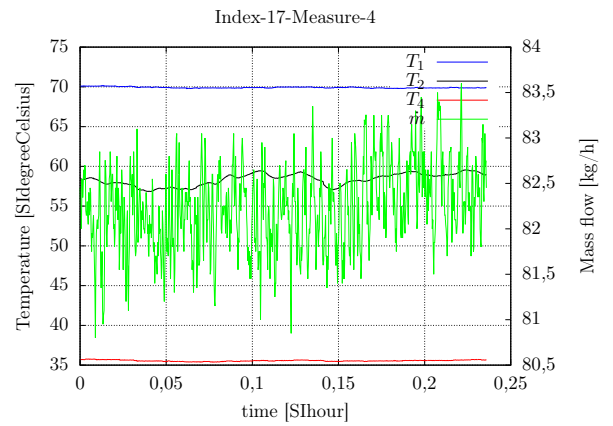
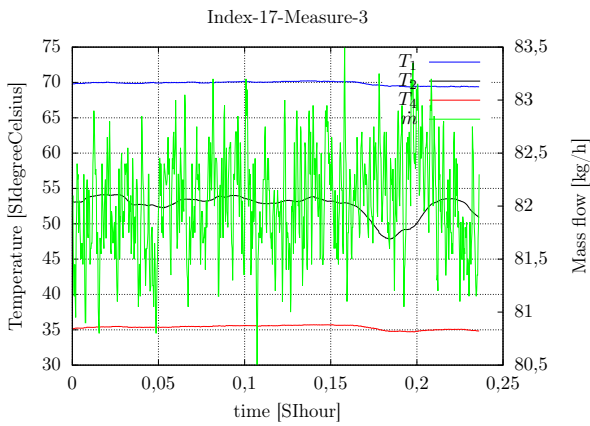
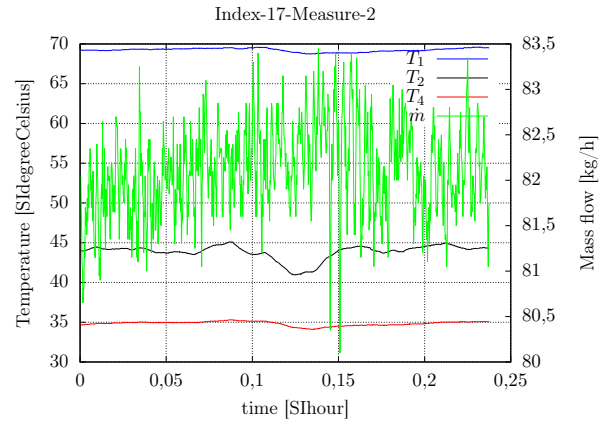
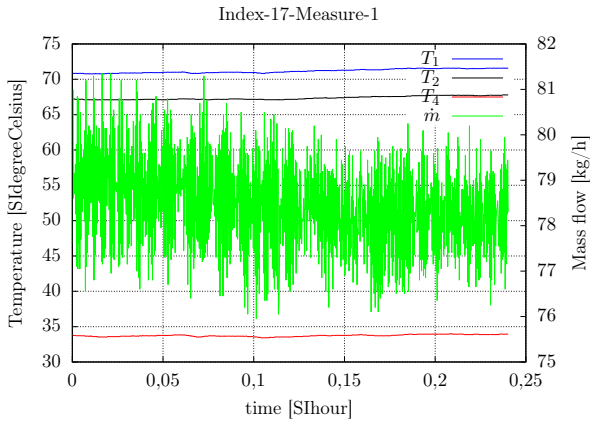


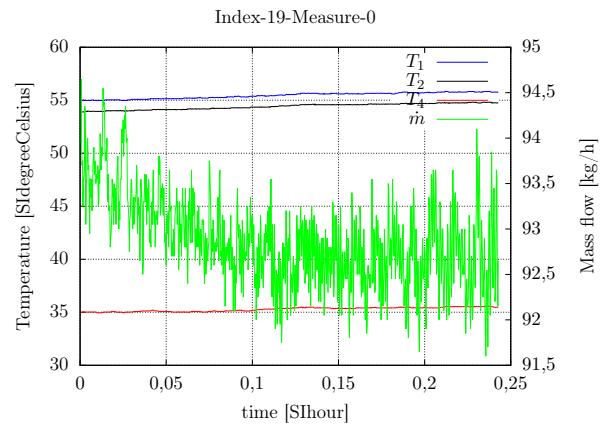
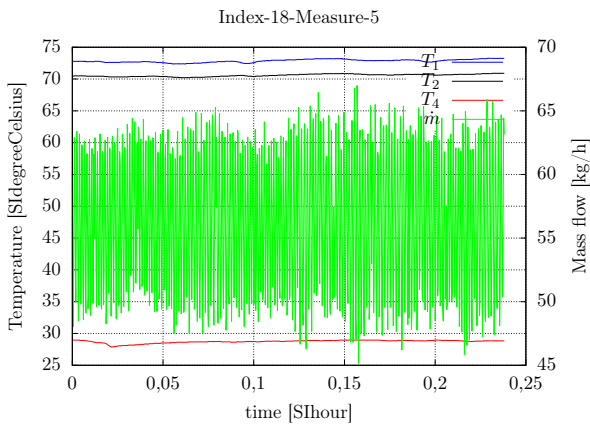
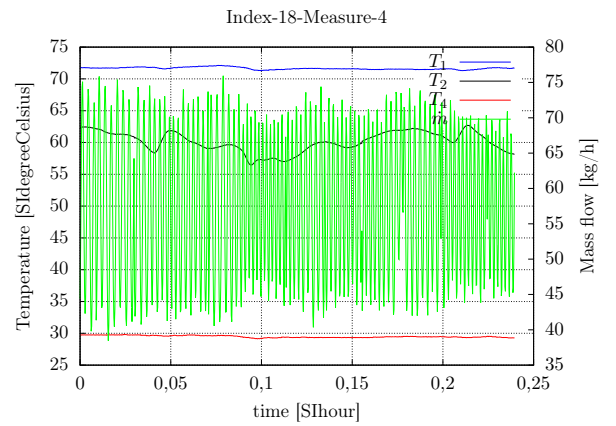
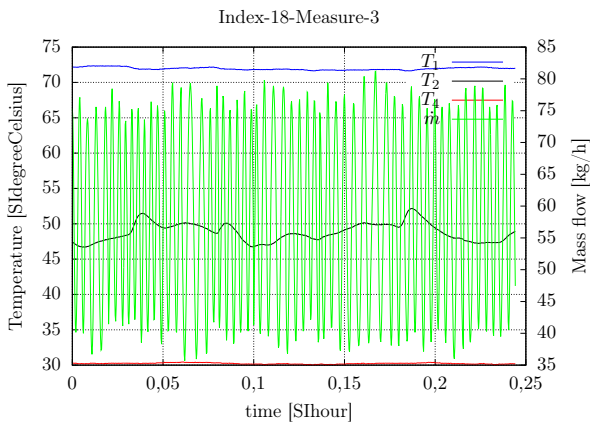
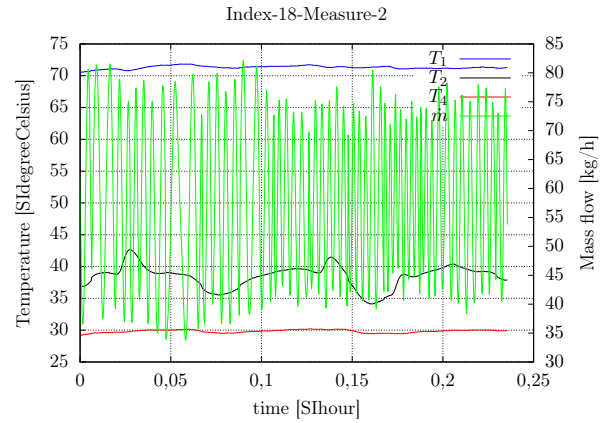
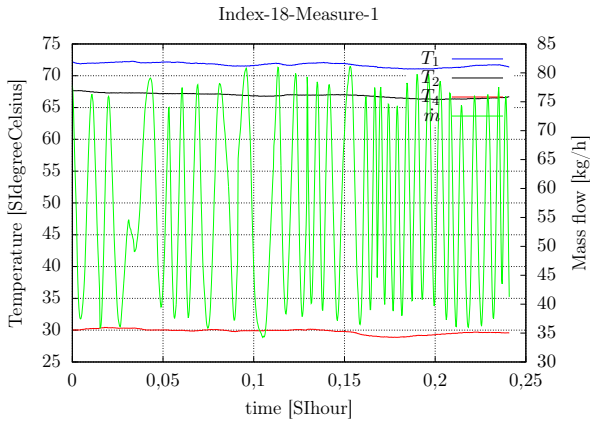


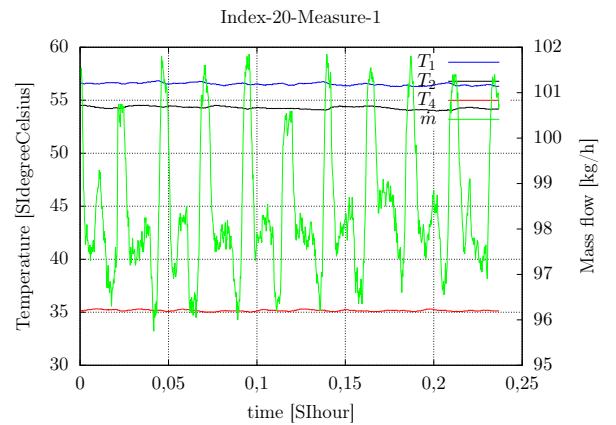
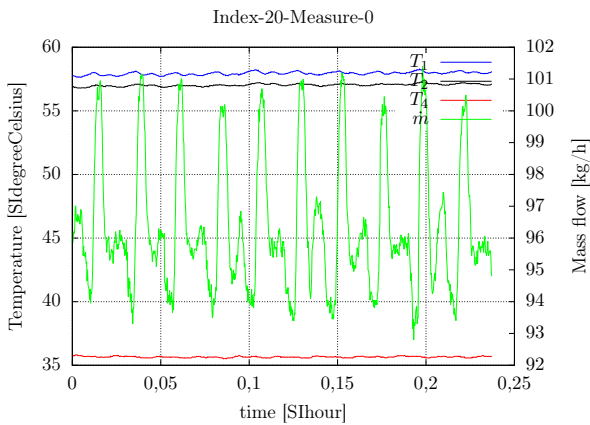
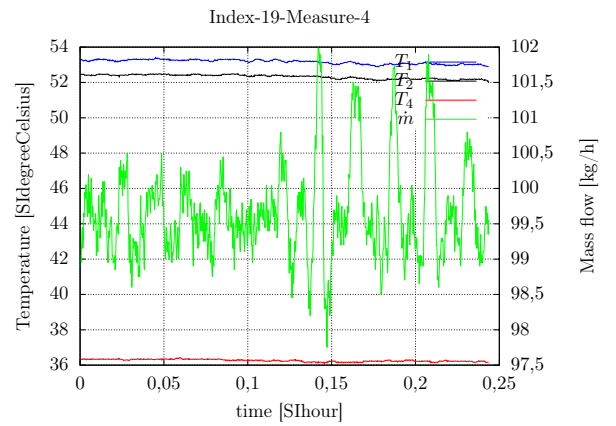
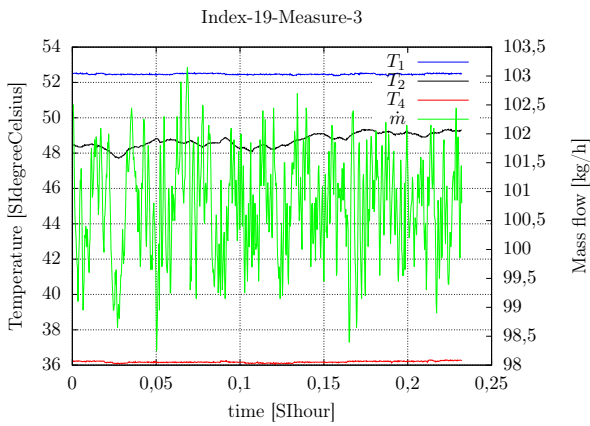
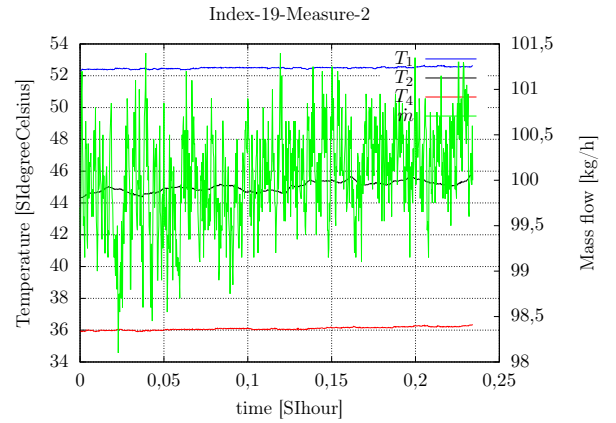
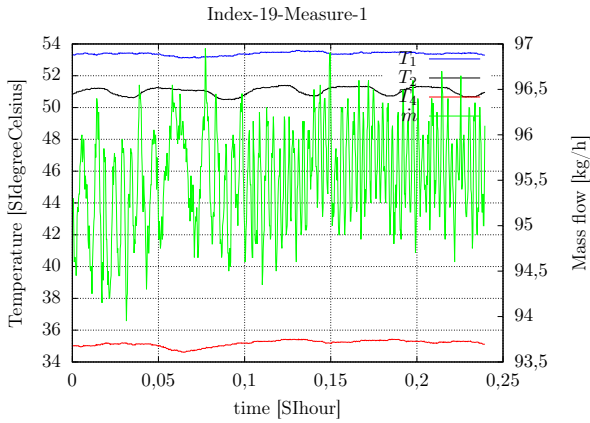




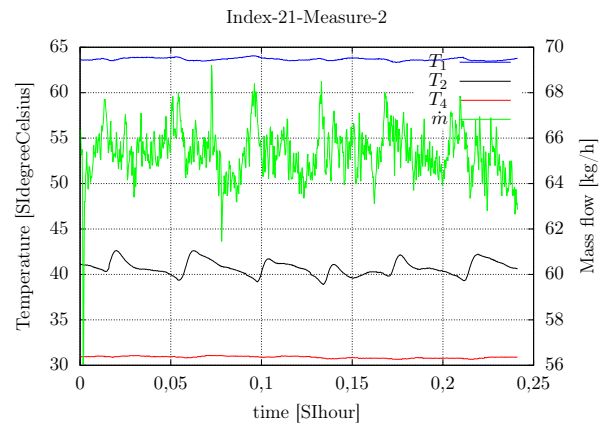
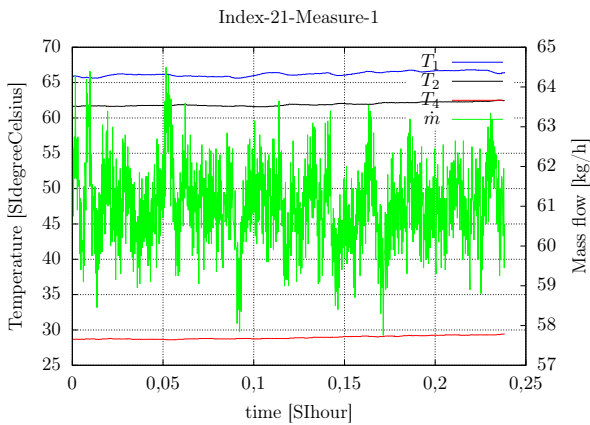
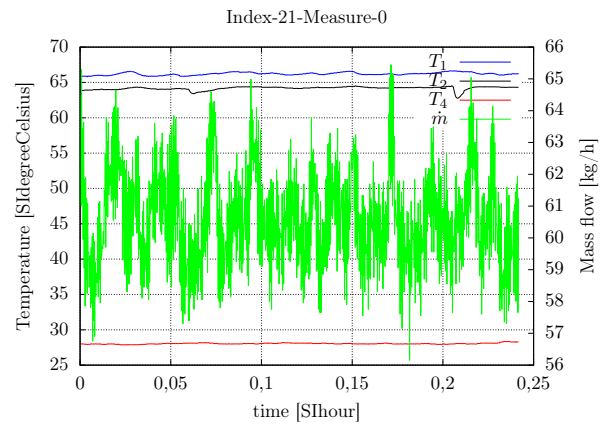
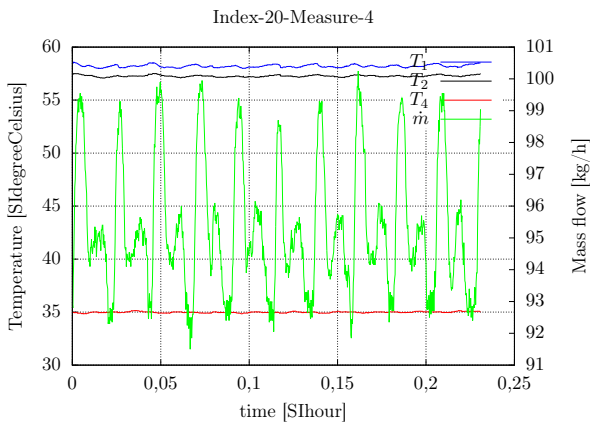
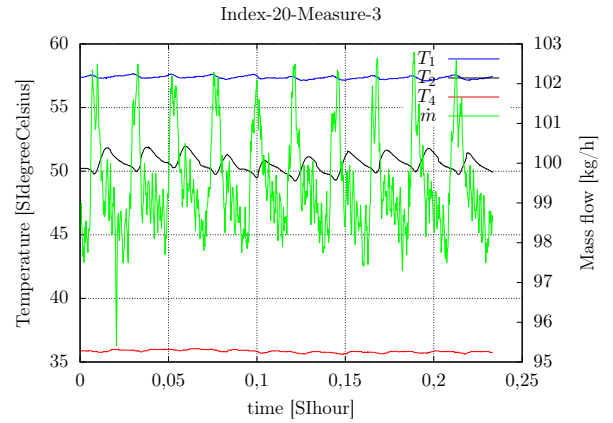
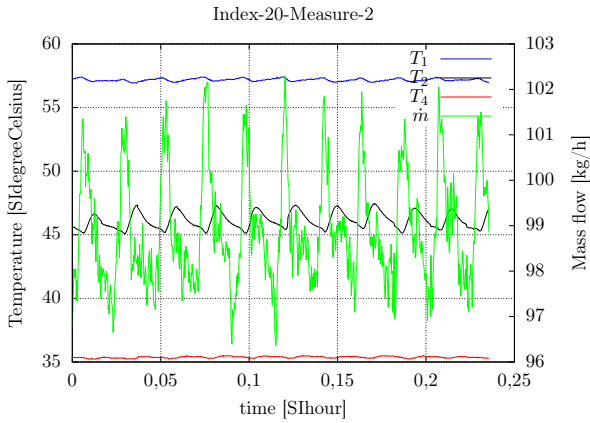






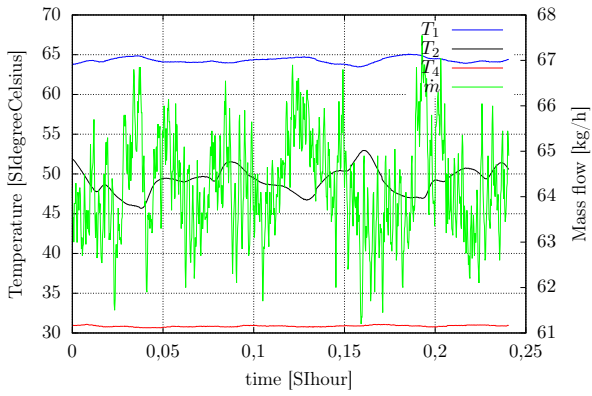




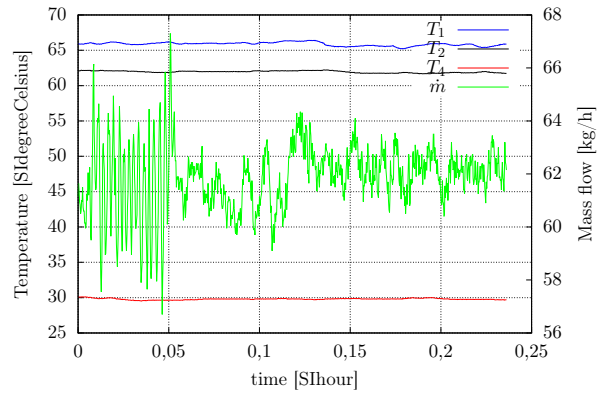




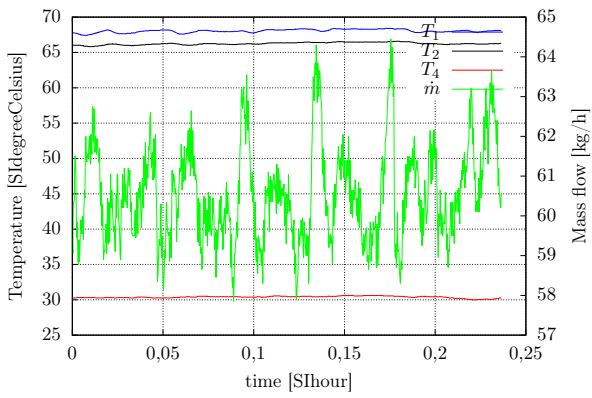
Index-21-Measure-3



Index-21-Measure-4

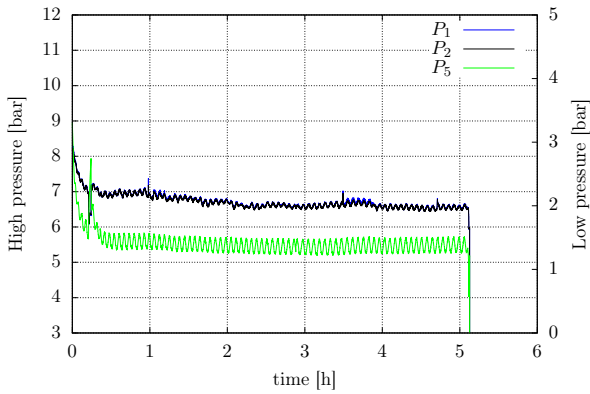


Index-21-Measure-5

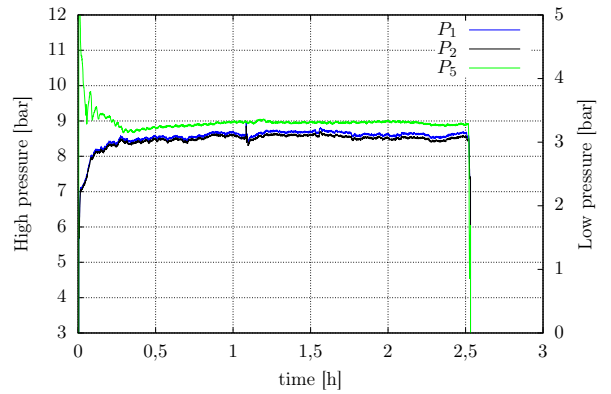




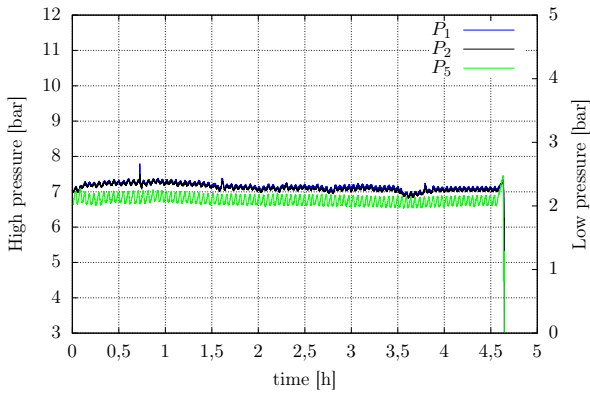
Case index 0



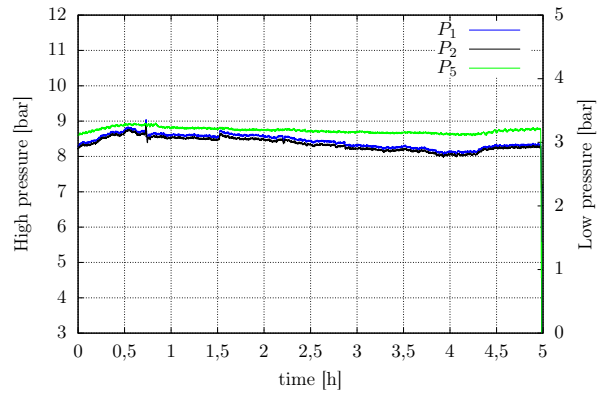
Case index 1



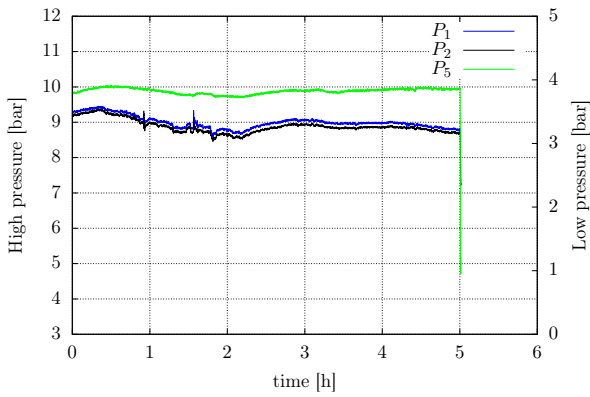
Case index 2



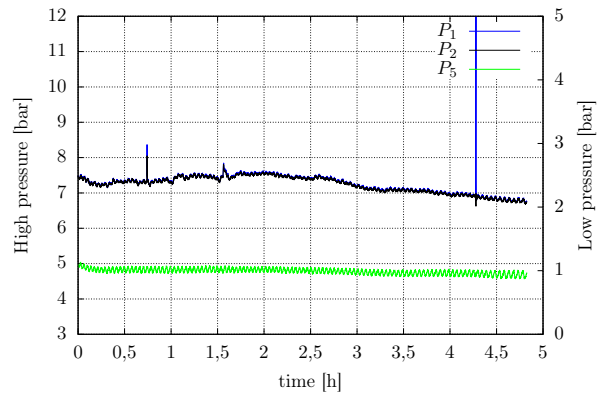
Case index 3



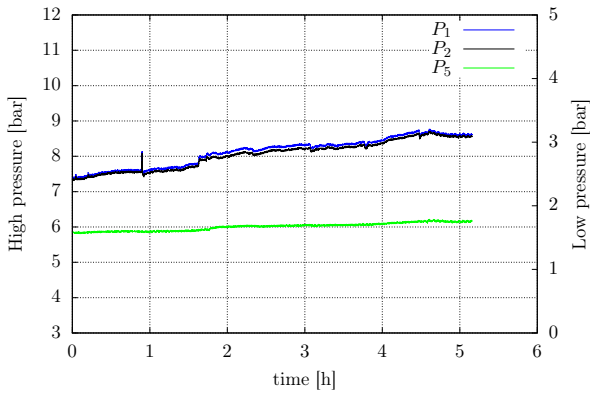
Case index 4



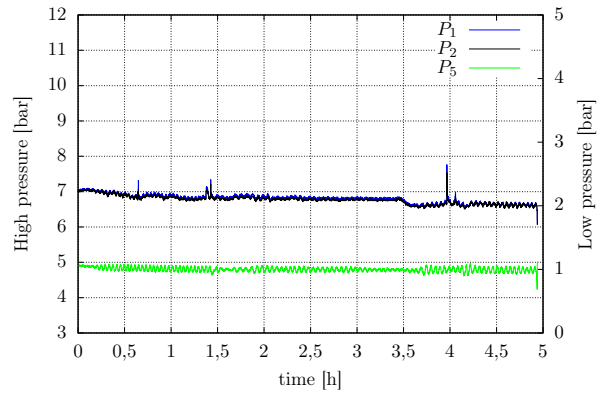
Case index 5



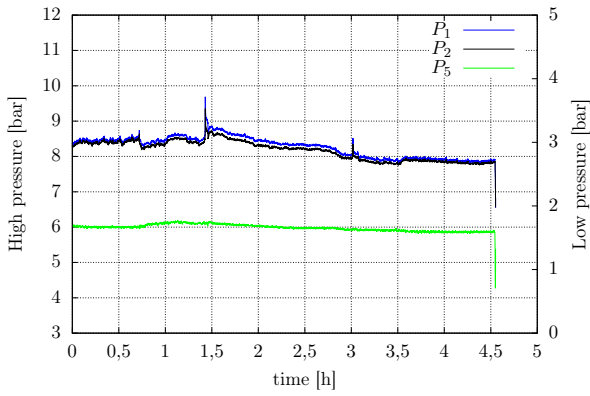
Case index 6



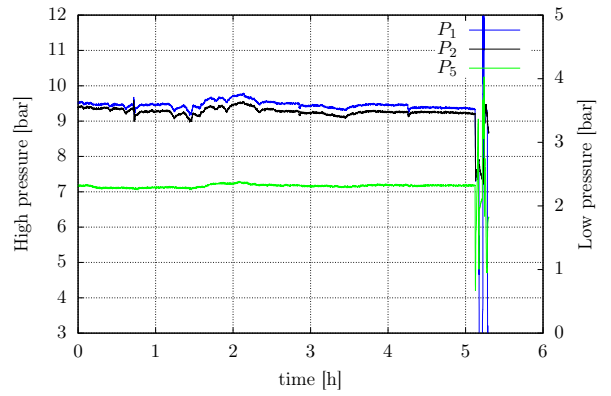
Case index 7



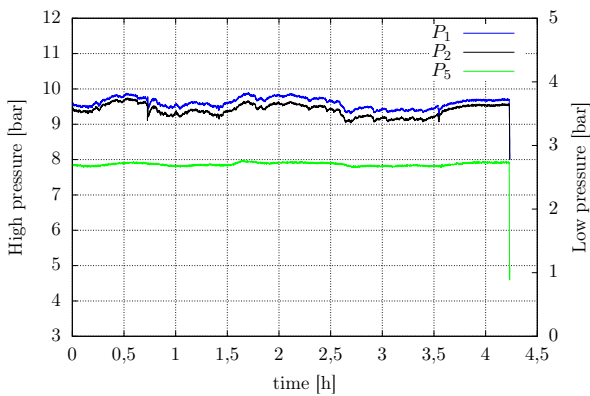
Case index 8



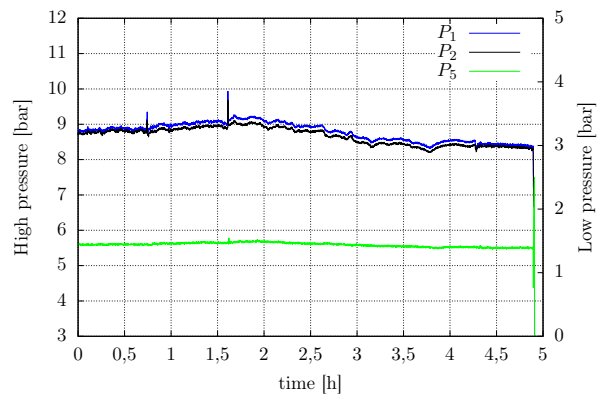
Case index 9



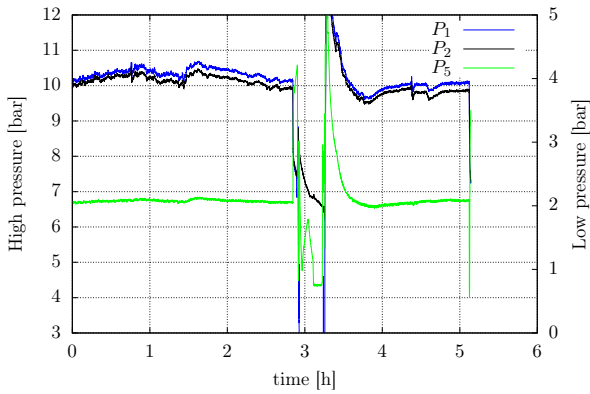
Case index 10



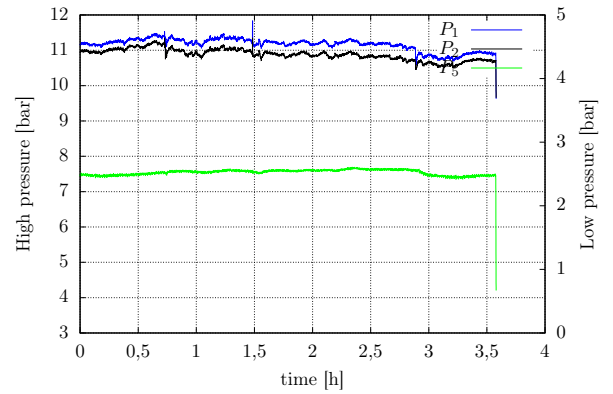
Case index 11



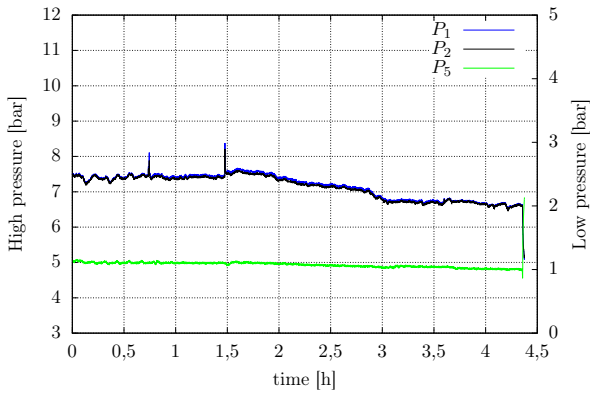
Case index 12



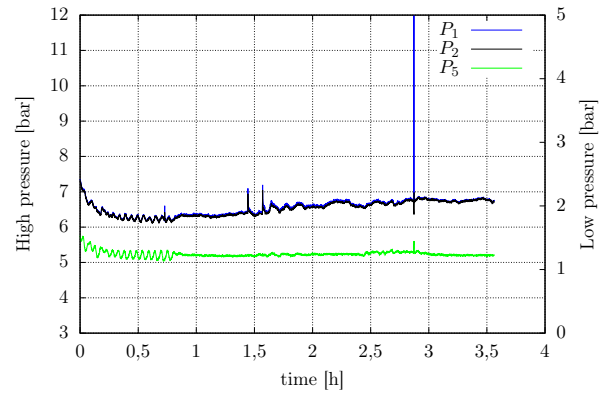
Case index 13



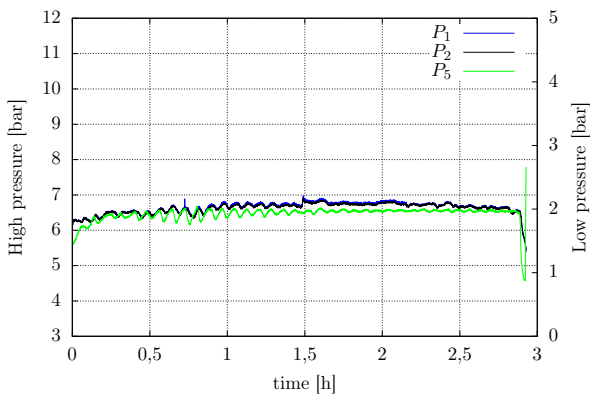
Case index 14



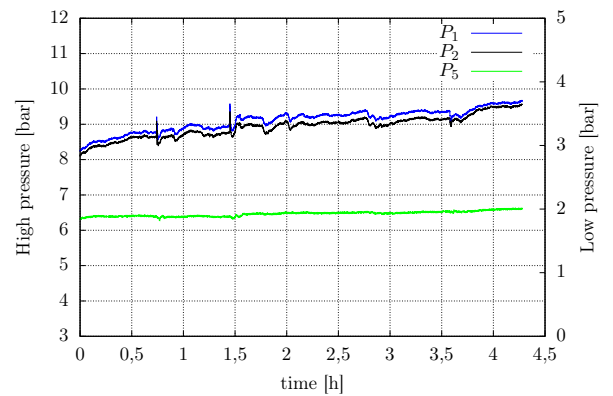
Case index 15



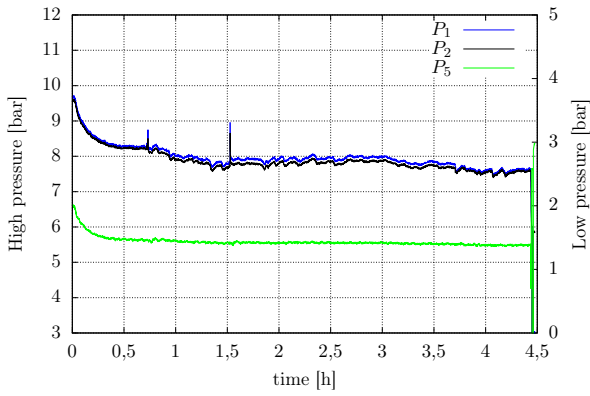
Case index 16



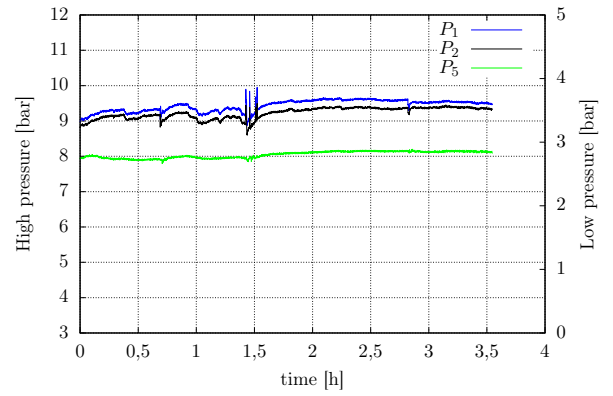
Case index 17



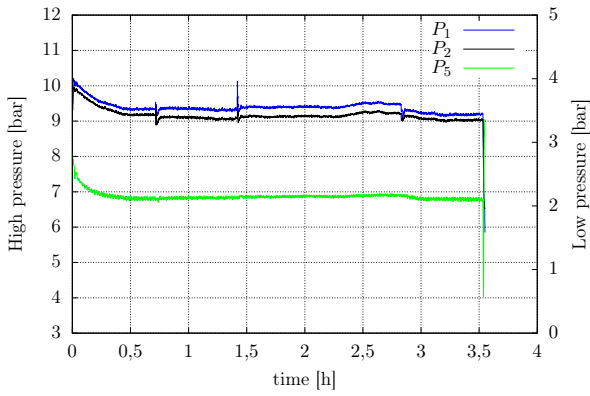
Case index 18



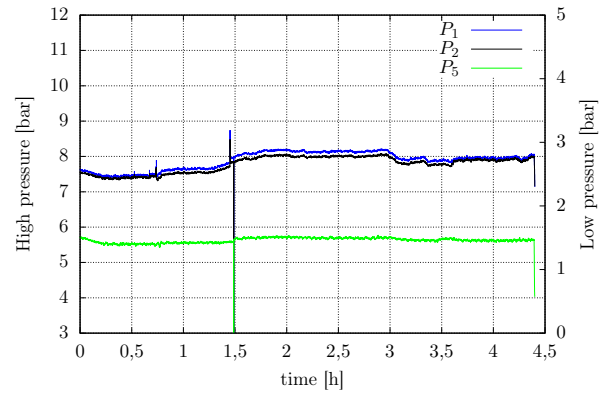
Case index 19



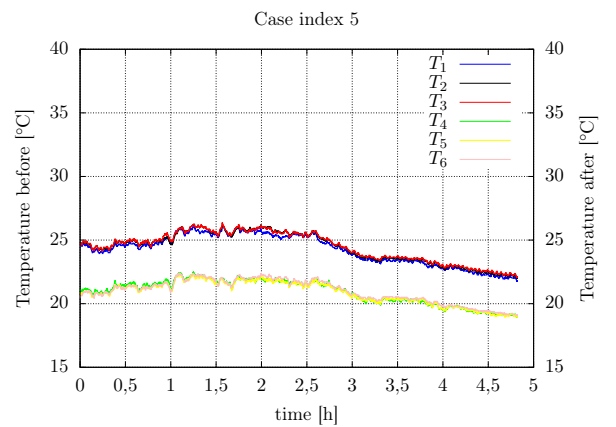
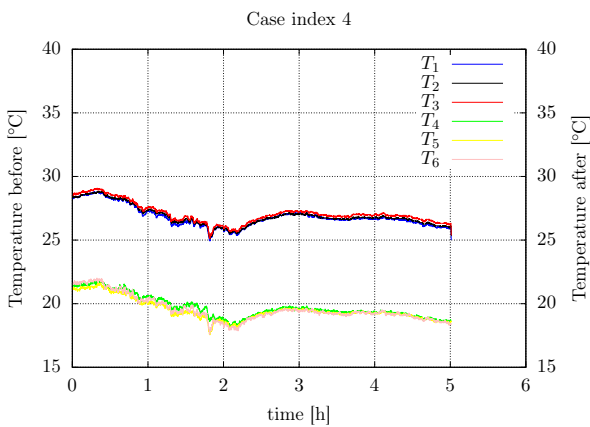
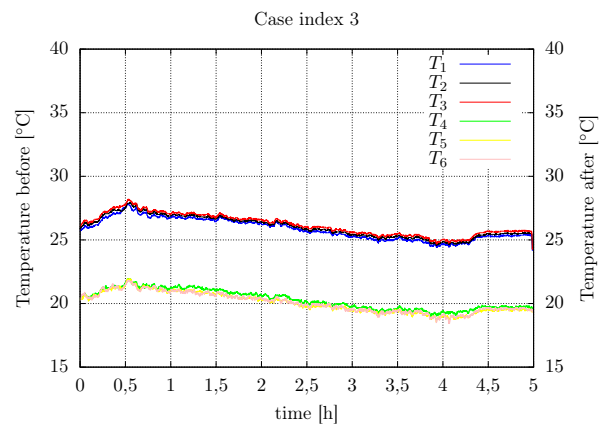
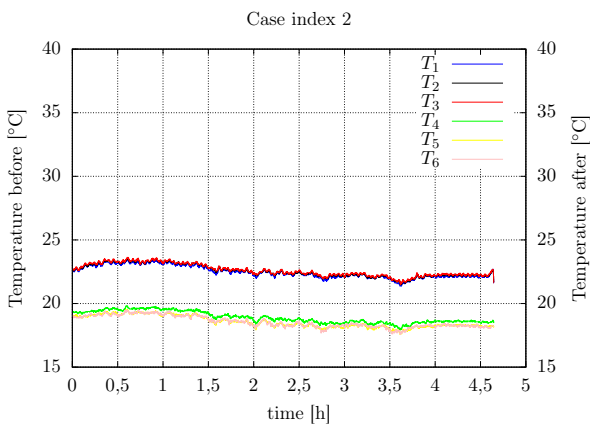
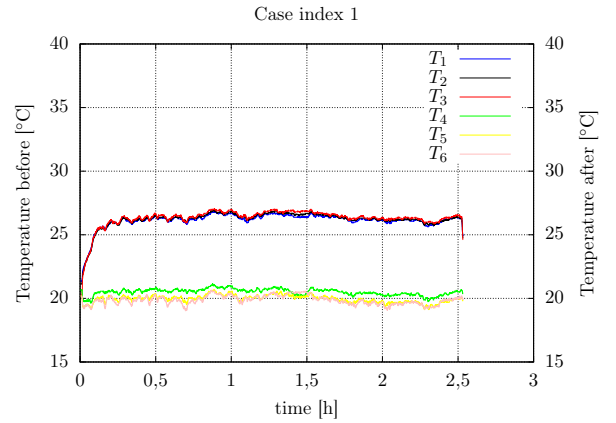
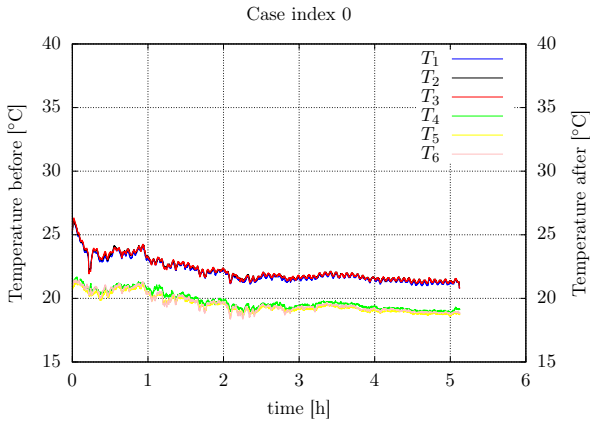
Case index 20



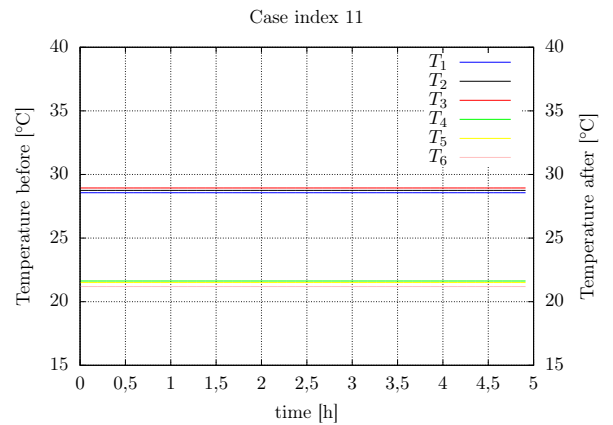
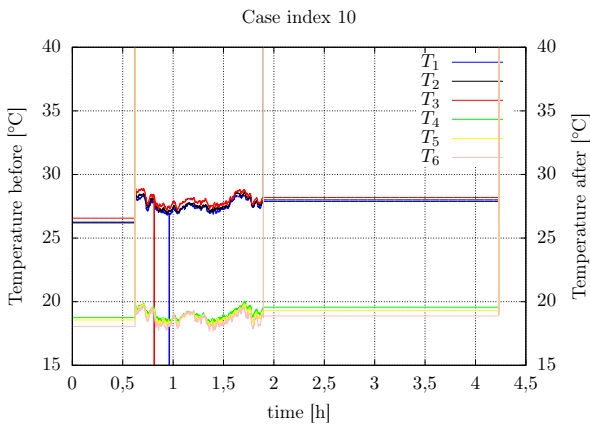
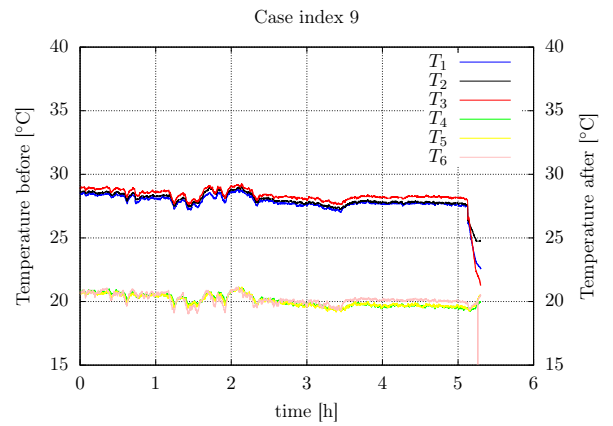
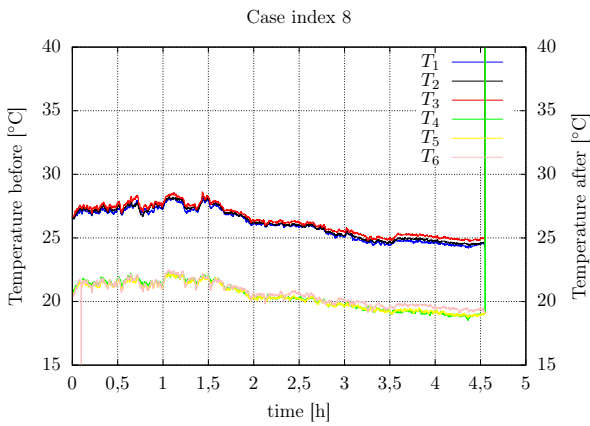
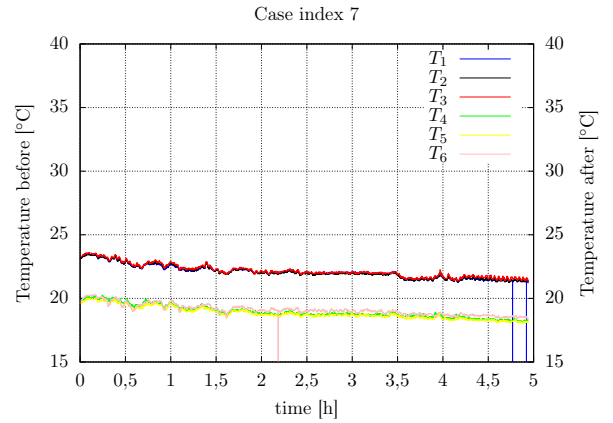
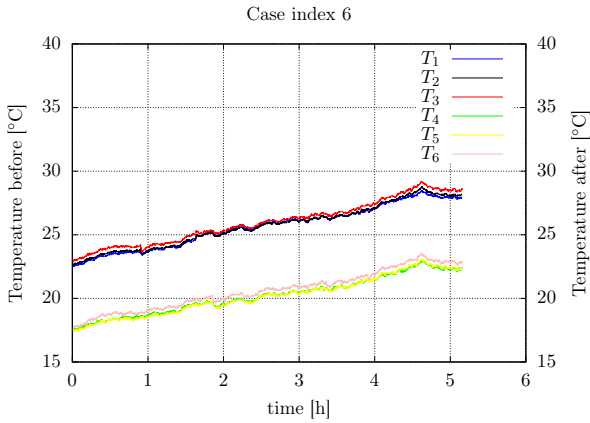
Case index 21



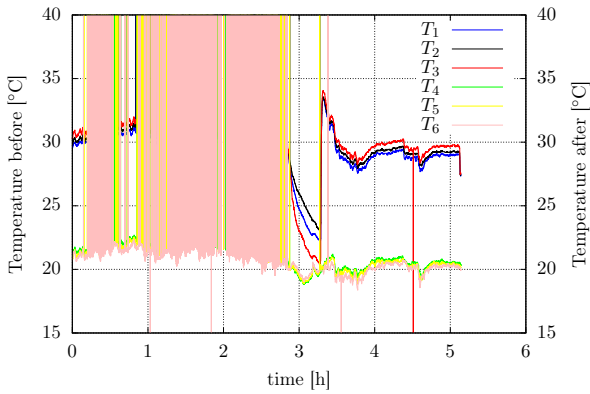




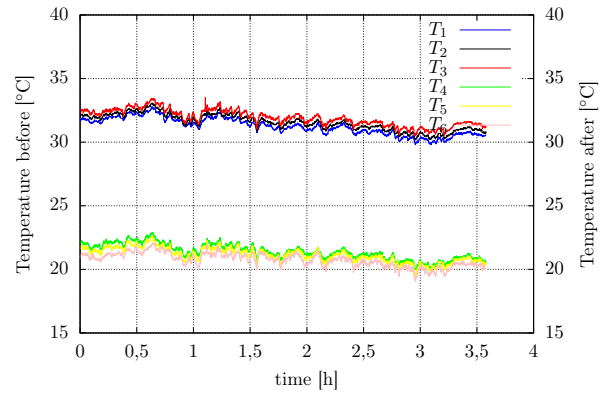




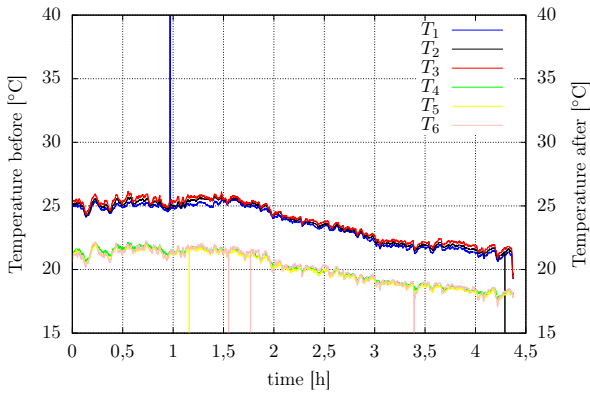
Case index 12



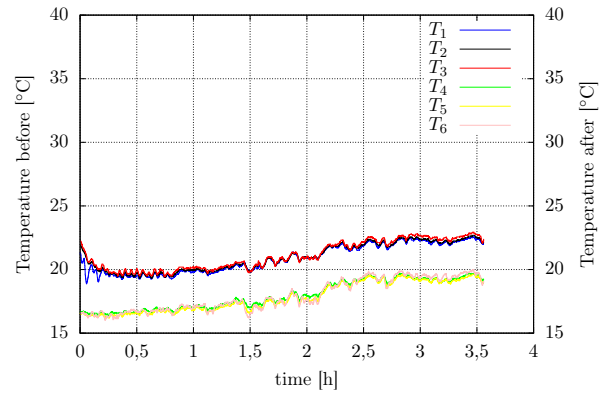
Case index 13



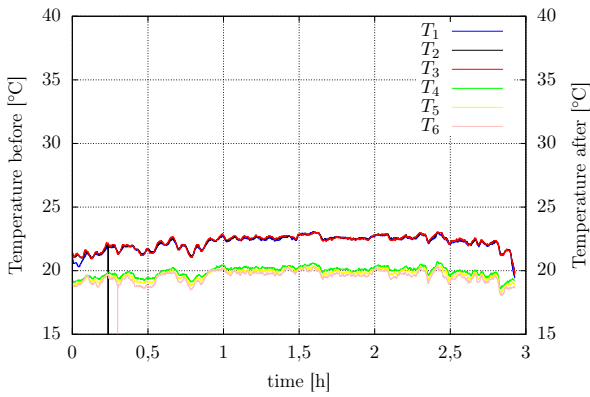
Case index 14



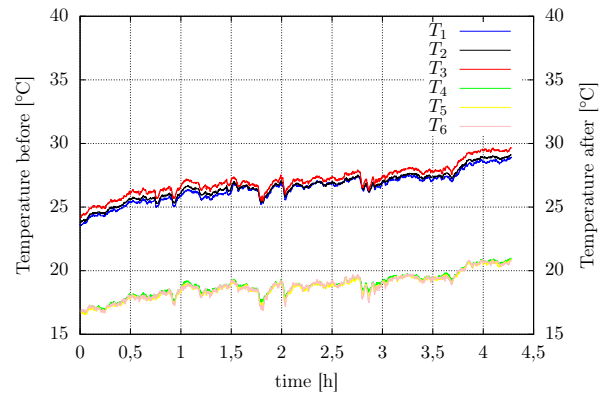
Case index 15



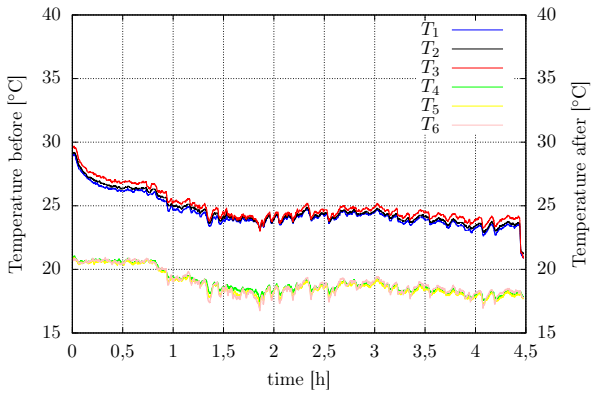
Case index 16



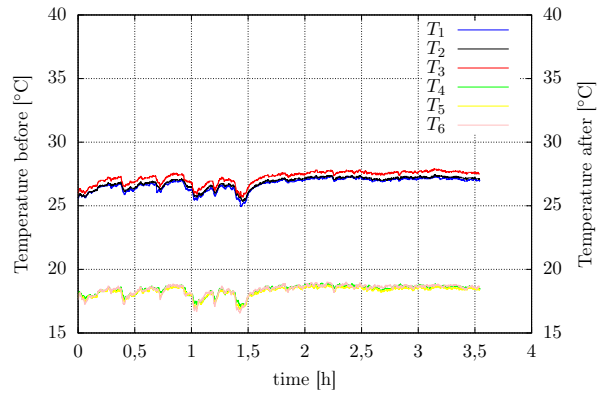
Case index 17



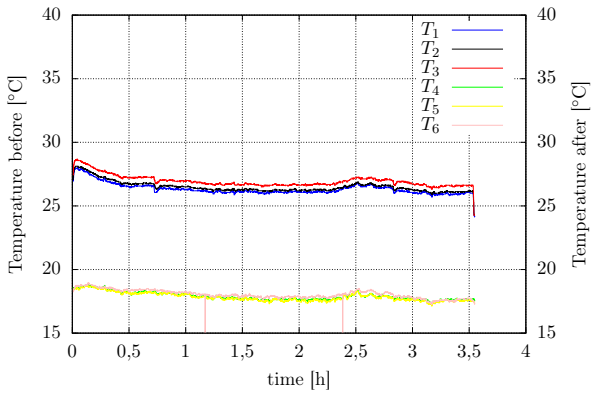
Case index 18



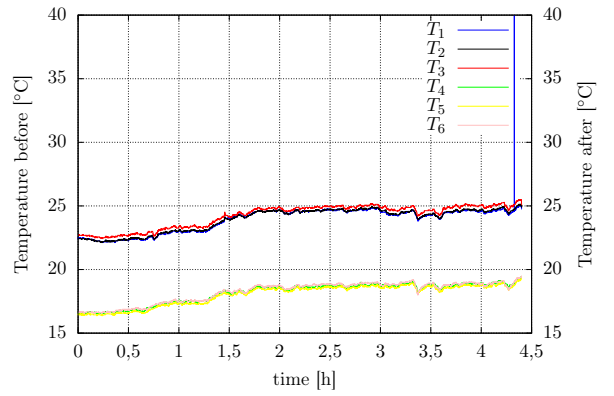
Case index 19



Case index 20



Case index 21



#### 5.3.4 ANEXO 4.RESULTADOS.

Name	Index_0_M easure_0	Index_0_M easure_1	Index_0_M easure_2	Index_0_M easure_3	Index_0_M easure_4	Index_0_M easure_5	Index_0_M easure_6	Index_0_M easure_7	Index_0_M easure_8
0-dia	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1-mes	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,8	17,0	17,0	18,0	18,0	19,0	19,0	19,7	20,0
4-minuto	15,3	7,8	38,0	23,1	46,1	9,1	42,9	20,2	22,1
5-segundo	31,0	29,4	29,3	30,0	29,9	28,7	29,1	29,8	29,5
6-milli	493,6	508,4	499,7	540,1	471,1	557,4	501,6	500,4	507,8
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	32,89	31,90	31,86	31,64	32,41	32,61	32,36	31,61	31,95
9-P1	6,95	6,71	6,59	6,57	6,62	6,73	6,57	6,53	6,56
10-P2	6,94	6,69	6,57	6,56	6,61	6,66	6,55	6,51	6,55
11-P3	6,76	6,54	6,40	6,37	6,36	6,54	6,46	6,43	6,35
12-P4	6,85	6,60	6,48	6,47	6,52	6,55	6,46	6,43	6,46
13-P5	1,41	1,38	1,36	1,34	1,35	1,38	1,38	1,36	1,38
14-P6	1,40	1,36	1,34	1,33	1,33	1,36	1,36	1,35	1,37
15-P7	6,81	6,55	6,43	6,42	6,41	6,60	6,42	6,38	6,40
16-T1	63,50	59,39	58,36	58,63	59,29	60,34	58,70	58,30	58,28
17-T2	59,06	26,26	29,91	41,88	54,91	24,45	47,18	48,34	34,56
18-T3	20,88	19,88	19,51	18,37	18,95	19,03	18,78	18,60	18,46
19-T4	25,61	24,31	23,76	23,71	23,94	24,09	23,66	23,48	23,63
20-T5	-12,59	-12,72	-13,01	-13,16	-12,70	-12,36	-12,44	-12,61	-12,31
21-T6	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,89	0,90	0,90	0,90
22-T7	5,28	4,20	3,96	3,92	3,63	3,80	3,81	3,73	3,66
23-TD0	23,54	21,98	21,41	21,49	21,77	21,71	21,38	21,18	21,20
24-TD1	23,70	22,09	21,56	21,62	21,87	21,79	21,49	21,33	21,34
25-TD2	23,70	22,09	21,52	21,61	21,86	21,77	21,48	21,32	21,33
26-TD3	21,01	19,70	19,24	19,38	19,67	19,52	19,22	19,04	18,98
27-TD4	20,78	19,47	18,93	19,12	19,38	19,24	19,00	18,80	18,76
28-TD5	20,92	19,50	18,90	19,23	19,49	19,31	19,10	18,92	18,86
29-CURRENT	3,26	3,25	3,27	3,24	3,28	3,31	3,34	3,35	3,37
30-TRIAC	20	20	20	20	20	20	20	20	20
31-SHX_GET	5,99	6,47	6,52	6,60	6,97	6,83	6,76	6,82	6,77
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,507	-0,548	-0,542	-0,520	-0,543	-0,526	-0,519	-0,438	-0,424
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	299,348	298,091	297,503	297,458	297,717	297,903	297,413	297,217	297,376
38-T_sat_evap	254,599	253,994	253,660	253,422	253,520	254,000	253,987	253,752	254,111
39-COP	3,734	4,088	4,157	4,132	4,081	3,993	4,133	4,181	4,190
40-dt_intercam	15,140	14,989	14,901	15,024	14,700	14,542	14,471	14,695	14,516
41-W_comp	414,468	370,874	365,425	365,270	378,245	388,782	373,823	361,595	364,358
42-T_aire_in	294,053	292,705	292,176	292,392	292,666	292,504	292,257	292,071	292,018
43-T_aire_out	296,794	295,203	294,647	294,722	294,984	294,905	294,601	294,428	294,440
44-dt_sub	0,587	0,627	0,593	0,595	0,629	0,666	0,608	0,589	0,600
45-Q_cond	1962,090	1886,880	1884,640	1874,460	1921,940	1941,270	1918,760	1873,480	1891,020
46-Q_evap	1547,62	1516,01	1519,22	1509,19	1543,70	1552,49	1544,94	1511,88	1526,66
47-eta_iso	0,80	0,86	0,87	0,87	0,86	0,83	0,85	0,86	0,86
48-eta_vol	1,15	1,14	1,16	1,16	1,18	1,17	1,16	1,14	1,14
49-AU	370,56	350,32	353,75	370,00	380,53	359,53	372,11	364,02	352,97
50-m_bypass	0,00019	0,00162	0,00134	0,00073	0,00018	0,00179	0,00050	0,00042	0,00109

Name	Index_1_M easure_0	Index_1_M easure_1	Index_1_M easure_2	Index_1_M easure_3
0-dia	3	3	3	3
1-mes	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018
3-hora	16,9	17,0	18,0	18,0
4-minuto	9,9	35,1	9,0	35,0
5-segundo	29,3	30,4	29,3	29,6
6-milli	520,2	514,1	515,9	517,6
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	64,56	65,28	65,72	64,88
9-P1	8,65	8,69	8,61	8,59
10-P2	8,57	8,60	8,51	8,48
11-P3	8,44	8,42	8,34	8,33
12-P4	8,45	8,46	8,37	8,34
13-P5	3,30	3,31	3,32	3,27
14-P6	3,23	3,23	3,24	3,20
15-P7	8,49	8,48	8,39	8,38
16-T1	58,82	57,86	56,48	56,44
17-T2	57,14	52,23	45,56	34,75
18-T3	20,11	20,01	19,80	19,61
19-T4	32,83	32,93	32,54	32,40
20-T5	9,60	9,60	9,76	9,44
21-T6	0,91	0,91	0,91	0,91
22-T7	27,36	26,78	26,97	26,43
23-TD0	26,60	26,50	26,12	26,00
24-TD1	26,69	26,67	26,21	26,03
25-TD2	26,82	26,85	26,30	26,17
26-TD3	20,86	20,53	20,34	20,19
27-TD4	20,34	20,24	19,74	19,59
28-TD5	20,23	20,37	19,56	19,60
29-CURRENT	14,25	14,27	14,38	14,22
30-TRIAC	60	60	60	60
31-SHX_GET	6,22	6,18	6,24	6,33
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	306,667	306,748	306,377	306,244
38-T_sat_evap	276,535	276,571	276,674	276,267
39-COP	5,153	5,309	5,548	5,534
40-dt_intercam	5,175	5,151	4,999	5,101
41-W_comp	574,391	563,136	544,230	539,043
42-T_aire_in	293,623	293,530	293,027	292,944
43-T_aire_out	299,851	299,822	299,358	299,218
44-dt_sub	0,687	0,666	0,683	0,689
45-Q_cond	3534,110	3552,540	3563,660	3522,080
46-Q_evap	2959,72	2989,41	3019,43	2983,04
47-eta_iso	0,65	0,67	0,69	0,70
48-eta_vol	0,96	0,97	0,97	0,98
49-AU	270,94	268,78	266,93	264,82
50-m_bypass	0,00016	0,00055	0,00111	0,00235

Name	Index_2_M easure_0	Index_2_M easure_1	Index_2_M easure_2	Index_2_M easure_3	Index_2_M easure_4	Index_2_M easure_5
0-dia	7	7	7	7	7	7
1-mes	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	16,0	17,0	17,9	18,0	19,3
4-minuto	52,0	37,0	24,0	10,7	51,0	37,0
5-segundo	29,6	29,4	29,2	28,9	29,7	29,2
6-milli	518,7	498,9	511,1	509,0	519,9	510,3
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	44,88	44,73	44,60	45,07	44,50	44,62
9-P1	7,27	7,25	7,12	7,11	7,11	7,10
10-P2	7,24	7,21	7,08	7,06	7,05	7,05
11-P3	7,34	7,05	6,90	6,87	6,88	6,89
12-P4	7,14	7,10	6,97	6,95	6,93	6,94
13-P5	2,12	2,11	2,08	2,08	2,06	2,08
14-P6	2,09	2,07	2,04	2,04	2,02	2,03
15-P7	7,38	7,08	6,95	6,93	6,94	6,91
16-T1	57,00	55,54	53,68	53,43	53,49	54,16
17-T2	54,37	49,72	47,74	32,18	26,63	38,61
18-T3	19,25	19,11	18,46	18,22	17,93	18,83
19-T4	26,98	26,82	26,20	26,10	25,98	26,04
20-T5	-2,31	-2,28	-2,51	-2,54	-2,80	-2,54
21-T6	0,90	0,87	0,90	0,90	0,91	0,91
22-T7	15,97	14,82	14,49	14,32	13,79	14,43
23-TD0	23,21	23,01	22,39	22,14	22,05	22,14
24-TD1	23,31	23,13	22,45	22,24	22,09	22,21
25-TD2	23,37	23,16	22,49	22,29	22,15	22,25
26-TD3	19,58	19,45	18,82	18,55	18,45	18,58
27-TD4	19,24	19,10	18,44	18,18	18,10	18,26
28-TD5	19,22	19,05	18,44	18,15	18,12	18,22
29-CURRENT	8,32	8,30	8,30	8,33	8,26	8,34
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	6,26	6,40	6,52	6,49	6,56	6,53
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,209	-0,203	-0,203	-0,203	-0,203	-0,204
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	300,777	300,608	299,983	299,886	299,802	299,839
38-T_sat_evap	264,587	264,480	264,130	264,129	263,804	264,084
39-COP	4,620	4,812	5,034	5,052	5,036	4,954
40-dt_intercam	9,054	9,021	8,927	8,840	8,977	8,887
41-W_comp	456,736	437,680	418,912	421,944	418,218	426,215
42-T_aire_in	292,497	292,347	291,717	291,447	291,372	291,503
43-T_aire_out	296,447	296,248	295,593	295,372	295,248	295,352
44-dt_sub	0,649	0,637	0,638	0,636	0,671	0,652
45-Q_cond	2566,850	2543,780	2527,590	2553,440	2524,200	2537,790
46-Q_evap	2110,11	2106,10	2108,68	2131,50	2105,98	2111,58
47-eta_iso	0,74	0,77	0,80	0,80	0,81	0,79
48-eta_vol	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,05
49-AU	310,02	307,91	305,77	302,58	299,42	304,41
50-m_bypass	0,00016	0,00036	0,00037	0,00146	0,00188	0,00101

Name	Index_4_M easure_0	Index_4_M easure_1	Index_4_M easure_2	Index_4_M easure_3	Index_4_M easure_4	Index_4_M easure_5	Index_4_M easure_6
0-dia	9	9	9	9	9	9	9
1-mes	5	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	16,0	16,3	17,0	18,0	19,0	19,3
4-minuto	26,0	11,0	40,2	41,0	26,0	11,0	40,2
5-segundo	29,5	29,8	29,5	28,6	29,5	29,1	29,9
6-milli	511,0	523,4	514,3	520,6	524,5	515,9	519,6
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	73,18	72,54	72,43	73,30	72,84	73,54	73,44
9-P1	9,30	8,89	8,75	9,04	8,96	8,99	8,81
10-P2	9,21	8,78	8,62	8,91	8,84	8,86	8,71
11-P3	8,99	8,66	8,63	8,84	8,72	8,70	8,39
12-P4	9,05	8,62	8,45	8,75	8,68	8,71	8,55
13-P5	3,89	3,79	3,74	3,83	3,81	3,86	3,85
14-P6	3,73	3,64	3,61	3,68	3,67	3,70	3,69
15-P7	9,05	8,67	8,53	8,81	8,73	8,75	8,45
16-T1	55,61	53,47	52,43	53,63	53,53	53,45	52,79
17-T2	54,33	50,17	34,38	38,83	41,96	48,19	51,49
18-T3	20,76	19,51	24,51	24,79	24,09	21,21	18,95
19-T4	35,41	33,64	32,92	34,17	33,88	33,99	33,34
20-T5	14,29	13,56	13,18	13,87	13,78	14,13	14,21
21-T6	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
22-T7	38,07	37,73	36,49	37,44	36,90	37,42	37,98
23-TD0	28,20	26,43	25,76	26,93	26,63	26,68	26,01
24-TD1	28,25	26,63	25,81	26,94	26,68	26,76	26,11
25-TD2	28,47	26,80	25,96	27,15	26,88	26,98	26,34
26-TD3	21,21	19,85	18,61	19,63	19,39	19,34	18,68
27-TD4	20,90	19,38	18,44	19,49	19,24	19,25	18,58
28-TD5	21,11	19,57	18,28	19,44	19,21	19,24	18,58
29-CURRENT	17,87	17,83	17,86	17,90	17,92	18,07	18,15
30-TRIAC	80	80	80	80	80	80	80
31-SHX_GET	6,18	6,23	6,23	6,23	6,27	6,29	6,38
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	309,192	307,457	306,775	307,981	307,693	307,805	307,177
38-T_sat_evap	281,259	280,477	280,101	280,788	280,664	280,992	280,982
39-COP	6,355	6,653	6,816	6,701	6,693	6,769	6,901
40-dt_intercam	4,158	3,993	3,937	3,998	3,981	3,896	3,757
41-W_comp	522,097	500,507	489,997	500,272	498,878	497,990	490,464
42-T_aire_in	294,224	292,753	291,595	292,669	292,431	292,430	291,765
43-T_aire_out	301,456	299,771	298,995	300,158	299,882	299,955	299,302
44-dt_sub	0,628	0,671	0,707	0,663	0,666	0,667	0,691
45-Q_cond	3840,130	3830,380	3829,900	3852,770	3838,000	3868,740	3875,130
46-Q_evap	3318,03	3329,87	3339,91	3352,50	3339,12	3370,75	3384,66
47-eta_iso	0,73	0,73	0,74	0,75	0,74	0,74	0,73
48-eta_vol	0,93	0,94	0,95	0,94	0,94	0,94	0,94
49-AU	256,56	260,50	252,31	251,62	251,48	251,64	251,44
50-m_bypass	0,00014	0,00037	0,00222	0,00182	0,00138	0,00061	0,00015



Name	Index_5_M easure_0	Index_5_M easure_1	Index_5_M easure_2	Index_5_M easure_3	Index_5_M easure_4	Index_5_M easure_5	Index_5_M easure_6
0-dia	10	10	10	10	10	10	10
1-mes	5	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,6	16,0	17,0	18,0	18,6	19,0
4-minuto	16,0	25,2	46,0	31,0	16,0	25,0	35,0
5-segundo	29,4	29,2	29,3	30,1	29,7	29,0	29,7
6-milli	495,8	493,7	499,7	504,0	495,9	519,0	503,6
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	35,32	34,48	33,99	33,40	32,84	33,36	33,72
9-P1	7,33	7,48	7,56	7,39	7,10	6,96	6,80
10-P2	7,31	7,47	7,54	7,37	7,08	6,94	6,78
11-P3	8,70	7,36	7,45	7,24	6,92	6,76	6,50
12-P4	7,23	7,38	7,44	7,28	6,99	6,85	6,69
13-P5	1,02	1,02	1,02	1,00	0,96	0,96	0,94
14-P6	0,98	0,98	0,98	0,96	0,93	0,93	0,91
15-P7	8,75	7,34	7,40	7,23	6,94	6,80	6,55
16-T1	78,62	79,62	79,51	78,84	77,27	76,12	75,44
17-T2	73,08	67,30	34,32	43,71	49,27	54,02	69,60
18-T3	21,68	22,08	22,00	22,13	20,97	20,07	19,03
19-T4	27,44	28,16	28,46	27,68	26,30	25,57	24,80
20-T5	-20,97	-20,64	-20,56	-20,36	-20,77	-20,85	-21,11
21-T6	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88
22-T7	3,45	4,39	3,89	2,32	1,42	0,83	0,43
23-TD0	24,58	25,72	25,60	24,69	23,41	22,74	22,08
24-TD1	24,82	25,99	25,95	24,92	23,58	22,88	22,25
25-TD2	24,87	26,00	25,90	24,99	23,66	22,95	22,34
26-TD3	21,42	22,16	21,92	21,44	20,30	19,70	19,14
27-TD4	21,23	22,05	21,89	21,39	20,36	19,70	19,10
28-TD5	21,27	22,13	22,13	21,59	20,51	19,79	19,22
29-CURRENT	3,59	3,53	3,54	3,55	3,53	3,56	3,49
30-TRIAC	20	20	20	20	20	20	20
31-SHX_GET	5,07	5,36	5,43	6,11	6,54	6,46	6,63
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,571	-0,567	-0,578	-0,573	-0,556	-0,557	-0,559
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	301,162	301,881	302,183	301,414	300,041	299,335	298,576
38-T_sat_evap	247,114	247,152	247,169	246,682	245,845	245,847	245,425
39-COP	2,612	2,598	2,616	2,659	2,721	2,754	2,768
40-dt_intercam	18,809	19,264	19,527	19,376	19,230	18,778	18,462
41-W_comp	615,722	602,668	589,530	574,270	557,223	561,047	566,683
42-T_aire_in	294,455	295,263	295,130	294,623	293,542	292,879	292,306
43-T_aire_out	297,905	299,051	298,969	298,017	296,701	296,007	295,374
44-dt_sub	0,577	0,567	0,575	0,586	0,594	0,610	0,631
45-Q_cond	2223,700	2168,470	2131,590	2101,090	2073,390	2106,390	2135,180
46-Q_evap	1607,97	1565,80	1542,06	1526,82	1516,17	1545,35	1568,49
47-eta_iso	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,75
48-eta_vol	0,85	0,83	0,82	0,83	0,84	0,85	0,88
49-AU	331,57	327,67	302,21	309,43	319,06	326,28	340,55
50-m_bypass	0,00025	0,00055	0,00238	0,00170	0,00127	0,00099	0,00024

Name	Index_6_M easure_0	Index_6_M easure_1	Index_6_M easure_2	Index_6_M easure_3	Index_6_M easure_4	Index_6_M easure_5	Index_6_M easure_6
0-dia	18	18	18	18	18	18	18
1-mes	5	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	9,0	10,0	10,3	11,0	12,0	13,0	13,2
4-minuto	26,0	11,0	39,8	41,0	26,0	11,0	40,9
5-segundo	29,4	29,4	29,3	29,3	29,5	29,2	28,4
6-milli	511,9	509,1	505,2	497,4	497,5	482,5	492,0
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	53,51	52,56	53,17	52,94	52,97	53,43	52,63
9-P1	7,60	7,74	8,20	8,31	8,36	8,65	8,61
10-P2	7,55	7,66	8,08	8,21	8,28	8,56	8,56
11-P3	23,69	7,53	8,02	8,10	8,13	8,41	8,23
12-P4	7,42	7,53	7,94	8,08	8,16	8,45	8,45
13-P5	1,60	1,61	1,68	1,69	1,70	1,74	1,75
14-P6	1,53	1,54	1,61	1,62	1,63	1,67	1,68
15-P7	23,73	7,55	8,03	8,13	8,18	8,46	8,28
16-T1	76,97	77,58	81,02	81,00	81,12	82,62	83,93
17-T2	74,22	70,24	33,32	40,09	54,22	65,18	81,20
18-T3	18,22	18,97	23,48	24,10	23,78	24,08	22,51
19-T4	28,70	29,22	31,05	31,66	31,99	33,25	33,22
20-T5	-9,59	-9,43	-8,11	-7,78	-7,46	-6,86	-6,59
21-T6	0,90	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,88
22-T7	13,31	13,45	13,92	14,21	14,55	15,30	15,25
23-TD0	23,62	24,28	25,51	26,14	26,54	27,80	27,93
24-TD1	23,74	24,39	25,43	26,07	26,57	27,93	28,13
25-TD2	24,07	24,71	25,65	26,32	26,83	28,25	28,51
26-TD3	18,51	19,24	19,86	20,46	20,95	22,13	22,33
27-TD4	18,40	19,18	19,81	20,43	20,93	22,23	22,38
28-TD5	18,81	19,59	20,27	20,89	21,37	22,67	22,85
29-CURRENT	8,60	8,62	8,84	8,84	8,92	9,12	9,05
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	6,04	6,06	6,30	6,49	6,66	6,64	6,78
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,203	-0,201	-0,201	-0,202	-0,202	-0,202	-0,202
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	302,161	302,680	304,532	305,112	305,420	306,647	306,642
38-T_sat_evap	257,517	257,658	258,732	258,885	259,027	259,654	259,771
39-COP	2,740	2,727	2,611	2,625	2,631	2,579	2,539
40-dt_intercam	10,687	10,929	10,938	11,046	11,039	11,129	11,168
41-W_comp	885,863	872,197	911,706	899,699	897,139	914,935	917,403
42-T_aire_in	291,725	292,485	293,132	293,743	294,235	295,493	295,669
43-T_aire_out	296,959	297,609	298,682	299,328	299,794	301,142	301,338
44-dt_sub	0,312	0,310	0,333	0,305	0,284	0,248	0,269
45-Q_cond	3313,430	3250,390	3292,010	3261,670	3257,070	3274,870	3246,290
46-Q_evap	2427,57	2378,19	2380,31	2361,97	2359,93	2359,94	2328,89
47-eta_iso	0,58	0,59	0,57	0,58	0,58	0,58	0,57
48-eta_vol	0,82	0,80	0,78	0,77	0,77	0,75	0,74
49-AU	317,49	318,82	288,77	286,90	291,20	293,61	295,86
50-m_bypass	0,00019	0,00050	0,00412	0,00339	0,00206	0,00130	0,00019

Name	Index_7_M easure_0	Index_7_M easure_1	Index_7_M easure_2	Index_7_M easure_3	Index_7_M easure_4	Index_7_M easure_5	Index_7_M easure_6	Index_7_M easure_7
<b>0-dia</b>	28	28	28	28	28	28	28	28
<b>1-mes</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>2-año</b>	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
<b>3-hora</b>	15,3	16,0	17,0	18,0	18,3	19,0	19,0	20,0
<b>4-minuto</b>	39,9	51,0	26,0	11,0	39,9	25,0	40,9	26,0
<b>5-segundo</b>	29,9	29,7	29,9	29,8	29,5	29,8	29,4	29,4
<b>6-milli</b>	514,0	509,3	513,3	513,0	506,6	509,2	510,0	504,3
<b>7-Q1</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
<b>8-Q2</b>	37,34	36,29	35,76	35,48	35,60	34,46	35,13	34,96
<b>9-P1</b>	6,92	6,88	6,87	6,82	6,81	6,63	6,70	6,63
<b>10-P2</b>	6,89	6,83	6,81	6,77	6,77	6,60	6,66	6,61
<b>11-P3</b>	8,89	6,68	6,67	6,61	6,59	6,49	6,58	6,40
<b>12-P4</b>	6,79	6,73	6,71	6,67	6,67	6,51	6,56	6,51
<b>13-P5</b>	1,02	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
<b>14-P6</b>	0,96	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94	0,93
<b>15-P7</b>	8,94	6,72	6,71	6,65	6,64	6,47	6,56	6,45
<b>16-T1</b>	66,52	67,12	68,61	68,61	68,53	67,98	67,76	67,65
<b>17-T2</b>	63,19	45,68	27,79	32,91	39,19	59,45	50,19	63,65
<b>18-T3</b>	20,10	19,21	19,40	19,63	19,70	24,02	23,47	18,65
<b>19-T4</b>	25,65	25,30	25,24	25,04	25,03	24,17	24,34	24,15
<b>20-T5</b>	-18,81	-18,50	-17,15	-17,84	-18,11	-17,28	-17,49	-17,94
<b>21-T6</b>	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
<b>22-T7</b>	3,64	3,61	2,88	2,90	2,87	2,95	3,19	3,03
<b>23-TD0</b>	22,80	22,37	22,10	21,97	21,96	21,50	21,61	21,38
<b>24-TD1</b>	22,82	22,38	22,09	21,91	21,91	21,49	21,58	21,41
<b>25-TD2</b>	22,92	22,47	22,16	22,00	22,00	21,59	21,67	21,56
<b>26-TD3</b>	19,70	19,27	18,91	18,72	18,74	18,60	18,56	18,28
<b>27-TD4</b>	19,48	19,16	18,81	18,64	18,63	18,46	18,42	18,20
<b>28-TD5</b>	19,56	19,38	19,10	19,02	18,94	18,73	18,69	18,53
<b>29-CURRENT</b>	3,44	3,45	3,47	3,49	3,44	3,40	3,45	3,53
<b>30-TRIAC</b>	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>31-SHX_GET</b>	7,13	8,03	9,21	8,62	8,39	9,38	9,01	8,76
<b>32-P</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>33-I</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>34-D</b>	20	20	20	20	20	20	20	20
<b>35-PID_OUT</b>	-0,462	-0,393	-0,308	-0,319	-0,289	-0,305	-0,301	-0,349
<b>36-C_ADC</b>	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
<b>37-T_sat_cond</b>	299,091	298,778	298,691	298,494	298,460	297,642	297,936	297,681
<b>38-T_sat_evap</b>	247,221	246,638	246,800	246,693	246,651	246,511	246,661	246,466
<b>39-COP</b>	3,242	3,241	3,211	3,188	3,179	3,257	3,252	3,242
<b>40-dt_intercam</b>	16,635	16,729	16,338	16,618	16,686	16,375	16,316	16,477
<b>41-W_comp</b>	532,505	520,571	520,296	519,839	522,483	498,618	507,786	506,908
<b>42-T_aire_in</b>	292,730	292,419	292,088	291,944	291,920	291,746	291,706	291,486
<b>43-T_aire_out</b>	295,997	295,556	295,267	295,113	295,106	294,678	294,771	294,601
<b>44-dt_sub</b>	0,289	0,326	0,303	0,308	0,280	0,318	0,446	0,379
<b>45-Q_cond</b>	2258,840	2207,590	2191,080	2176,910	2183,710	2122,640	2158,860	2150,340
<b>46-Q_evap</b>	1726,34	1687,02	1670,78	1657,07	1661,23	1624,02	1651,07	1643,43
<b>47-eta_iso</b>	0,85	0,86	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
<b>48-eta_vol</b>	0,86	0,86	0,85	0,84	0,85	0,83	0,83	0,84
<b>49-AU</b>	355,10	347,15	331,80	332,33	333,90	360,01	346,52	347,10
<b>50-m_bypass</b>	0,00016	0,00108	0,00224	0,00187	0,00149	0,00038	0,00083	0,00018

Name	Index_8_M easure_0	Index_8_M easure_1	Index_8_M easure_2	Index_8_M easure_3	Index_8_M easure_4	Index_8_M easure_5
0-dia	29	29	29	29	29	29
1-mes	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	16,0	16,9	17,0	18,0	19,0
4-minuto	36,0	21,0	10,1	51,0	36,0	21,0
5-segundo	29,0	30,3	29,5	29,2	29,5	30,0
6-milli	508,6	484,2	506,9	504,7	502,3	502,0
7-Q1	0,7	0,7	0,6	0,5	1,2	0,1
8-Q2	58,65	60,31	60,31	59,53	58,61	57,46
9-P1	8,49	8,51	8,46	8,28	7,90	7,89
10-P2	8,42	8,41	8,32	8,16	7,81	7,83
11-P3	8,17	8,26	8,25	8,03	8,05	7,58
12-P4	8,30	8,29	8,17	8,03	7,67	7,69
13-P5	1,67	1,73	1,68	1,65	1,62	1,59
14-P6	1,57	1,63	1,58	1,55	1,51	1,49
15-P7	8,22	8,28	8,27	8,07	8,04	7,62
16-T1	65,98	64,17	62,61	62,24	61,65	63,61
17-T2	64,20	60,64	34,13	43,68	57,75	61,74
18-T3	21,63	35,09	24,97	23,37	30,93	20,10
19-T4	32,59	32,56	32,09	31,47	29,85	29,93
20-T5	-8,86	-7,88	-8,66	-8,93	-9,26	-9,45
21-T6	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91
22-T7	13,71	13,23	12,00	11,70	11,17	11,21
23-TD0	27,25	27,32	26,15	25,71	24,55	24,50
24-TD1	27,41	27,49	26,26	25,78	24,70	24,67
25-TD2	27,69	27,68	26,43	25,96	24,95	24,98
26-TD3	21,66	21,74	20,39	20,05	19,30	19,00
27-TD4	21,49	21,60	20,33	20,03	19,25	19,05
28-TD5	21,56	21,73	20,52	20,20	19,58	19,49
29-CURRENT	8,76	8,77	8,69	8,78	8,74	8,67
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	5,74	5,81	5,69	5,88	6,10	6,28
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,204	-0,203	-0,205	-0,203	-0,207	-0,202
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	306,048	305,999	305,524	304,896	303,314	303,414
38-T_sat_evap	258,553	259,458	258,799	258,336	257,798	257,420
39-COP	3,382	3,543	3,625	3,645	3,663	3,517
40-dt_intercam	10,749	10,225	10,328	10,361	10,170	10,416
41-W_comp	761,811	749,197	733,323	723,487	717,507	732,750
42-T_aire_in	294,717	294,839	293,565	293,244	292,527	292,330
43-T_aire_out	300,602	300,648	299,431	298,966	297,882	297,868
44-dt_sub	0,310	0,285	0,284	0,280	0,317	0,334
45-Q_cond	3338,570	3403,430	3391,580	3360,260	3345,940	3309,790
46-Q_evap	2576,76	2654,24	2658,25	2636,78	2628,43	2577,04
47-eta_iso	0,78	0,79	0,82	0,82	0,80	0,78
48-eta_vol	0,82	0,82	0,84	0,84	0,85	0,85
49-AU	294,66	304,97	283,59	288,38	310,18	298,62
50-m_bypass	0,00014	0,00030	0,00284	0,00169	0,00032	0,00015

Name	Index_9_M easure_0	Index_9_M easure_1	Index_9_M easure_2	Index_9_M easure_3	Index_9_M easure_4	Index_9_M easure_5	Index_9_M easure_6
0-dia	30	30	30	30	30	30	30
1-mes	5	5	5	5	5	5	5
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	16,0	17,0	17,7	18,0	19,0	20,0
4-minuto	46,0	31,0	16,0	22,2	46,0	31,0	16,0
5-segundo	30,1	29,4	29,7	29,3	29,1	29,3	29,5
6-milli	499,7	505,0	504,4	490,9	512,4	510,6	507,2
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	82,77	84,60	87,39	85,18	84,81	85,50	84,44
9-P1	9,44	9,38	9,69	9,50	9,35	9,46	9,37
10-P2	9,32	9,18	9,45	9,27	9,15	9,25	9,24
11-P3	9,52	9,09	9,46	9,19	9,03	9,12	8,96
12-P4	9,12	8,98	9,16	9,05	8,93	9,05	9,04
13-P5	2,28	2,29	2,36	2,32	2,30	2,33	2,32
14-P6	2,14	2,13	2,20	2,17	2,15	2,17	2,17
15-P7	9,58	9,11	9,46	9,23	9,08	9,18	9,01
16-T1	59,47	57,38	57,27	57,94	57,45	57,96	58,79
17-T2	58,43	54,48	38,33	41,49	46,90	52,14	57,75
18-T3	20,59	20,25	28,43	26,38	24,30	22,84	19,83
19-T4	36,17	35,67	36,46	35,95	35,46	35,92	35,85
20-T5	-1,36	-1,36	-0,78	-0,95	-1,11	-0,80	-0,77
21-T6	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92
22-T7	23,44	23,10	23,39	23,29	23,19	23,55	23,81
23-TD0	28,24	27,74	28,48	27,71	27,27	27,70	27,66
24-TD1	28,41	27,94	28,70	27,88	27,42	27,79	27,74
25-TD2	28,73	28,19	28,89	28,21	27,78	28,18	28,20
26-TD3	20,58	20,17	20,70	19,88	19,45	19,65	19,59
27-TD4	20,46	20,10	20,67	19,87	19,42	19,71	19,63
28-TD5	20,51	19,95	20,59	20,06	19,66	20,13	20,03
29-CURRENT	14,01	14,02	14,08	14,19	14,20	14,23	14,31
30-TRIAC	60	60	60	60	60	60	60
31-SHX_GET	5,32	5,28	5,04	5,27	5,35	5,39	5,47
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,203	-0,209	-0,203	-0,205	-0,206	-0,205	-0,204
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	309,548	308,998	309,891	309,320	308,836	309,278	309,228
38-T_sat_evap	266,468	266,514	267,330	266,930	266,686	266,954	266,910
39-COP	4,188	4,408	4,467	4,371	4,411	4,379	4,288
40-dt_intercam	7,132	6,905	6,734	6,830	6,800	6,775	6,828
41-W_comp	849,103	827,628	838,211	839,002	831,259	841,389	849,682
42-T_aire_in	293,666	293,224	293,800	293,089	292,660	292,979	292,901
43-T_aire_out	301,609	301,105	301,840	301,083	300,639	301,041	301,019
44-dt_sub	0,225	0,180	0,286	0,225	0,229	0,207	0,227
45-Q_cond	4405,410	4475,420	4582,090	4506,490	4497,530	4525,730	4492,700
46-Q_evap	3556,30	3647,79	3743,88	3667,49	3666,28	3684,34	3643,02
47-eta_iso	0,84	0,87	0,88	0,86	0,86	0,86	0,84
48-eta_vol	0,85	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85
49-AU	277,38	283,71	284,77	277,64	278,04	277,66	275,18
50-m_bypass	0,00013	0,00038	0,00290	0,00237	0,00144	0,00078	0,00013

Name	Index_10_ Measure_0	Index_10_ Measure_1	Index_10_ Measure_2	Index_10_ Measure_3	Index_10_ Measure_4	Index_10_ Measure_5
0-dia	5	5	5	5	5	5
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,9	16,0	17,0	18,0	18,9
4-minuto	20,9	10,1	51,0	36,0	21,0	9,7
5-segundo	29,5	29,5	29,3	29,4	29,6	29,2
6-milli	482,2	475,4	490,5	478,7	476,7	485,3
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	95,52	95,36	96,54	95,83	96,25	95,43
9-P1	9,79	9,56	9,80	9,42	9,41	9,68
10-P2	9,66	9,33	9,57	9,17	9,16	9,54
11-P3	23,98	9,24	9,45	9,05	9,05	9,20
12-P4	9,40	9,08	9,30	8,91	8,91	9,28
13-P5	2,73	2,69	2,73	2,68	2,68	2,73
14-P6	2,55	2,51	2,55	2,50	2,50	2,55
15-P7	24,01	9,25	9,50	9,10	9,10	9,25
16-T1	57,72	55,94	56,29	55,01	54,84	56,88
17-T2	56,82	53,46	46,13	46,63	50,72	55,95
18-T3	19,78	19,15	24,48	23,73	20,94	19,32
19-T4	37,40	36,13	37,01	35,42	35,44	36,91
20-T5	3,20	2,87	3,18	2,86	2,93	3,40
21-T6	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,89
22-T7	32,44	32,23	32,42	31,82	32,19	33,18
23-TD0	26,80	27,32	27,87	27,88	27,88	27,87
24-TD1	26,91	27,45	27,99	28,00	28,00	28,00
25-TD2	27,25	27,81	28,18	28,19	28,19	28,19
26-TD3	19,01	18,80	19,56	19,56	19,56	19,56
27-TD4	18,86	18,68	19,31	19,31	19,31	19,31
28-TD5	18,46	18,54	18,88	18,88	18,88	18,88
29-CURRENT	17,63	17,63	17,57	17,68	17,76	17,75
30-TRIAC	80	80	80	80	80	80
31-SHX_GET	5,16	5,15	5,12	5,28	5,34	5,36
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,201	-0,204	-0,202	-0,204	-0,205	-0,203
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	310,758	309,507	310,390	308,831	308,836	310,287
38-T_sat_evap	271,196	270,868	271,210	270,729	270,732	271,205
39-COP	4,681	4,865	4,872	4,982	5,016	4,812
40-dt_intercam	5,633	5,495	5,521	5,358	5,331	5,524
41-W_comp	875,474	849,290	852,659	838,578	836,526	855,198
42-T_aire_in	291,930	291,821	292,396	292,400	292,400	292,400
43-T_aire_out	300,137	300,676	301,167	301,171	301,171	301,170
44-dt_sub	0,212	0,227	0,233	0,265	0,247	0,228
45-Q_cond	4973,270	4981,080	5006,530	5016,390	5032,430	4970,620
46-Q_evap	4097,80	4131,79	4153,87	4177,81	4195,90	4115,42
47-eta_iso	0,83	0,84	0,86	0,85	0,85	0,84
48-eta_vol	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,82
49-AU	264,14	281,64	278,23	305,30	306,18	277,89
50-m_bypass	0,00013	0,00037	0,00164	0,00130	0,00062	0,00014

Name	Index_11_ Measure_0	Index_11_ Measure_1	Index_11_ Measure_2	Index_11_ Measure_3	Index_11_ Measure_4	Index_11_ Measure_5	Index_11_ Measure_6
0-dia	6	6	6	6	6	6	6
1-mes	6	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,9	16,0	17,0	18,0	18,9	19,0
4-minuto	21,0	9,9	51,0	36,0	21,0	9,9	49,0
5-segundo	29,1	29,6	29,8	29,5	29,5	29,7	29,6
6-milli	521,1	507,9	518,6	518,2	511,0	523,0	520,2
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	63,19	64,71	65,33	64,00	63,03	62,47	61,59
9-P1	8,87	9,05	9,10	8,82	8,57	8,52	8,39
10-P2	8,80	8,92	8,94	8,68	8,44	8,40	8,33
11-P3	25,64	8,79	8,84	8,56	8,31	8,26	8,13
12-P4	8,66	8,79	8,77	8,52	8,29	8,26	8,19
13-P5	1,44	1,47	1,49	1,45	1,42	1,40	1,39
14-P6	1,30	1,33	1,34	1,31	1,27	1,26	1,25
15-P7	25,66	8,84	8,89	8,61	8,36	8,31	8,18
16-T1	71,74	70,54	69,83	69,74	69,74	70,14	70,95
17-T2	70,04	66,51	41,47	45,48	49,27	55,49	69,13
18-T3	22,35	22,60	24,80	24,47	23,40	22,91	20,27
19-T4	34,33	34,85	34,84	33,75	32,72	32,56	32,26
20-T5	-13,89	-13,62	-13,47	-13,41	-13,72	-13,79	-13,91
21-T6	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,90	0,91
22-T7	13,63	14,86	14,02	12,91	12,48	12,33	12,57
23-TD0	28,56	28,56	28,56	28,56	28,56	28,56	28,56
24-TD1	28,75	28,75	28,75	28,75	28,75	28,75	28,75
25-TD2	28,94	28,94	28,94	28,94	28,94	28,94	28,94
26-TD3	21,63	21,63	21,63	21,63	21,63	21,63	21,63
27-TD4	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
28-TD5	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19
29-CURRENT	8,29	8,30	8,30	8,33	8,33	8,33	8,42
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	4,15	3,95	3,87	4,52	4,78	4,91	4,99
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,209	-0,214	-0,213	-0,207	-0,211	-0,209	-0,205
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	307,589	308,089	308,102	307,051	306,059	305,900	305,615
38-T_sat_evap	255,113	255,581	255,811	255,227	254,652	254,447	254,249
39-COP	2,799	2,858	2,896	2,916	2,912	2,894	2,854
40-dt_intercam	11,962	11,778	11,640	11,573	11,559	11,629	11,721
41-W_comp	959,677	957,642	954,051	938,401	933,386	932,391	934,900
42-T_aire_in	294,587	294,587	294,587	294,587	294,587	294,587	294,587
43-T_aire_out	301,900	301,900	301,900	301,900	301,900	301,900	301,900
44-dt_sub	0,111	0,092	0,112	0,154	0,191	0,189	0,200
45-Q_cond	3645,330	3694,450	3716,760	3675,020	3651,530	3630,640	3602,810
46-Q_evap	2685,65	2736,81	2762,71	2736,62	2718,15	2698,25	2667,91
47-eta_iso	0,74	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,73
48-eta_vol	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,69
49-AU	280,37	273,64	275,01	294,86	318,31	320,95	326,71
50-m_bypass	0,00015	0,00037	0,00304	0,00243	0,00194	0,00133	0,00015

Name	Index_12_ Measure_0	Index_12_ Measure_1	Index_12_ Measure_2	Index_12_ Measure_3	Index_12_ Measure_4	Index_12_ Measure_5
0-dia	7	7	7	7	7	7
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,1	16,0	17,0	18,9	19,0
4-minuto	11,2	49,9	46,7	26,7	10,4	51,0
5-segundo	29,7	29,7	28,2	30,5	29,8	29,3
6-milli	493,0	476,7	544,3	484,7	467,5	474,6
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	93,51	93,94	94,64	94,81	93,52	99,21
9-P1	10,39	10,32	10,43	10,15	10,01	10,07
10-P2	10,26	10,12	10,21	9,93	9,88	9,85
11-P3	24,65	9,99	10,11	9,80	9,58	9,74
12-P4	10,02	9,88	9,93	9,66	9,63	9,58
13-P5	2,08	2,07	2,08	2,05	2,03	2,09
14-P6	1,87	1,86	1,81	1,77	1,81	1,85
15-P7	24,67	10,03	10,16	9,85	9,64	9,76
16-T1	67,74	66,15	66,16	64,88	64,59	60,52
17-T2	66,71	63,61	48,41	51,96	63,64	58,57
18-T3	21,82	21,70	27,76	26,49	21,06	20,81
19-T4	39,79	39,29	39,52	38,49	38,35	38,23
20-T5	-5,22	-5,27	-5,16	-5,41	-5,84	-5,23
21-T6	0,91	0,90	0,89	0,88	0,91	0,92
22-T7	25,61	25,85	25,09	24,92	25,75	26,26
23-TD0	30,62	30,26	30,28	29,29	29,23	28,99
24-TD1	31,00	30,55	30,55	29,64	29,49	29,24
25-TD2	31,45	30,96	30,86	29,93	30,02	29,70
26-TD3	22,09	21,67	21,80	20,93	20,81	20,58
27-TD4	21,84	21,46	21,64	20,72	20,63	20,43
28-TD5	21,59	21,22	21,26	20,45	20,45	20,27
29-CURRENT	13,75	13,72	13,73	13,78	13,80	13,84
30-TRIAC	60	60	60	60	60	60
31-SHX_GET	3,88	3,91	3,89	4,00	3,82	3,78
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,203	-0,201	-0,201	-0,205	-0,203	-0,201
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	313,054	312,538	312,803	311,779	311,617	311,460
38-T_sat_evap	264,054	263,977	264,097	263,737	263,497	264,138
39-COP	3,182	3,290	3,293	3,370	3,373	3,723
40-dt_intercam	7,797	7,692	7,661	7,526	7,670	7,153
41-W_comp	1200,730	1171,680	1176,770	1162,260	1145,400	1101,720
42-T_aire_in	294,992	294,600	294,716	293,850	293,782	293,575
43-T_aire_out	304,171	303,741	303,715	302,770	302,730	302,459
44-dt_sub	0,117	0,094	0,134	0,137	0,122	0,077
45-Q_cond	5021,750	5026,290	5052,170	5078,540	5009,130	5203,160
46-Q_evap	3821,02	3854,61	3875,41	3916,28	3863,72	4101,44
47-eta_iso	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,85
48-eta_vol	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,73
49-AU	278,02	280,21	279,32	283,26	280,85	290,93
50-m_bypass	0,00015	0,00036	0,00286	0,00200	0,00013	0,00030



Name	Index_13_ Measure_0	Index_13_ Measure_1	Index_13_ Measure_2	Index_13_ Measure_3	Index_13_ Measure_4
0-dia	12	12	12	12	12
1-mes	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,3	16,0	17,0	18,0
4-minuto	11,0	40,0	40,9	26,0	11,0
5-segundo	29,3	29,7	29,4	29,3	28,3
6-milli	497,1	507,4	510,7	493,4	505,4
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	118,17	123,03	125,69	126,36	119,10
9-P1	11,36	11,34	11,20	11,12	10,93
10-P2	11,16	11,03	10,87	10,76	10,72
11-P3	24,54	10,93	10,77	10,72	10,30
12-P4	10,86	10,72	10,53	10,37	10,41
13-P5	2,51	2,55	2,56	2,57	2,47
14-P6	2,22	2,26	2,26	2,26	2,18
15-P7	24,56	10,98	10,82	10,77	10,36
16-T1	61,17	58,40	56,84	56,63	58,29
17-T2	60,51	56,83	51,82	46,29	57,59
18-T3	22,31	21,96	26,39	30,73	21,28
19-T4	42,90	42,46	41,84	41,28	41,35
20-T5	-1,63	-1,07	-0,80	-0,59	-1,66
21-T6	0,89	0,89	0,91	0,91	0,92
22-T7	33,17	34,27	33,43	33,64	32,83
23-TD0	32,34	31,86	31,06	30,56	30,66
24-TD1	32,63	32,17	31,42	30,89	31,02
25-TD2	32,97	32,52	31,77	31,23	31,47
26-TD3	22,37	21,89	21,26	20,82	20,93
27-TD4	22,02	21,60	21,05	20,61	20,75
28-TD5	21,57	21,16	20,67	20,20	20,37
29-CURRENT	17,52	17,50	17,49	17,54	17,58
30-TRIAC	80	80	80	80	80
31-SHX_GET	2,59	2,66	2,87	2,98	2,93
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,206	-0,203	-0,204	-0,202	-0,202
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	316,139	315,686	315,077	314,591	314,589
38-T_sat_evap	268,939	269,424	269,482	269,579	268,557
39-COP	3,846	4,180	4,382	4,411	4,142
40-dt_intercam	6,159	5,796	5,570	5,440	5,917
41-W_comp	1220,650	1175,000	1152,750	1158,310	1159,720
42-T_aire_in	295,138	294,701	294,141	293,693	293,838
43-T_aire_out	305,799	305,333	304,564	304,041	304,196
44-dt_sub	0,090	0,079	0,083	0,156	0,093
45-Q_cond	5915,030	6086,920	6203,790	6267,460	5963,340
46-Q_evap	4694,38	4911,93	5051,04	5109,15	4803,62
47-eta_iso	0,87	0,92	0,94	0,93	0,90
48-eta_vol	0,73	0,74	0,76	0,76	0,74
49-AU	281,66	290,07	296,33	299,91	287,37
50-m_bypass	0,00013	0,00033	0,00111	0,00238	0,00014

Name	Index_14_ Measure_0	Index_14_ Measure_1	Index_14_ Measure_2	Index_14_ Measure_3	Index_14_ Measure_4	Index_14_ Measure_5
0-dia	13	13	13	13	13	13
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,9	16,0	17,0	18,0	18,9
4-minuto	21,0	9,9	51,0	36,0	21,0	9,9
5-segundo	29,2	29,9	29,7	29,6	29,7	29,3
6-milli	509,3	507,1	515,8	508,7	510,5	504,1
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	39,53	39,51	39,63	38,73	37,71	37,33
9-P1	7,45	7,46	7,41	7,11	6,73	6,62
10-P2	7,42	7,41	7,34	7,06	6,68	6,60
11-P3	17,14	7,26	7,19	6,89	6,57	7,75
12-P4	7,32	7,31	7,23	6,95	6,58	6,50
13-P5	1,11	1,10	1,09	1,05	1,04	1,01
14-P6	1,07	1,05	1,04	1,01	0,99	0,96
15-P7	17,17	7,30	7,24	6,94	6,54	7,80
16-T1	85,58	83,36	80,64	80,04	79,98	80,19
17-T2	81,38	74,43	40,45	50,24	70,80	75,84
18-T3	21,93	21,69	21,64	20,69	26,13	18,86
19-T4	28,38	28,36	27,99	26,61	24,73	24,28
20-T5	-16,02	-16,13	-15,76	-15,92	-15,38	-16,26
21-T6	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90
22-T7	4,40	4,91	3,53	3,44	2,70	2,21
23-TD0	25,08	25,15	24,18	22,95	21,65	21,12
24-TD1	25,35	25,54	24,37	23,10	21,83	21,35
25-TD2	25,64	25,70	24,44	23,23	22,02	21,57
26-TD3	21,81	21,62	20,43	19,55	18,73	18,14
27-TD4	21,56	21,49	20,30	19,41	18,60	17,96
28-TD5	21,62	21,70	20,46	19,57	18,69	18,05
29-CURRENT	3,23	3,19	3,19	3,24	3,24	3,26
30-TRIAC	20	20	20	20	20	20
31-SHX_GET	8,04	8,10	8,70	9,30	10,06	9,96
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,343	-0,269	-0,259	-0,239	-0,216	-0,214
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	301,640	301,583	301,232	299,880	298,052	297,626
38-T_sat_evap	249,093	248,922	248,694	247,922	247,712	246,925
39-COP	2,405	2,485	2,602	2,633	2,656	2,631
40-dt_intercam	15,900	15,946	15,658	15,498	14,876	15,178
41-W_comp	748,575	724,234	696,405	679,967	666,766	667,434
42-T_aire_in	294,815	294,755	293,543	292,661	291,822	291,204
43-T_aire_out	298,507	298,612	297,483	296,243	294,984	294,496
44-dt_sub	0,108	0,075	0,096	0,115	0,177	0,201
45-Q_cond	2548,970	2523,660	2508,340	2470,130	2437,730	2423,310
46-Q_evap	1800,40	1799,43	1811,94	1790,16	1770,96	1755,88
47-eta_iso	0,64	0,67	0,70	0,69	0,67	0,67
48-eta_vol	0,56	0,56	0,57	0,58	0,57	0,58
49-AU	373,49	369,62	326,22	342,17	391,31	377,30
50-m_bypass	0,00020	0,00044	0,00235	0,00159	0,00043	0,00019

Name	Index_15_ Measure_0	Index_15_ Measure_1	Index_15_ Measure_2	Index_15_ Measure_3	Index_15_ Measure_4
0-dia	14	14	14	14	14
1-mes	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	8,9	9,0	10,0	11,0	11,9
4-minuto	9,9	51,0	36,0	21,1	9,8
5-segundo	29,3	29,6	29,1	29,6	29,5
6-milli	520,5	529,8	511,3	506,6	534,3
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	34,92	35,58	36,62	39,41	34,04
9-P1	6,24	6,38	6,62	6,72	6,78
10-P2	6,23	6,35	6,57	6,69	6,77
11-P3	7,26	6,18	6,40	6,57	6,46
12-P4	6,13	6,25	6,46	6,59	6,67
13-P5	1,22	1,22	1,24	1,28	1,22
14-P6	1,20	1,19	1,20	1,23	1,19
15-P7	7,31	6,22	6,45	6,55	6,51
16-T1	72,46	71,77	69,62	72,44	73,83
17-T2	67,51	60,39	33,97	63,89	69,60
18-T3	16,57	17,07	18,49	25,65	19,89
19-T4	21,91	22,92	24,09	24,70	25,06
20-T5	-12,81	-13,87	-13,35	-11,80	-13,20
21-T6	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89
22-T7	3,64	3,76	4,12	4,09	4,13
23-TD0	19,48	20,09	20,94	22,01	22,36
24-TD1	19,59	20,19	20,96	22,11	22,47
25-TD2	19,74	20,31	20,95	22,27	22,69
26-TD3	16,76	17,35	17,95	19,29	19,50
27-TD4	16,61	17,17	17,68	19,13	19,37
28-TD5	16,73	17,32	17,59	19,32	19,68
29-CURRENT	3,28	3,26	3,28	3,29	3,33
30-TRIAC	20	20	20	20	20
31-SHX_GET	9,09	8,15	8,29	9,13	8,65
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,335	-0,230	-0,242	-0,233	-0,217
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	295,672	296,314	297,440	298,075	298,475
38-T_sat_evap	251,264	251,135	251,515	252,226	251,296
39-COP	3,076	3,073	3,208	3,066	3,036
40-dt_intercam	13,371	14,009	13,975	12,938	14,997
41-W_comp	547,074	552,304	540,349	606,536	529,625
42-T_aire_in	289,848	290,432	290,889	292,398	292,667
43-T_aire_out	292,750	293,343	294,097	295,276	295,656
44-dt_sub	0,616	0,241	0,201	0,220	0,261
45-Q_cond	2229,900	2249,330	2273,750	2466,350	2137,450
46-Q_evap	1682,83	1697,03	1733,40	1859,81	1607,82
47-eta_iso	0,66	0,67	0,72	0,68	0,70
48-eta_vol	0,67	0,69	0,70	0,73	0,66
49-AU	382,92	382,41	347,11	434,43	367,99
50-m_bypass	0,00021	0,00051	0,00189	0,00043	0,00018

Name	Index_16_ Measure_0	Index_16_ Measure_1	Index_16_ Measure_2	Index_16_ Measure_3
0-dia	14	14	14	14
1-mes	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018
3-hora	12,0	13,0	14,0	14,9
4-minuto	51,0	36,0	21,0	10,0
5-segundo	29,5	29,6	29,8	29,5
6-milli	515,7	487,9	521,3	497,9
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	31,20	33,10	33,56	33,45
9-P1	6,54	6,73	6,80	6,64
10-P2	6,52	6,69	6,76	6,62
11-P3	6,21	6,64	6,59	6,29
12-P4	6,42	6,60	6,66	6,51
13-P5	1,90	1,95	1,97	1,97
14-P6	1,88	1,93	1,95	1,94
15-P7	6,25	6,58	6,64	6,33
16-T1	56,07	53,17	52,80	52,59
17-T2	53,08	46,82	34,16	50,23
18-T3	19,93	20,25	20,82	20,01
19-T4	23,82	24,86	25,17	24,35
20-T5	-4,16	-3,54	-3,30	-3,30
21-T6	0,91	0,92	0,92	0,92
22-T7	7,26	7,61	7,79	7,68
23-TD0	21,86	22,51	22,66	22,07
24-TD1	21,92	22,57	22,65	22,13
25-TD2	21,93	22,63	22,64	22,14
26-TD3	19,74	20,21	20,20	19,67
27-TD4	19,52	20,00	19,97	19,44
28-TD5	19,32	19,79	19,78	19,22
29-CURRENT	3,44	3,52	3,52	3,49
30-TRIAC	20	20	20	20
31-SHX_GET	7,18	7,18	7,11	7,19
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,502	-0,606	-0,614	-0,621
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	297,231	298,110	298,420	297,708
38-T_sat_evap	261,811	262,436	262,740	262,662
39-COP	4,827	5,275	5,354	5,339
40-dt_intercam	11,168	10,892	10,815	10,524
41-W_comp	313,378	301,972	301,009	302,502
42-T_aire_in	292,677	293,148	293,134	292,593
43-T_aire_out	295,052	295,719	295,800	295,265
44-dt_sub	0,261	0,105	0,102	0,213
45-Q_cond	1826,190	1895,000	1912,510	1917,600
46-Q_evap	1512,81	1593,03	1611,50	1615,10
47-eta_iso	0,77	0,84	0,85	0,83
48-eta_vol	0,39	0,40	0,40	0,40
49-AU	400,99	381,91	361,85	374,93
50-m_bypass	0,00012	0,00029	0,00092	0,00011

Name	Index_17_ Measure_0	Index_17_ Measure_1	Index_17_ Measure_2	Index_17_ Measure_3	Index_17_ Measure_4	Index_17_ Measure_5
0-dia	26	26	26	26	26	26
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	9,0	9,9	10,0	11,0	12,0	12,9
4-minuto	21,0	10,1	51,0	36,0	22,0	10,0
5-segundo	29,4	29,2	29,4	29,4	29,8	29,6
6-milli	497,0	527,1	510,7	509,3	532,4	516,7
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	82,12	78,46	82,11	82,04	82,23	82,30
9-P1	8,76	8,89	9,22	9,31	9,35	9,61
10-P2	8,64	8,71	8,99	9,10	9,14	9,50
11-P3	24,96	8,58	8,91	8,99	9,02	9,03
12-P4	8,43	8,51	8,75	8,87	8,93	9,28
13-P5	1,89	1,88	1,94	1,95	1,96	2,00
14-P6	1,69	1,68	1,73	1,74	1,75	1,79
15-P7	24,99	8,63	8,96	9,04	9,07	9,09
16-T1	68,03	71,16	69,24	69,87	69,92	72,38
17-T2	66,55	67,35	43,85	52,62	58,35	71,07
18-T3	17,38	18,41	25,48	25,48	24,47	20,98
19-T4	33,44	33,73	34,84	35,35	35,56	36,97
20-T5	-1,26	-1,56	-0,75	-0,76	-0,63	-0,32
21-T6	0,89	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89
22-T7	22,58	22,02	22,28	22,32	22,37	23,35
23-TD0	25,41	25,83	26,45	27,01	27,23	28,62
24-TD1	25,66	26,13	26,58	27,10	27,40	28,90
25-TD2	26,18	26,62	26,89	27,45	27,81	29,45
26-TD3	18,03	18,49	18,69	19,15	19,42	20,71
27-TD4	17,88	18,34	18,58	19,02	19,33	20,57
28-TD5	17,88	18,38	18,62	19,09	19,34	20,60
29-CURRENT	13,29	13,18	13,23	13,18	13,29	13,43
30-TRIAC	60	60	60	60	60	60
31-SHX_GET	10,21	10,06	10,13	9,99	10,00	9,77
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,201	-0,201	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	306,777	307,080	308,157	308,625	308,812	310,217
38-T_sat_evap	261,682	261,533	262,265	262,400	262,519	263,066
39-COP	3,460	3,243	3,406	3,361	3,364	3,212
40-dt_intercam	6,770	7,157	6,929	7,033	7,030	7,224
41-W_comp	1051,010	1069,160	1057,050	1065,600	1065,530	1104,630
42-T_aire_in	291,077	291,555	291,781	292,236	292,512	293,776
43-T_aire_out	298,902	299,343	299,790	300,337	300,629	302,137
44-dt_sub	0,191	0,198	0,172	0,126	0,103	0,101
45-Q_cond	4687,750	4536,810	4657,200	4646,960	4650,160	4652,210
46-Q_evap	3636,74	3467,65	3600,15	3581,36	3584,63	3547,57
47-eta_iso	0,74	0,70	0,74	0,74	0,74	0,72
48-eta_vol	0,68	0,66	0,67	0,67	0,66	0,65
49-AU	298,59	292,24	284,38	283,55	285,29	282,96
50-m_bypass	0,00017	0,00041	0,00336	0,00217	0,00142	0,00015

Name	Index_18_ Measure_0	Index_18_ Measure_1	Index_18_ Measure_2	Index_18_ Measure_3	Index_18_ Measure_4	Index_18_ Measure_5
0-dia	26	26	26	26	26	26
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	13,0	14,0	15,0	16,0	16,9	17,0
4-minuto	51,0	36,0	21,0	21,0	10,0	51,0
5-segundo	29,3	29,4	29,6	29,6	29,7	29,5
6-milli	502,6	512,3	501,9	508,6	507,4	521,4
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	57,66	57,17	58,20	58,36	57,64	56,29
9-P1	8,28	7,87	7,92	7,98	7,81	7,60
10-P2	8,23	7,76	7,79	7,87	7,70	7,55
11-P3	7,89	7,63	7,68	7,73	7,56	7,16
12-P4	8,09	7,62	7,62	7,71	7,55	7,39
13-P5	1,47	1,42	1,42	1,42	1,40	1,38
14-P6	1,32	1,34	1,31	1,31	1,30	1,28
15-P7	7,93	7,67	7,72	7,78	7,60	7,21
16-T1	75,73	71,73	71,31	71,95	71,66	72,85
17-T2	73,59	66,91	38,46	48,80	60,13	70,59
18-T3	20,71	19,52	22,12	22,02	20,56	17,98
19-T4	31,88	29,78	29,83	30,23	29,49	28,73
20-T5	-8,14	-8,57	-8,65	-8,68	-8,78	-9,00
21-T6	0,89	0,89	0,90	0,89	0,89	0,90
22-T7	12,18	11,04	10,59	10,55	10,37	10,53
23-TD0	26,20	24,17	23,90	24,35	23,79	23,26
24-TD1	26,40	24,45	23,97	24,46	23,97	23,47
25-TD2	26,83	24,74	24,13	24,72	24,33	23,90
26-TD3	20,61	18,91	18,41	18,85	18,45	18,01
27-TD4	20,52	18,72	18,24	18,73	18,31	17,89
28-TD5	20,65	18,66	18,18	18,89	18,55	18,14
29-CURRENT	8,11	8,00	8,01	8,03	8,04	8,07
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	9,52	9,78	9,83	9,81	9,98	10,12
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,202	-0,203	-0,202	-0,202	-0,201	-0,202
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	305,174	303,095	303,166	303,526	302,812	302,093
38-T_sat_evap	255,492	254,796	254,673	254,669	254,397	254,034
39-COP	2,864	3,064	3,077	3,041	3,057	2,992
40-dt_intercam	10,640	10,288	10,186	10,277	10,215	10,268
41-W_comp	895,907	843,349	853,633	863,557	853,367	856,856
42-T_aire_in	293,743	291,914	291,424	291,972	291,586	291,163
43-T_aire_out	299,627	297,604	297,152	297,659	297,182	296,693
44-dt_sub	0,148	0,161	0,183	0,146	0,168	0,215
45-Q_cond	3462,120	3426,960	3480,570	3489,200	3462,320	3420,330
46-Q_evap	2566,22	2583,61	2626,93	2625,64	2608,95	2563,48
47-eta_iso	0,70	0,72	0,73	0,73	0,73	0,70
48-eta_vol	0,62	0,63	0,65	0,65	0,65	0,64
49-AU	302,88	306,49	296,42	301,99	308,42	312,93
50-m_bypass	0,00016	0,00036	0,00294	0,00197	0,00090	0,00016

Name	Index_19_ Measure_0	Index_19_ Measure_1	Index_19_ Measure_2	Index_19_ Measure_3	Index_19_ Measure_4
0-dia	27	27	27	27	27
1-mes	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	15,0	15,9	16,0	17,0	18,0
4-minuto	21,0	10,2	51,0	36,0	21,0
5-segundo	29,8	29,6	29,2	28,9	29,2
6-milli	481,0	504,3	477,9	508,4	480,3
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	92,88	95,53	100,05	100,77	99,67
9-P1	9,27	9,32	9,58	9,58	9,52
10-P2	9,12	9,08	9,33	9,35	9,37
11-P3	8,72	8,98	9,21	9,21	8,85
12-P4	8,88	8,84	9,05	9,07	9,09
13-P5	2,72	2,75	2,84	2,86	2,85
14-P6	2,53	2,55	2,62	2,64	2,64
15-P7	8,77	9,01	9,26	9,26	8,90
16-T1	55,44	53,38	52,49	52,47	53,17
17-T2	54,41	51,04	45,04	48,71	52,32
18-T3	17,80	17,80	23,70	22,61	18,95
19-T4	35,28	35,17	36,10	36,18	36,26
20-T5	2,79	3,11	3,92	4,17	4,14
21-T6	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93
22-T7	30,04	30,27	30,83	31,37	31,15
23-TD0	26,49	26,34	27,03	27,00	27,07
24-TD1	26,60	26,52	27,14	27,09	27,20
25-TD2	27,04	26,90	27,52	27,54	27,63
26-TD3	18,25	18,16	18,70	18,49	18,61
27-TD4	18,18	18,07	18,58	18,39	18,49
28-TD5	18,26	18,15	18,68	18,65	18,64
29-CURRENT	17,15	17,15	17,22	17,39	17,46
30-TRIAC	80	80	80	80	80
31-SHX_GET	4,76	4,80	4,79	4,85	4,85
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,204	-0,201	-0,200	-0,201	-0,201
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	308,668	308,514	309,427	309,497	309,587
38-T_sat_evap	271,179	271,457	272,276	272,472	272,437
39-COP	4,895	5,242	5,519	5,552	5,425
40-dt_intercam	5,482	5,274	5,067	5,005	5,071
41-W_comp	827,982	796,041	786,732	787,603	796,803
42-T_aire_in	291,381	291,280	291,803	291,660	291,731
43-T_aire_out	299,861	299,736	300,379	300,359	300,450
44-dt_sub	0,240	0,190	0,176	0,167	0,175
45-Q_cond	4880,620	4969,180	5128,370	5160,330	5119,760
46-Q_evap	4052,64	4173,14	4341,64	4372,73	4322,96
47-eta_iso	0,82	0,86	0,91	0,91	0,89
48-eta_vol	0,80	0,81	0,82	0,82	0,82
49-AU	282,33	288,33	290,99	289,30	286,71
50-m_bypass	0,00015	0,00035	0,00124	0,00061	0,00013

Name	Index_20_ Measure_0	Index_20_ Measure_1	Index_20_ Measure_2	Index_20_ Measure_3	Index_20_ Measure_4
0-dia	27	27	27	27	27
1-mes	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	18,9	19,0	20,0	21,0	21,9
4-minuto	9,8	51,0	35,9	21,0	10,0
5-segundo	29,6	29,4	29,9	29,8	29,4
6-milli	508,6	503,6	510,4	506,1	509,1
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8-Q2	96,35	98,48	98,93	99,48	95,37
9-P1	9,34	9,32	9,41	9,50	9,19
10-P2	9,18	9,06	9,14	9,24	9,03
11-P3	8,75	8,96	9,04	9,12	8,55
12-P4	8,93	8,81	8,86	8,97	8,78
13-P5	2,12	2,13	2,15	2,17	2,10
14-P6	1,88	1,89	1,91	1,93	1,87
15-P7	8,80	9,01	9,09	9,18	8,61
16-T1	57,95	56,52	57,17	57,37	58,21
17-T2	57,03	54,29	46,11	50,60	57,28
18-T3	18,07	17,63	23,48	23,39	17,94
19-T4	35,66	35,17	35,37	35,83	34,99
20-T5	-4,83	-4,58	-4,34	-4,15	-4,91
21-T6	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
22-T7	23,16	23,25	23,86	24,19	23,72
23-TD0	26,56	26,10	26,09	26,51	25,96
24-TD1	26,76	26,27	26,24	26,64	26,11
25-TD2	27,25	26,71	26,65	27,10	26,59
26-TD3	18,21	17,80	17,66	17,92	17,63
27-TD4	18,15	17,75	17,56	17,89	17,56
28-TD5	18,40	17,94	17,84	18,20	17,62
29-CURRENT	13,62	13,68	13,76	13,80	13,80
30-TRIAC	60	60	60	60	60
31-SHX_GET	3,79	3,90	3,89	3,86	3,89
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,203	-0,202	-0,201	-0,201	-0,204
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	308,905	308,421	308,668	309,094	308,283
38-T_sat_evap	264,525	264,671	264,923	265,146	264,345
39-COP	3,966	4,115	4,062	4,059	3,929
40-dt_intercam	6,818	6,564	6,525	6,532	6,783
41-W_comp	1029,840	1019,180	1035,980	1038,620	1035,290
42-T_aire_in	291,404	290,982	290,835	291,154	290,752
43-T_aire_out	300,004	299,510	299,475	299,899	299,371
44-dt_sub	0,100	0,106	0,147	0,110	0,146
45-Q_cond	5114,450	5212,810	5243,880	5254,500	5102,770
46-Q_evap	4084,61	4193,63	4207,90	4215,88	4067,48
47-eta_iso	0,83	0,84	0,83	0,84	0,81
48-eta_vol	0,70	0,71	0,71	0,71	0,70
49-AU	292,23	298,92	294,05	292,90	291,07
50-m_bypass	0,00013	0,00034	0,00177	0,00106	0,00013



Name	Index_21_ Measure_0	Index_21_ Measure_1	Index_21_ Measure_2	Index_21_ Measure_3	Index_21_ Measure_4	Index_21_ Measure_5
0-dia	29	29	29	29	29	29
1-mes	6	6	6	6	6	6
2-año	2018	2018	2018	2018	2018	2018
3-hora	9,0	9,9	10,0	11,0	12,0	12,9
4-minuto	21,0	9,8	51,0	36,0	21,0	10,3
5-segundo	29,4	29,4	29,4	29,6	29,9	30,0
6-milli	506,4	498,4	507,8	503,6	518,0	522,9
7-Q1	0,0	0,0	0,0	0,0	76,0	0,0
8-Q2	60,59	61,04	65,34	64,22	61,86	60,56
9-P1	7,47	7,70	8,16	8,14	7,88	7,96
10-P2	7,41	7,59	8,02	8,00	7,77	7,90
11-P3	7,12	7,49	7,90	7,87	7,67	7,53
12-P4	7,25	7,43	7,85	7,85	7,62	7,75
13-P5	1,40	1,42	1,51	1,49	1,47	1,46
14-P6	1,25	1,27	1,34	1,33	1,31	1,30
15-P7	7,17	7,48	7,95	7,92	7,65	7,56
16-T1	66,22	66,23	63,68	64,28	65,87	68,04
17-T2	64,18	61,92	40,72	49,16	61,95	66,25
18-T3	16,53	17,46	20,75	21,11	31,81	19,42
19-T4	28,04	28,93	30,88	30,87	29,80	30,39
20-T5	-15,84	-15,40	-14,07	-14,12	-14,39	-14,38
21-T6	0,90	0,90	0,89	0,88	0,89	0,89
22-T7	11,27	11,50	11,14	11,05	11,45	11,72
23-TD0	22,38	23,23	24,54	24,64	24,20	24,59
24-TD1	22,43	23,30	24,53	24,68	24,25	24,70
25-TD2	22,77	23,59	24,74	24,93	24,54	25,03
26-TD3	16,81	17,77	18,52	18,72	18,66	18,91
27-TD4	16,65	17,58	18,40	18,59	18,52	18,74
28-TD5	16,89	17,78	18,61	18,81	18,68	18,89
29-CURRENT	8,01	8,01	8,00	7,99	8,07	8,04
30-TRIAC	40	40	40	40	40	40
31-SHX_GET	2,91	2,98	2,93	3,12	3,27	3,45
32-P	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33-I	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
34-D	20	20	20	20	20	20
35-PID_OUT	-0,229	-0,229	-0,221	-0,223	-0,224	-0,226
36-C_ADC	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800	22893,800
37-T_sat_cond	301,431	302,281	304,174	304,143	303,118	303,716
38-T_sat_evap	254,394	254,773	256,147	255,908	255,488	255,323
39-COP	3,004	3,021	3,198	3,171	3,078	2,972
40-dt_intercam	11,267	11,299	10,806	10,974	11,118	11,460
41-W_comp	896,586	893,101	889,588	882,898	884,602	893,676
42-T_aire_in	289,932	290,859	291,658	291,856	291,770	291,997
43-T_aire_out	295,677	296,524	297,751	297,901	297,475	297,921
44-dt_sub	0,237	0,201	0,141	0,126	0,168	0,181
45-Q_cond	3590,250	3590,920	3734,840	3682,200	3607,020	3549,880
46-Q_evap	2693,67	2697,82	2845,26	2799,30	2722,42	2656,21
47-eta_iso	0,69	0,70	0,75	0,75	0,72	0,71
48-eta_vol	0,66	0,66	0,67	0,66	0,65	0,64
49-AU	312,21	314,39	298,39	299,68	317,87	302,93
50-m_bypass	0,00016	0,00035	0,00232	0,00142	0,00033	0,00014

**5.3.5 ANEXO 5.RESULTADOS CON DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA.**

MABE

Name	8-Q2	9-P1	10-P2	11-P3	12-P4	13-P5	14-P6	15-P7	16-T1	17-T2	18-T3	19-T4	20-T5	21-T6	22-T7	23-TD0	24-TD1	25-TD2	26-TD3	27-TD4	28-TD5
Index_0_Measure_0	4,191	0,043	0,042	0,033	0,041	0,073	0,071	0,032	0,429	0,426	0,009	0,211	1,933	0,002	0,341	0,189	0,150	0,129	0,099	0,089	0,101
Index_0_Measure_1	4,019	0,045	0,045	0,037	0,043	0,079	0,076	0,043	0,363	1,006	0,032	0,258	1,745	0,002	0,071	0,125	0,129	0,140	0,108	0,131	0,198
Index_0_Measure_2	3,796	0,037	0,035	0,029	0,034	0,079	0,075	0,035	0,358	1,952	0,052	0,183	1,740	0,002	0,094	0,108	0,105	0,116	0,114	0,113	0,175
Index_0_Measure_3	3,775	0,035	0,033	0,032	0,032	0,083	0,078	0,034	0,335	4,422	0,126	0,169	1,824	0,002	0,168	0,066	0,076	0,082	0,086	0,066	0,081
Index_0_Measure_4	3,673	0,043	0,041	0,034	0,039	0,083	0,080	0,034	0,384	0,314	0,056	0,190	1,671	0,002	0,143	0,085	0,083	0,089	0,055	0,060	0,052
Index_0_Measure_5	3,559	0,039	0,040	0,037	0,037	0,086	0,080	0,037	0,358	1,188	0,027	0,184	1,762	0,002	0,061	0,095	0,086	0,092	0,066	0,078	0,094
Index_0_Measure_6	4,088	0,042	0,040	0,040	0,038	0,078	0,075	0,041	0,348	1,087	0,014	0,191	1,696	0,002	0,060	0,068	0,079	0,081	0,035	0,022	0,050
Index_0_Measure_7	3,771	0,045	0,043	0,043	0,041	0,076	0,072	0,043	0,371	0,232	0,049	0,216	1,608	0,002	0,059	0,088	0,084	0,090	0,039	0,030	0,030
Index_0_Measure_8	4,182	0,040	0,038	0,039	0,037	0,079	0,074	0,039	0,330	0,629	0,028	0,184	1,721	0,002	0,074	0,071	0,072	0,077	0,050	0,039	0,035
Index_1_Measure_0	0,269	0,023	0,024	0,024	0,024	0,012	0,011	0,024	0,125	0,120	0,025	0,108	0,095	0,002	0,071	0,111	0,110	0,120	0,102	0,166	0,175
Index_1_Measure_1	0,197	0,012	0,012	0,012	0,012	0,005	0,005	0,012	0,267	0,303	0,066	0,050	0,049	0,002	0,058	0,092	0,061	0,050	0,211	0,121	0,119
Index_1_Measure_2	0,321	0,018	0,018	0,018	0,018	0,006	0,005	0,018	0,102	0,054	0,028	0,073	0,054	0,002	0,034	0,083	0,073	0,080	0,089	0,112	0,148
Index_1_Measure_3	0,187	0,043	0,043	0,044	0,043	0,007	0,006	0,044	0,172	0,426	0,045	0,185	0,058	0,002	0,061	0,211	0,163	0,181	0,184	0,205	0,259
Index_2_Measure_0	3,239	0,034	0,032	0,010	0,031	0,053	0,040	0,012	0,154	0,133	0,009	0,156	0,926	0,002	0,083	0,078	0,079	0,085	0,078	0,083	0,102
Index_2_Measure_1	3,064	0,030	0,028	0,028	0,027	0,052	0,029	0,029	0,494	0,430	0,040	0,131	0,848	0,007	0,045	0,070	0,051	0,066	0,041	0,062	0,079
Index_2_Measure_2	2,958	0,032	0,030	0,033	0,029	0,052	0,034	0,031	0,138	0,160	0,057	0,146	0,822	0,002	0,036	0,136	0,114	0,108	0,162	0,161	0,158
Index_2_Measure_3	3,065	0,036	0,035	0,035	0,034	0,054	0,034	0,035	0,151	0,566	0,053	0,172	0,847	0,002	0,073	0,148	0,125	0,132	0,106	0,123	0,180
Index_2_Measure_4	3,008	0,028	0,026	0,026	0,025	0,052	0,033	0,026	0,064	0,149	0,015	0,135	0,778	0,002	0,033	0,072	0,074	0,078	0,071	0,098	0,096
Index_2_Measure_5	2,918	0,024	0,023	0,021	0,022	0,048	0,024	0,023	0,054	0,592	0,074	0,111	0,705	0,002	0,029	0,044	0,049	0,058	0,037	0,039	0,063
Index_3_Measure_0	0,290	0,041	0,041	0,040	0,041	0,006	0,006	0,040	0,196	0,192	0,103	0,181	0,061	0,002	0,501	0,222	0,205	0,204	0,188	0,240	0,227
Index_3_Measure_1	0,190	0,013	0,014	0,013	0,013	0,004	0,004	0,013	0,090	0,086	0,055	0,062	0,041	0,002	0,057	0,062	0,062	0,057	0,094	0,077	0,093
Index_3_Measure_2	0,235	0,024	0,023	0,023	0,023	0,004	0,005	0,023	0,099	0,097	0,183	0,097	0,035	0,002	0,079	0,090	0,090	0,103	0,127	0,098	0,090
Index_3_Measure_3	0,165	0,020	0,020	0,019	0,020	0,005	0,004	0,020	0,091	0,335	0,073	0,090	0,036	0,002	0,082	0,083	0,091	0,097	0,085	0,090	0,103
Index_3_Measure_4	0,217	0,014	0,014	0,015	0,015	0,004	0,003	0,014	0,034	0,111	0,074	0,061	0,042	0,007	0,070	0,077	0,061	0,061	0,087	0,084	0,090
Index_3_Measure_5	0,309	0,012	0,012	0,012	0,013	0,004	0,003	0,013	0,039	0,036	0,192	0,056	0,050	0,002	0,089	0,078	0,050	0,043	0,068	0,073	0,107
Index_3_Measure_6	0,207	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,007	0,010	0,042	0,037	0,034	0,038	0,079	0,002	0,035	0,040	0,022	0,022	0,044	0,051	0,058
Index_4_Measure_0	0,254	0,017	0,018	0,049	0,017	0,005	0,004	0,049	0,061	0,064	0,075	0,072	0,038	0,001	0,129	0,069	0,047	0,071	0,079	0,068	0,124
Index_4_Measure_1	0,223	0,061	0,061	0,056	0,061	0,015	0,011	0,061	0,293	0,301	0,160	0,264	0,108	0,001	0,098	0,263	0,257	0,257	0,245	0,263	0,243
Index_4_Measure_2	0,398	0,036	0,037	0,036	0,037	0,004	0,004	0,036	0,152	0,155	0,133	0,158	0,032	0,002	0,110	0,173	0,147	0,152	0,187	0,159	0,188
Index_4_Measure_3	0,343	0,024	0,025	0,025	0,025	0,006	0,005	0,025	0,152	0,111	0,106	0,099	0,037	0,002	0,073	0,087	0,102	0,108	0,100	0,089	0,078
Index_4_Measure_4	0,365	0,008	0,008	0,006	0,007	0,010	0,008	0,007	0,065	0,137	0,070	0,033	0,101	0,002	0,097	0,029	0,026	0,026	0,051	0,042	0,051
Index_4_Measure_5	0,253	0,012	0,012	0,013	0,012	0,005	0,004	0,012	0,056	0,248	0,033	0,052	0,039	0,002	0,091	0,045	0,056	0,071	0,058	0,063	0,100

MABE

Index_4_Measure_6	0,209	0,012	0,011	0,012	0,011	0,004	0,004	0,012	0,077	0,084	0,146	0,049	0,031	0,002	0,077	0,041	0,040	0,054	0,057	0,039	0,071
Index_5_Measure_0	2,673	0,029	0,029	0,119	0,028	0,026	0,119	0,283	0,267	0,044	0,133	1,095	0,002	0,264	0,110	0,107	0,109	0,144	0,129	0,129	0,129
Index_5_Measure_1	2,799	0,032	0,032	0,031	0,031	0,025	0,032	0,222	0,228	0,073	0,149	1,071	0,001	0,279	0,117	0,111	0,116	0,100	0,105	0,105	0,122
Index_5_Measure_2	2,720	0,021	0,021	0,021	0,021	0,020	0,021	0,170	0,465	0,086	0,104	0,899	0,002	0,272	0,108	0,090	0,091	0,093	0,090	0,090	0,089
Index_5_Measure_3	2,713	0,037	0,038	0,043	0,038	0,022	0,038	0,177	0,564	0,089	0,185	0,914	0,002	0,209	0,191	0,209	0,212	0,152	0,172	0,172	0,208
Index_5_Measure_4	2,844	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,231	0,527	0,050	0,102	0,987	0,002	0,058	0,061	0,047	0,046	0,065	0,054	0,054	0,040
Index_5_Measure_5	2,921	0,026	0,025	0,024	0,024	0,023	0,026	0,238	0,517	0,057	0,121	1,076	0,002	0,097	0,099	0,078	0,064	0,104	0,094	0,094	0,053
Index_5_Measure_6	3,048	0,033	0,032	0,027	0,031	0,035	0,029	0,313	0,266	0,098	0,155	1,331	0,002	0,169	0,071	0,056	0,071	0,035	0,049	0,049	0,058
Index_6_Measure_0	0,253	0,005	0,006	0,064	0,006	0,003	0,002	0,064	0,293	0,258	0,061	0,025	0,033	0,002	0,050	0,033	0,026	0,037	0,044	0,050	0,050
Index_6_Measure_1	0,210	0,038	0,038	0,040	0,039	0,004	0,003	0,040	0,212	0,207	0,099	0,183	0,054	0,002	0,070	0,187	0,196	0,202	0,207	0,207	0,204
Index_6_Measure_2	0,278	0,017	0,017	0,016	0,017	0,004	0,003	0,017	0,208	0,098	0,271	0,076	0,060	0,002	0,053	0,067	0,075	0,071	0,078	0,071	0,067
Index_6_Measure_3	0,375	0,012	0,013	0,013	0,013	0,003	0,003	0,014	0,058	0,224	0,041	0,059	0,052	0,003	0,033	0,064	0,070	0,080	0,081	0,090	0,080
Index_6_Measure_4	0,223	0,017	0,016	0,016	0,016	0,003	0,003	0,017	0,077	0,469	0,029	0,072	0,053	0,002	0,024	0,073	0,076	0,079	0,089	0,081	0,072
Index_6_Measure_5	0,183	0,029	0,030	0,029	0,029	0,005	0,005	0,029	0,177	0,388	0,093	0,126	0,093	0,002	0,076	0,106	0,138	0,159	0,120	0,154	0,138
Index_6_Measure_6	0,305	0,013	0,012	0,010	0,011	0,006	0,004	0,011	0,099	0,088	0,039	0,058	0,145	0,002	0,066	0,043	0,038	0,058	0,070	0,072	0,068
Index_7_Measure_0	2,219	0,043	0,044	0,525	0,043	0,029	0,011	0,528	0,601	0,409	0,050	0,221	0,703	0,002	0,157	0,186	0,193	0,204	0,178	0,191	0,296
Index_7_Measure_1	1,926	0,056	0,050	0,060	0,044	0,028	0,015	0,057	0,718	12,894	0,224	0,287	0,997	0,002	0,222	0,134	0,122	0,137	0,120	0,101	0,120
Index_7_Measure_2	1,482	0,035	0,031	0,029	0,030	0,029	0,008	0,031	0,633	1,519	0,062	0,139	0,788	0,002	0,071	0,089	0,099	0,103	0,088	0,093	0,094
Index_7_Measure_3	1,233	0,015	0,013	0,013	0,013	0,022	0,003	0,014	0,590	2,612	0,018	0,095	0,538	0,002	0,069	0,042	0,040	0,036	0,051	0,046	0,069
Index_7_Measure_4	0,609	0,010	0,009	0,009	0,010	0,011	0,001	0,010	0,358	1,874	0,018	0,100	0,270	0,002	0,146	0,043	0,042	0,030	0,073	0,062	0,070
Index_7_Measure_5	2,257	0,030	0,024	0,027	0,023	0,038	0,013	0,027	0,807	0,401	0,158	0,146	0,867	0,002	0,151	0,044	0,058	0,062	0,080	0,052	0,063
Index_7_Measure_6	1,986	0,075	0,062	0,120	0,051	0,031	0,008	0,104	0,846	8,977	0,900	0,363	0,715	0,002	0,340	0,144	0,130	0,156	0,115	0,106	0,091
Index_7_Measure_7	2,151	0,031	0,030	0,019	0,028	0,031	0,003	0,019	0,613	0,489	0,069	0,168	0,752	0,002	0,075	0,052	0,061	0,084	0,044	0,035	0,044
Index_8_Measure_0	1,894	0,038	0,038	0,032	0,036	0,004	0,004	0,033	0,318	0,261	0,041	0,179	0,071	0,002	0,767	0,183	0,175	0,241	0,194	0,185	0,257
Index_8_Measure_1	0,494	0,045	0,042	0,042	0,041	0,007	0,007	0,044	0,284	0,186	0,202	0,199	0,067	0,002	0,273	0,230	0,219	0,212	0,153	0,186	0,256
Index_8_Measure_2	0,640	0,032	0,030	0,030	0,029	0,006	0,006	0,031	0,256	0,423	0,034	0,141	0,071	0,002	0,054	0,106	0,131	0,138	0,100	0,126	0,174
Index_8_Measure_3	0,653	0,030	0,031	0,031	0,032	0,003	0,003	0,031	0,421	1,272	0,109	0,157	0,051	0,002	0,038	0,169	0,153	0,151	0,171	0,187	0,209
Index_8_Measure_4	0,589	0,020	0,016	0,016	0,014	0,006	0,005	0,679	0,294	0,168	0,158	0,092	0,130	0,002	0,045	0,076	0,065	0,065	0,091	0,082	0,117
Index_8_Measure_5	1,382	0,016	0,015	0,046	0,014	0,005	0,003	0,047	0,305	0,186	0,266	0,084	0,059	0,002	0,037	0,058	0,065	0,054	0,101	0,086	0,043
Index_9_Measure_0	0,555	0,031	0,038	0,271	0,032	0,004	0,003	0,273	0,115	0,106	0,043	0,133	0,048	0,002	0,031	0,148	0,145	0,152	0,160	0,183	0,268
Index_9_Measure_1	0,564	0,039	0,041	0,042	0,041	0,004	0,004	0,040	0,134	0,307	0,072	0,179	0,055	0,002	0,052	0,184	0,180	0,216	0,184	0,197	0,375

## MABE

Index_9_Measure_2	0,968	0,057	0,063	0,060	0,062	0,007	0,008	0,060	0,270	0,217	0,276	0,254	0,122	0,002	0,062	0,238	0,197	0,253	0,286	0,334	0,426
Index_9_Measure_3	1,151	0,009	0,008	0,010	0,008	0,003	0,003	0,010	0,087	0,189	0,051	0,034	0,039	0,002	0,037	0,035	0,033	0,040	0,070	0,061	0,071
Index_9_Measure_4	0,845	0,023	0,024	0,024	0,024	0,004	0,004	0,024	0,180	0,519	0,102	0,104	0,049	0,002	0,031	0,111	0,067	0,092	0,068	0,093	0,219
Index_9_Measure_5	0,853	0,007	0,006	0,006	0,007	0,004	0,004	0,007	0,117	0,367	0,072	0,033	0,048	0,002	0,029	0,034	0,041	0,030	0,064	0,068	0,039
Index_9_Measure_6	0,673	0,008	0,008	0,014	0,007	0,003	0,002	0,014	0,038	0,030	0,086	0,030	0,027	0,002	0,089	0,049	0,028	0,038	0,050	0,049	0,044
Index_10_Measure_0	1,135	0,037	0,039	0,091	0,038	0,004	0,004	0,091	0,127	0,123	0,068	0,148	0,042	0,002	0,078	0,846	0,910	0,941	0,363	0,415	0,548
Index_10_Measure_1	0,647	0,038	0,047	0,039	0,040	0,004	0,004	0,040	0,220	0,290	0,025	0,168	0,055	0,001	0,081	0,173	0,153	0,181	0,222	0,249	0,336
Index_10_Measure_2	0,964	0,023	0,025	0,024	0,024	0,006	0,005	0,024	0,108	0,305	0,275	0,096	0,067	0,002	0,086	0,007	0,010	0,005	0,013	0,013	0,005
Index_10_Measure_3	2,555	0,053	0,056	0,055	0,056	0,013	0,012	0,055	0,206	0,848	0,278	0,241	0,128	0,002	0,106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_10_Measure_4	5,110	0,032	0,035	0,039	0,037	0,005	0,004	0,038	0,157	0,816	0,278	0,155	0,067	0,002	0,078	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_10_Measure_5	3,460	0,013	0,013	0,012	0,012	0,010	0,009	0,012	0,057	0,051	0,085	0,045	0,037	0,002	0,058	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
Index_11_Measure_0	0,515	0,022	0,022	0,185	0,021	0,003	0,003	0,184	0,228	0,142	0,039	0,093	0,044	0,002	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_1	0,614	0,028	0,026	0,027	0,026	0,004	0,003	0,027	0,219	0,075	0,089	0,107	0,089	0,002	0,412	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_2	0,622	0,044	0,045	0,045	0,045	0,005	0,003	0,044	0,276	0,772	0,080	0,194	0,089	0,002	0,297	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_3	0,733	0,040	0,039	0,040	0,039	0,006	0,005	0,040	0,303	1,060	0,101	0,185	0,084	0,002	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_4	0,641	0,016	0,017	0,017	0,017	0,003	0,003	0,017	0,257	1,092	0,027	0,088	0,049	0,002	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_5	0,618	0,020	0,019	0,019	0,020	0,003	0,002	0,020	0,216	0,886	0,040	0,095	0,046	0,002	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_11_Measure_6	0,774	0,017	0,017	0,008	0,015	0,004	0,001	0,007	0,245	0,133	0,064	0,067	0,045	0,002	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Index_12_Measure_0	0,719	0,031	0,029	1,457	0,028	0,008	0,007	1,451	0,303	0,195	0,096	0,115	0,146	0,002	0,111	0,100	0,107	0,142	0,112	0,134	0,207
Index_12_Measure_1	0,715	0,039	0,034	0,040	0,031	0,006	0,006	0,037	0,333	0,156	0,026	0,135	0,105	0,002	0,507	0,125	0,091	0,119	0,138	0,146	0,183
Index_12_Measure_2	0,727	0,013	0,014	0,012	0,013	0,005	0,004	0,012	0,273	1,017	0,039	0,083	0,115	0,002	0,039	0,093	0,072	0,087	0,080	0,103	0,124
Index_12_Measure_3	0,862	0,028	0,030	0,029	0,031	0,006	0,005	0,029	0,275	0,816	0,110	0,122	0,123	0,003	0,048	0,103	0,103	0,133	0,149	0,167	0,205
Index_12_Measure_4	0,972	0,028	0,027	0,026	0,026	0,009	0,007	0,026	0,160	0,100	0,055	0,098	0,192	0,002	0,190	0,096	0,081	0,085	0,081	0,062	0,068
Index_12_Measure_5	0,990	0,016	0,012	0,009	0,010	0,006	0,002	0,014	0,382	0,328	0,066	0,048	0,107	0,002	0,063	0,047	0,036	0,039	0,065	0,060	0,070
Index_13_Measure_0	1,757	0,047	0,047	1,224	0,046	0,011	0,010	1,217	0,112	0,106	0,073	0,169	0,130	0,003	0,092	0,160	0,189	0,195	0,206	0,219	0,199
Index_13_Measure_1	0,810	0,037	0,037	0,038	0,034	0,006	0,006	0,038	0,147	0,157	0,034	0,126	0,060	0,004	0,634	0,179	0,174	0,202	0,204	0,213	0,197
Index_13_Measure_2	0,932	0,042	0,044	0,043	0,046	0,005	0,003	0,044	0,134	0,391	0,234	0,164	0,062	0,002	0,107	0,200	0,199	0,241	0,191	0,261	0,337
Index_13_Measure_3	0,826	0,038	0,040	0,039	0,045	0,005	0,004	0,039	0,118	0,255	0,050	0,156	0,057	0,002	0,115	0,200	0,182	0,173	0,224	0,224	0,186
Index_13_Measure_4	1,135	0,018	0,017	0,017	0,017	0,008	0,005	0,017	0,074	0,067	0,104	0,065	0,107	0,002	0,111	0,083	0,080	0,085	0,126	0,105	0,089
Index_14_Measure_0	0,776	0,039	0,038	1,025	0,037	0,009	0,007	1,026	0,448	0,402	0,044	0,214	0,162	0,002	0,097	0,115	0,156	0,200	0,107	0,101	0,163
Index_14_Measure_1	0,447	0,016	0,016	0,020	0,016	0,003	0,002	0,016	0,114	0,067	0,009	0,079	0,084	0,002	0,100	0,121	0,068	0,098	0,109	0,121	0,158

MABE

Index_14_Measure_2	0,363	0,046	0,045	0,049	0,047	0,006	0,004	0,046	0,315	1,852	0,073	0,238	0,088	0,002	0,118	0,199	0,215	0,245	0,206	0,234	0,309
Index_14_Measure_3	0,285	0,027	0,028	0,027	0,028	0,004	0,004	0,028	0,159	1,358	0,075	0,139	0,041	0,002	0,079	0,133	0,146	0,161	0,137	0,152	0,189
Index_14_Measure_4	0,808	0,021	0,021	0,019	0,021	0,004	0,002	0,020	0,182	0,101	0,077	0,128	0,102	0,002	0,066	0,128	0,115	0,142	0,123	0,155	0,253
Index_14_Measure_5	0,273	0,037	0,037	0,377	0,037	0,004	0,003	0,381	0,206	0,181	0,130	0,217	0,090	0,002	0,068	0,194	0,185	0,211	0,183	0,204	0,299
Index_15_Measure_0	3,386	0,050	0,047	0,152	0,044	0,042	0,008	0,147	0,920	0,830	0,056	0,522	1,185	0,002	0,074	0,117	0,113	0,137	0,113	0,099	0,107
Index_15_Measure_1	0,351	0,025	0,025	0,025	0,025	0,004	0,005	0,025	0,252	0,357	0,078	0,135	0,068	0,002	0,092	0,152	0,145	0,149	0,166	0,153	0,129
Index_15_Measure_2	0,837	0,021	0,021	0,020	0,021	0,006	0,004	0,020	0,359	2,809	0,097	0,143	0,069	0,002	0,073	0,098	0,114	0,148	0,116	0,137	0,227
Index_15_Measure_3	5,786	0,042	0,040	0,040	0,040	0,010	0,007	0,040	0,481	0,217	0,221	0,216	0,291	0,002	0,193	0,226	0,205	0,204	0,234	0,242	0,327
Index_15_Measure_4	0,398	0,019	0,018	0,016	0,018	0,004	0,004	0,017	0,303	0,316	0,064	0,099	0,072	0,002	0,153	0,099	0,114	0,105	0,124	0,132	0,142
Index_16_Measure_0	1,465	0,068	0,068	0,061	0,065	0,048	0,045	0,061	0,846	0,861	0,033	0,418	0,831	0,003	0,054	0,326	0,342	0,407	0,300	0,339	0,454
Index_16_Measure_1	1,142	0,032	0,026	0,029	0,024	0,027	0,025	0,029	0,417	0,709	0,021	0,098	0,430	0,002	0,167	0,077	0,076	0,076	0,065	0,050	0,081
Index_16_Measure_2	0,303	0,023	0,024	0,023	0,024	0,008	0,007	0,023	0,125	1,085	0,051	0,138	0,100	0,002	0,072	0,125	0,140	0,164	0,130	0,173	0,229
Index_16_Measure_3	0,183	0,028	0,028	0,017	0,026	0,007	0,006	0,018	0,120	0,155	0,095	0,239	0,087	0,002	0,135	0,150	0,159	0,187	0,210	0,224	0,237
Index_17_Measure_0	3,829	0,015	0,015	1,199	0,015	0,003	0,003	1,191	0,634	0,592	0,161	0,067	0,062	0,002	0,088	0,072	0,070	0,092	0,081	0,091	0,099
Index_17_Measure_1	0,979	0,025	0,026	0,026	0,026	0,004	0,003	0,026	0,252	0,220	0,021	0,114	0,070	0,002	0,078	0,135	0,123	0,139	0,146	0,166	0,216
Index_17_Measure_2	0,396	0,048	0,051	0,049	0,051	0,004	0,004	0,049	0,190	0,646	0,237	0,221	0,073	0,002	0,070	0,268	0,257	0,281	0,297	0,342	0,364
Index_17_Measure_3	0,392	0,051	0,054	0,052	0,054	0,004	0,004	0,052	0,225	1,079	0,091	0,232	0,060	0,002	0,069	0,263	0,252	0,315	0,257	0,305	0,414
Index_17_Measure_4	0,369	0,015	0,016	0,015	0,016	0,003	0,003	0,015	0,065	0,656	0,092	0,069	0,046	0,002	0,157	0,101	0,069	0,076	0,082	0,082	0,102
Index_17_Measure_5	0,226	0,012	0,012	0,012	0,012	0,003	0,003	0,013	0,042	0,034	0,068	0,046	0,030	0,003	0,101	0,078	0,056	0,056	0,081	0,091	0,091
Index_18_Measure_0	8,432	0,010	0,010	0,008	0,009	0,006	0,005	0,009	0,172	0,156	0,028	0,046	0,098	0,005	0,045	0,042	0,050	0,059	0,085	0,076	0,109
Index_18_Measure_1	12,773	0,065	0,066	0,066	0,067	0,007	0,021	0,067	0,287	0,300	0,120	0,331	0,090	0,003	0,070	0,306	0,292	0,330	0,273	0,320	0,430
Index_18_Measure_2	11,941	0,033	0,036	0,033	0,038	0,005	0,005	0,034	0,194	1,353	0,160	0,202	0,088	0,002	0,052	0,213	0,197	0,219	0,213	0,267	0,322
Index_18_Measure_3	12,221	0,013	0,014	0,013	0,014	0,004	0,004	0,013	0,155	1,102	0,028	0,071	0,067	0,002	0,034	0,073	0,075	0,093	0,089	0,096	0,154
Index_18_Measure_4	9,202	0,028	0,028	0,028	0,029	0,005	0,005	0,028	0,149	1,319	0,146	0,144	0,068	0,002	0,072	0,146	0,151	0,158	0,148	0,153	0,184
Index_18_Measure_5	4,912	0,033	0,033	0,033	0,033	0,005	0,003	0,032	0,202	0,168	0,035	0,175	0,084	0,002	0,047	0,176	0,157	0,178	0,156	0,181	0,212
Index_19_Measure_0	0,390	0,040	0,041	0,046	0,042	0,004	0,004	0,045	0,249	0,253	0,028	0,177	0,050	0,002	0,195	0,205	0,194	0,191	0,236	0,216	0,213
Index_19_Measure_1	0,454	0,035	0,036	0,036	0,035	0,006	0,006	0,036	0,080	0,214	0,025	0,150	0,059	0,002	0,109	0,157	0,142	0,166	0,160	0,183	0,233
Index_19_Measure_2	0,431	0,019	0,025	0,019	0,020	0,005	0,005	0,019	0,048	0,262	0,200	0,081	0,055	0,002	0,114	0,084	0,070	0,082	0,077	0,067	0,097
Index_19_Measure_3	0,721	0,007	0,009	0,008	0,008	0,002	0,002	0,009	0,028	0,327	0,212	0,038	0,026	0,002	0,096	0,042	0,052	0,054	0,081	0,071	0,066
Index_19_Measure_4	0,499	0,014	0,015	0,011	0,014	0,006	0,006	0,012	0,108	0,106	0,128	0,057	0,065	0,002	0,117	0,056	0,047	0,047	0,054	0,043	0,091

MABE

Index_20_Measure_0	1,617	0,012	0,010	0,009	0,008	0,013	0,012	0,009	0,097	0,077	0,055	0,043	0,275	0,002	0,056	0,032	0,026	0,025	0,058	0,058	0,046
Index_20_Measure_1	1,216	0,016	0,013	0,014	0,010	0,008	0,008	0,014	0,103	0,114	0,046	0,061	0,168	0,002	0,038	0,056	0,045	0,044	0,056	0,083	0,056
Index_20_Measure_2	0,992	0,010	0,009	0,008	0,009	0,006	0,007	0,008	0,089	0,542	0,170	0,055	0,155	0,002	0,060	0,039	0,039	0,036	0,062	0,077	0,051
Index_20_Measure_3	1,001	0,018	0,018	0,018	0,018	0,007	0,007	0,017	0,099	0,526	0,071	0,082	0,157	0,002	0,083	0,086	0,064	0,068	0,069	0,079	0,099
Index_20_Measure_4	1,650	0,013	0,011	0,024	0,009	0,013	0,012	0,024	0,105	0,068	0,117	0,048	0,283	0,002	0,046	0,053	0,025	0,038	0,036	0,045	0,068
Index_21_Measure_0	1,345	0,015	0,014	0,013	0,012	0,007	0,006	0,013	0,159	0,175	0,054	0,064	0,096	0,002	0,032	0,049	0,055	0,064	0,067	0,059	0,047
Index_21_Measure_1	0,876	0,043	0,044	0,044	0,045	0,005	0,005	0,045	0,277	0,216	0,076	0,209	0,097	0,002	0,044	0,233	0,220	0,243	0,217	0,241	0,229
Index_21_Measure_2	0,833	0,019	0,019	0,019	0,020	0,006	0,006	0,019	0,121	0,638	0,128	0,096	0,101	0,003	0,082	0,091	0,094	0,103	0,102	0,093	0,100
Index_21_Measure_3	0,899	0,014	0,014	0,013	0,014	0,008	0,007	0,013	0,285	1,285	0,030	0,081	0,180	0,002	0,050	0,060	0,077	0,082	0,082	0,086	0,083
Index_21_Measure_4	0,940	0,016	0,014	0,015	0,015	0,013	0,011	0,016	0,205	0,124	0,752	0,077	0,229	0,002	0,041	0,103	0,112	0,130	0,142	0,157	0,185
Index_21_Measure_5	0,963	0,023	0,023	0,020	0,028	0,007	0,007	0,022	0,184	0,139	0,104	0,110	0,111	0,002	0,070	0,106	0,115	0,131	0,120	0,120	0,156

### 5.3.6 ANEXO 6.ARTÍCULO CIENTÍFICO.



# MEJORA DEL COEFICIENTE DE CONVECCIÓN EN CONDENSADORES DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS MEDIANTE EL SUBENRIAMIENTO DEL GAS DE ENTRADA POR REINYECCIÓN DE LÍQUIDO.

Antonio Sebastián Rodríguez, Javier García

**Resumen—:** El trabajo de investigación se en el centro estudio del coeficiente de convección del condensador de instalaciones frigoríficas. Se redujo el sobrecalentamiento del gas de entrada al condensador mediante la reinyección de líquido, para lo cual se realizó un análisis mediante un modelo matemático y uno experimental con toma de datos de la bancada de refrigeración del laboratorio de energías de la Carrera de Ingeniería Mecánica. Se realizó un modelo matemático para predecir el funcionamiento del sistema frigorífico, y determinar si existe una mejora en el coeficiente de convección del condensador al reinyectar líquido a la entrada del mismo. Estos datos fueron comparados con los datos experimentales La bancada de refrigeración fue repotenciada y adecuada para la toma de datos, mediante sensores de presión, temperatura y caudalímetros ubicados en puntos fundamentales en el circuito de refrigeración. Se obtuvo una base de datos para analizarlos y comparar los resultados con el modelo matemático predictivo.

**Palabras clave—:** Coeficiente de convección, condensador, sobrecalentamiento, reinyección, modelo matemático .

**Abstract—:** The research work focuses on the study of the convection coefficient of the condenser in a refrigeration cycle. The superheating of the incoming gas to the condenser was reduced by the reinjection of liquid. An analysis was carried out by means of a mathematical model and an experimental one with data from the cooling testing bench of the energy laboratory of the Mechanical Engineering Career. A mathematical model was used to predict the operation of the refrigeration system, to determine if there is an improvement in the convection coefficient of the condenser when liquid is injected at the inlet of the condenser. These data were compared with the experimental data. The cooling bench was re-powered and equipped for data collection, using pressure sensors, temperature and flow meters located at fundamental points in the cooling circuit. A database was obtained to analyze and compare the results with the predictive mathematical model.

**Index Terms—**Convection coefficient, condenser, overheating, reinjection, mathematical model.

## I. INTRODUCCIÓN

EL presente trabajo experimental estudia el comportamiento del coeficiente de convección del condensador, con un procedimiento predictivo para calcular el coeficiente de transferencia de calor durante la condensación en tubos lisos horizontales [1]. La condensación empieza en el momento que la entalpía alcanza entalpía de vapor saturado, lo que

conduce a la discontinuidad del cálculo del coeficiente de transferencia de calor en el sistema. Según el artículo de Jiange Xiao que estudia la discontinuidad mostrando la presencia de condensación en la región que desupercaleamiento (reducción del re calentamiento) cuando la temperatura de la pared del intercambiador disminuye por debajo de la temperatura de saturación en cualquier condición operativa [2].

Se utilizó un dispositivo venturi para la reinyección de líquido, además se utilizó una bomba de membranas, controlado por un variador como sistema auxiliar de reinyección. Se varió la temperatura de ingreso al condensador reduciendo el recalentamiento y así poder observar el comportamiento del condensador.

## II. METODOLOGÍA

En el presente trabajo experimental para el análisis, recolección y comparación de los datos del modelo matemático con los datos experimentales obtenidos de la banca de refrigeración, se realizará los siguientes pasos:

- Descripción y desarrollo del modelo matemático: En esta sección se realizará una la descripción de las funciones y de la ecuaciones del modelo matemático que predecirá el comportamiento del condensador al reducir el recalentamiento del gas a la entrada del mismo.
- Construcción de la banca de refrigeración: Se realizará un sistema de refrigeración con la instrumentalización (sensores) adecuada para la toma de datos experimentales para su posterior análisis e interpretación.
- Adquisición de datos experimentales: La toma de datos se realizará variando los parámetros de funcionamiento del ciclo de refrigeración. Se realizaran mediciones generales que tomaran el nombre de index y cada index se varia la temperatura de ingreso al condensador, es decir cada index tiene un measure que reduce el recalentamiento de gas de entrada.
- Análisis de los datos experimentales: Con la base de datos se realizará gráficas para observar el comportamiento del coeficiente de convección.

Antonio Sebastián. Rodríguez Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, UTA, Ambato, Ecuador, e-mail: cbas\_rodriguez@hotmail.com.

Javier García Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, UTA, Ambato, Ecuador, e-mail: jav.garcia@uta.edu.ec.

III. DISEÑO DEL PROYECTO.

A. Descripción del banco experimental.

El banco experimental partió del proyecto de graduación elaborado por el ingeniero Oscar Chacón, el cual se modificó para realizar el presente trabajo de investigación.

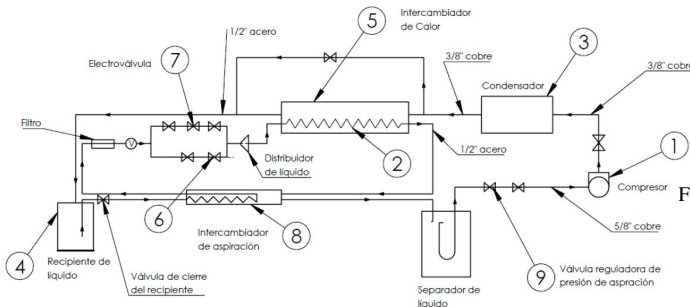


Fig. 1. Esquema original del sistema de refrigeración

Fuente: [3]

La instalación experimental es un banco de pruebas de un sistema de refrigeración, para lo cual se modificó el banco existente, para el cual se tomó en cuenta las recomendaciones emitidas por el ingeniero Chacón para optimizar el funcionamiento del mismo. Las modificaciones fueron las siguientes:

- Se instaló un recipiente de líquido de mayor volumen (9,1 litros), de tal manera se puede trabajar con la capacidad nominal del compresor.
- Se elevó la posición del distribuidor de tal manera que alimenta de líquido de forma uniforme a todos los tubos del intercambiador de calor.
- Se instrumentalizó toda la instalación con sensores de presión, temperatura y caudalímetros máxicos, para obtener datos precisos y conocer el estado del fluido en diferentes puntos de la instalación.
- Se cambió el fluido de la instalación frigorífica, de R404 a R134-a, motivo por el cual se instaló un compresor de auto York 210, que se adaptó a un motor con un variador de frecuencia para controlar de forma precisa la capacidad del motor.
- Se realizó dos sistemas de reinyección de líquido, mediante una bomba y con un dispositivo venturi.
- Se instaló un evaporador adicional. (evaporador eléctrico)

El objetivo de diseño de la instalación nueva, es la fácil capacidad de regulación de una variedad de parámetros, como:

la potencia del compresor, el calor de evaporador y la cantidad de líquido que se reinyectará a la entrada del condensador.

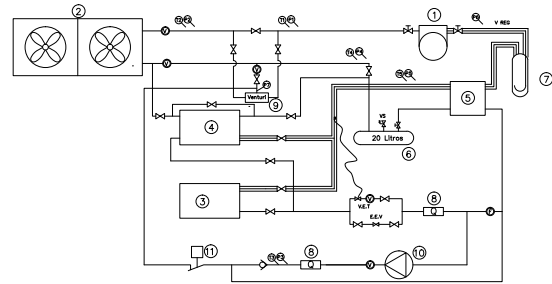


Fig. 2. Esquema actual del sistema de refrigeración

Fuente: [Autor]

TABLE I

ESQUEMA FINAL, DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA BANCA DE REFRIGERACIÓN.

Nº	Nombre	Referencia
1	Compresor	York 210
2	Condensador de aire	Tecumseh
3	Evaporador eléctrico	Fab. Propia
4	Evaporador/Intercambiador	Fab. Propia
5	Intercambiador de líquido	Fab. Propia
6	Recipiente de líquido	Fab. Propia
7	Separador de aspiración	Fab. Propia
8	Caudalímetro Coriolis	
9	Dispositivo Venturi	Fab. Propia
10	Bomba de membranas	
11	Presostato	

Fuente: [Autor]

Los sensores de presión 1,2,3,4 y 7 son de [0-35 bar], y los sensores 5 y 6 de [0-35 bar]. Mientras que las sonda de temperatura son de [-50 a 100 °C].

B. Evaporador eléctrico.

Se realizó el diseño y construcción de un evaporador adicional. El evaporador eléctrico puede regular la cantidad de potencia que se suministrará, lo que permitirá conocer y observar el comportamiento del sistema frigorífico a diferentes condiciones. La idea del dispositivo es un serpentín de tubo recubierto por una niquelina (resistencia eléctrica), que será la encargada de aportar calor, mediante la regulación del amperaje que pase por la resistencia. El evaporador se diseñó a partir del compresor que estaba instalado en el banco.

$$Q_{evaporador} = \frac{60}{50} * 5,1kW \tag{1}$$

$$Q_{evaporador} = 6,12kW \tag{2}$$

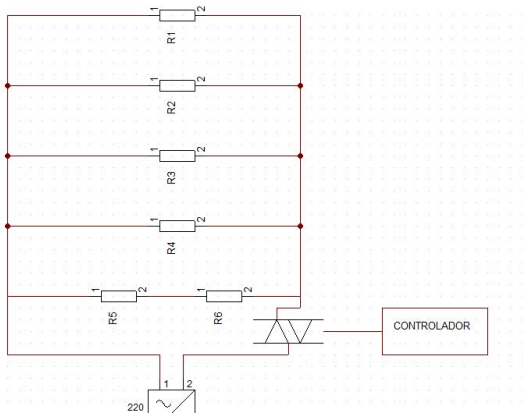


Fig. 3. Diagrama eléctrico del evaporador  
**Fuente:** [Autor]

Cada resistencia tiene  $26,2 \Omega$ , y con el diagrama de eléctrico se procede a calcular la resistencia equivalente de Thevening:

$$R_{Th} = \frac{1}{\frac{4}{26,2} + \frac{1}{2*26,2}} \quad (3)$$

$$R_{Th} = 5,82\Omega \quad (4)$$

Con la resistencia equivalente se calcula la potencia máxima real del evaporador eléctrico,

$$P = \frac{A^2}{R_{TH}} \quad (5)$$

$$P = \frac{220^2}{5,82} = 8,3kW \quad (6)$$

La potencia real máxima es de 8,3 kW, es decir por criterio de diseño y seguridad, se trabajó con un margen del 35% adicional, para poder controlar de manera óptima la potencia del evaporador eléctrico.

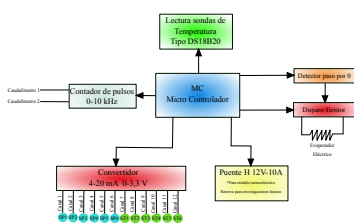


Fig. 4. Esquema microcontrolador

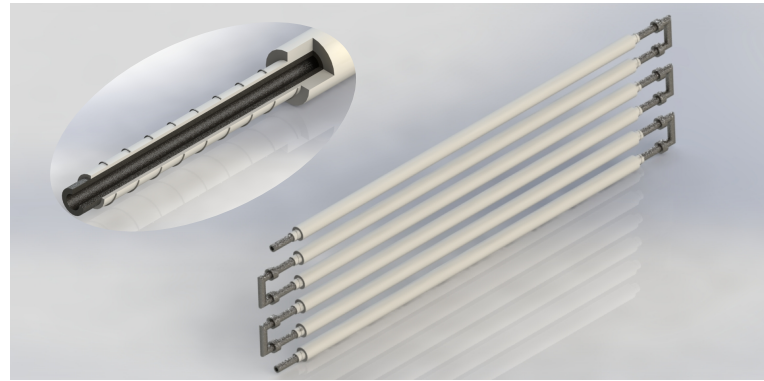


Fig. 5. Diseño del evaporador mediante software  
**Fuente:** [Autor]

**C. Modelo matemático.**

Para realizar el modelo matemático se parte del esquema de la figura 6, del cual se determinan las ecuaciones y las variables a calcular, para lo cual se utiliza modelos de transferencia de calor y modelo termodinámico.

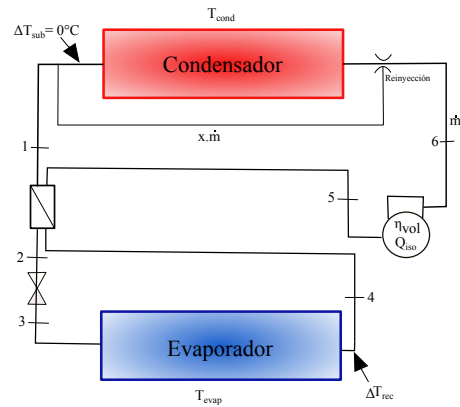


Fig. 6. Ciclo del sistema de refrigeración  
**Fuente:** [Autor]

El modelo matemático se basa en las siguientes funciones matemáticas:

- Función modelo del ciclo termodinámico

$$1 \quad (p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta p_{cond} rpm) - Q_{cond} = 0 \quad (7)$$

$$2 \quad (p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta T_{recal}) - Q_{evap} = 0 \quad (8)$$

- Función modelo de transferencia de calor en el condensador

$$3 (p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben} \Delta p_{cond} rpm T_{ambiente} x) - Q_{cond} = 0 \quad (9)$$

- Función modelo de pérdida de presión en el condensador

$$4 (p_{evap} p_{cond} \Delta T_{suben}) - \Delta p_{cond} = 0 \quad (10)$$

En las ecuaciones los términos en color rojo representan las incógnitas.

Resulta un sistema de 4 ecuaciones con 5 incógnitas, en el momento de la resolución se obtuvo infinitas soluciones, motivo por el cual se fijó la  $\Delta T$  de subenfriamiento.

Siendo la temperatura de subenfriamiento una variable, se la procede a fijar con un valor constante de  $0^\circ\text{C}$ , debido al siguiente fenómeno descrito en la figura 7 :

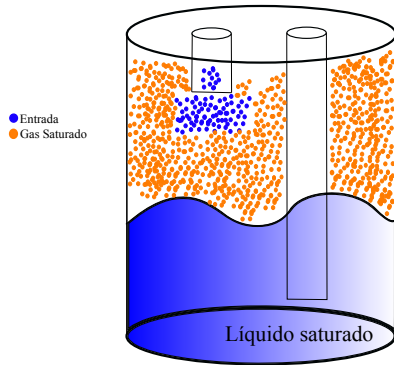


Fig. 7. Diagrama recipiente de líquido

**Fuente:** [Autor]

En las condiciones de trabajo de la banca de refrigeración, el tanque de líquido como se muestra en la figura 7, está lleno parcialmente del líquido y de gas. Se presentan 2 condiciones en el tanque que son las siguientes:

- En la entrada ingresa líquido subenfriado y al mezclarse con el gas sobrecalentado, disminuye la presión del tanque haciendo que se igualen las presiones de líquido y gas. Como resultado final se obtiene gas saturado y líquido saturado, por geometría y composición del tanque, la salida del mismo es de líquido saturado, razón por la cual el subenfriamiento es  $0^\circ\text{C}$ .
- En la entrada ingresa bifásico y al mezclarse con el gas sobrecalentado, aumenta la presión del tanque y por ende la temperatura haciendo que condense más, y que el líquido y el vapor estén en saturación. Entonces en la salida del tanque tenemos líquido saturado, razón por la cual el subenfriamiento es  $0^\circ\text{C}$ .

Se cualquiera de las dos situaciones, el subenfriamiento en la banca de refrigeración será  $0^\circ\text{C}$ .

Se procede a describir cada función:

Función 1 y 2, calor de condensador del ciclo

$$h_1 \rightarrow (p = p_{sat}, X=0) \quad (11)$$

$$h_1 = h_3 \quad (12)$$

$$\Delta T_{reca} = T_4 - T_{evap} \quad (13)$$

$$p_4 = p_{sat} \rightarrow (T_{evap}) \quad (14)$$

$$h_4, s_4 \rightarrow (T = T_4, p = p_4) \quad (15)$$

$$s_4 = s_6 \quad (16)$$

$$s_6, p_6 \rightarrow h_6 \quad (17)$$

$$\rho_5 \rightarrow (\Delta T_{reca} p_{evap}) \quad (18)$$

$$\dot{m} = \rho_5 \cdot Q_{vol} \cdot n_{vol} \quad (19)$$

$$p_1 = p_6 = p_{sat} \rightarrow (T_{cond}) \quad (20)$$

$$Q = Q_{vol} \cdot n_{vol} \cdot rpm \quad (21)$$

$$Q_{evap} = \dot{m} \cdot (h_4 - h_3) \quad (22)$$

$$W_{comp} = \dot{m} \cdot (h_6 - h_5) \quad (23)$$

$$h_{6iso} \rightarrow s_4, p_4 \quad (24)$$

$$h_6 = \frac{h_{6iso} - h_5}{n_{iso}} + h_5 \quad (25)$$

$$Q_{cond} = \dot{m} \cdot (h_6 - h_1) \quad (26)$$

$$Q_{evap} = \dot{m} \cdot (h_4 - h_3) \quad (27)$$

Función 3, calor de condensador por transferencia de calor.

Como se observa en la figura 8, podemos identificar que el condensador posee tres circuitos por donde el refrigerante pasa. Para para presente investigación se aisló en un solo segmento y a este se lo dividió en tramos para estudiar tramo a tramo la transferencia de calor lo largo del condensador como se muestra en la gráfica 9.

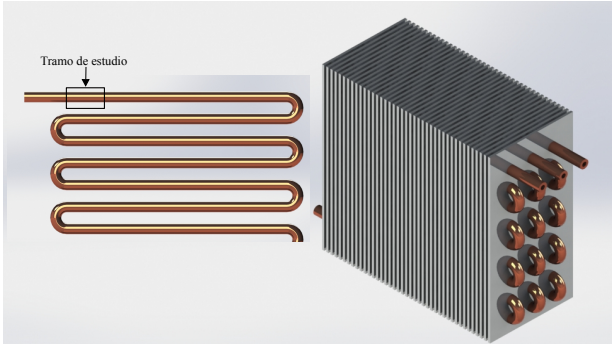


Fig. 8. Condensador

**Fuente:** [Autor]

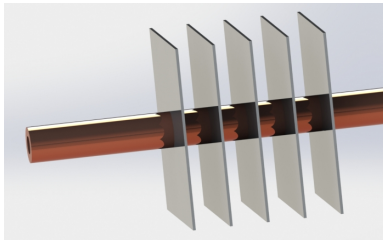


Fig. 9. Tramo de estudio del condensador

**Fuente:** [Autor]

Por transferencia de calor mediante conducción y convección el sistema presente 3 resistencias que son, Resistencia externa, Resistencia del tubo y la resistencia interna. Las mismas resistencias están definidas por las siguientes ecuaciones:

$$R_{ext} = \frac{1}{A_{tubo.ext} \cdot \alpha_{ext.equivalente}} \quad (28)$$

$$R_{Tubo} = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi kL} \quad (29)$$

$$R_{inte} = \frac{1}{A_{int} \cdot \alpha_{int}} \quad (30)$$

Donde el coeficiente de transferencia de calor por convección interno depende de lo siguiente:

$$\alpha_{int} \begin{cases} \alpha > \alpha_{vapor} & Dittus - Boelter \\ \alpha_{liquido} < \alpha < \alpha_{vapor} & Cavallini \\ \alpha < \alpha_{vapor} & Dittus - Boelter \end{cases} \quad (31)$$

Siendo la ecuación de Dittus Boelter la siguiente:

$$Nu = 0,023Re^{0,8}Pr^n \begin{cases} n = 0,4 & calentamiento \\ n = 0,3 & enfriamiento \end{cases} \quad (32)$$

Para el cálculo por Cavallini se siguen las siguientes ecuaciones:

$$J_G = \frac{X \cdot G}{[g \cdot D_{int} \cdot \rho_{gas} (\rho_{liq} - \rho_{gas})]^{0,5}} \quad (33)$$

$$J_G^T = \left\{ \left[ 7,5 / \left( 4,3X_{tt}^{1,111} + 1 \right) \right]^{-3} + C_T^{-3} \right\}^{-1/3} \quad (34)$$

$C_t = 1,6$  Hidrocarburos

$C_t = 2,6$  Otros refrigerantes

$$\begin{cases} J_G > J_G^T & \alpha_A = \alpha_{LO} \left[ 1 + 1,128X^{0,8170} \left( \frac{\rho_{liq}}{\rho_{gas}} \right)^{0,3685} \right] \\ & \left[ \left( \frac{\mu_{liq}}{\mu_{gas}} \right)^{0,2363} \left( 1 - \frac{\mu_{gss}}{\mu_{liq}} \right)^{2,144} Pr_{liq}^{-0,1} \right] \\ J_G \leq J_G^T & \alpha_D = \left[ \alpha_A \left( \frac{J_G^T}{J_G} \right)^{0,8} - \alpha_{STRAT} \right] \left( \frac{J_G}{J_G^T} \right) + \alpha_{STRAT} \end{cases} \quad (35)$$

$$\alpha_{LO} = \left[ 0,023Re_{LO}^{0,8} Pr_{liq}^{0,4} k_{liq}/D \right] \quad (36)$$

$$\alpha_{STRAT} = 0,725 \left\{ 1 + 0,741 \left[ (1-X)/X \right]^{0,3321} \right\}^{-1} + (1-X^{0,087}) \alpha_{LO} \quad (37)$$

Después de calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección interno, se calcula el calor.

$$A_{tubo.ext} \cdot h_{ext.equivalente} \approx A_{aletas.semifinita} \cdot h_{aletas} \quad (38)$$

$$Q = (R_{ext} + R_{tubo} + R_{ext}) \cdot (T_{ambiente} - T_{mediaR134a}) \quad (39)$$

Se estudio el condensador en tramos por lo cual la h quedaría de la siguiente manera:

$$h_{i+1} = h_i - \frac{Q}{\dot{m}} \quad (40)$$

Función 4, pérdida de carga del condensador

Para calcular las función 4 utilizamos las ecuaciones del ciclo térmico utilizadas en la función 1, además la ecuación siguientes:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} \quad (41)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log \left[ \left( \frac{\epsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} + \left( \frac{6,9}{Re} \right) \right] \quad (42)$$

Se calculó mediante software la pérdida de presión en cada tramo a lo largo del condensador, con la ecuación 43 y se obtuvo lo siguiente:

$$\Delta P_{C_n} = \frac{1}{2} (V^2) \left( \frac{f \cdot L}{D} \right) \quad (43)$$

$$\Delta P_{C_{total}} = \sum \Delta P_{C_1} + \Delta P_{C_2} + \dots + \Delta P_{C_{10}} \quad (44)$$

D. Resultados modelo matemático.

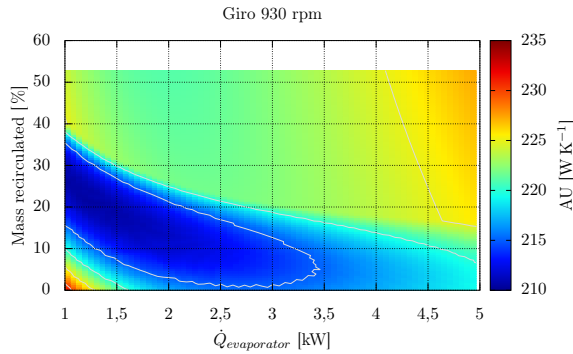


Fig. 10. Coeficiente A\*U, calculado por el modelo a 20 Hz (930 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada  
**Fuente:** [Autor]

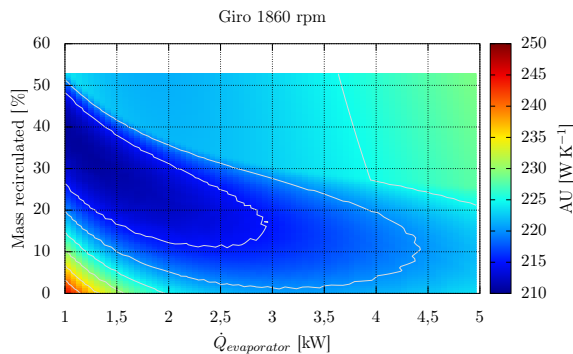


Fig. 11. Coeficiente A\*U, calculado por el modelo a 40 Hz (1860 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada  
**Fuente:** [Autor]

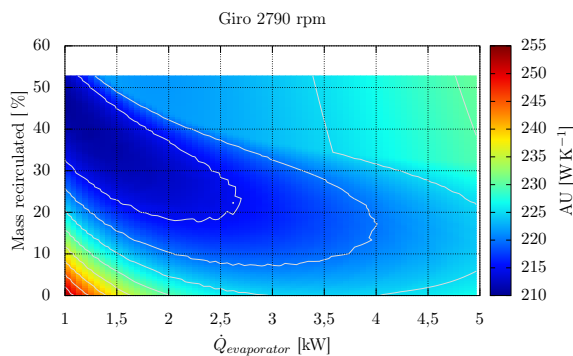


Fig. 12. Coeficiente A\*U, calculado por el modelo a 60 Hz (2790 rpm) para distintos calores de evaporador % de masa re circulada  
**Fuente:** [Autor]

E. Toma de datos experimentales.

En el trabajo se tomaron 12 casos como se muestra en el cuadroII, en los cuales se varió las revoluciones del compresor mediante el variador de velocidad y además la potencia de evaporador eléctrico.

TABLE II  
MATRIZ DE MEDICIONES

RPM Compresor	Potencia de evaporador			
20 Hz	20%	40%	60%	80%
40 Hz	20%	40%	60%	80%
60 Hz	20%	40%	60%	80%

**Fuente:**[Autor]

Para cada medición se siguió una serie de pasos para llevar de forma ordenada la toma de datos, a continuación se detalla el procedimiento.

- 1) Encender la electrónica del banco de refrigeración y conectarlo al ordenador.
- 2) Setear el variador de velocidad para que el compresor gire a las rpm, según sea el caso.
- 3) Setear la potencia de evaporador.
- 4) Arrancar el banco de pruebas.
- 5) Esperar 15 minutos hasta que el sistema se estabilice.
- 6) Cuando el sistema está estable, se procede a limpiar la pantalla, y a condiciones normales de trabajo se le deja trabajar 45 minutos.
- 7) Después de los 45 minutos, abrir la la válvula del dispositivo venturi para que empiece a inyectar líquido al sistema, y dejar 45 minutos.
- 8) Pasados los 45 minutos, controlamos la cantidad de inyección de líquido mediante la bomba y el variador. Cada intervalo de medidas debe ser de 45 minutos.

Al final de cada medición se obtienen los siguientes datos de la figura 13, los cuales serán analizados en el siguiente capítulo.

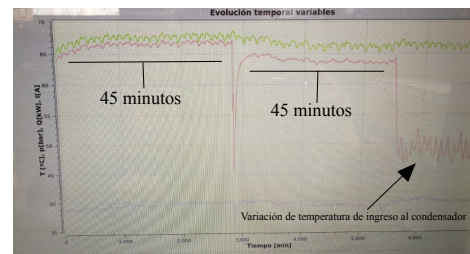


Fig. 13. Interfaz, software obtención de datos.

**Fuente:** [Autor]



### F. Resultados datos experimentales.

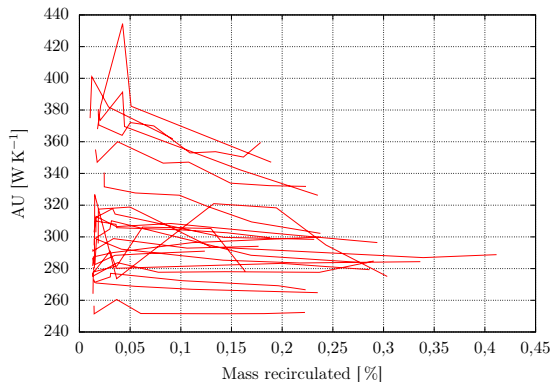


Fig. 14. Coeficiente A\*U, calculado experimentalmente (banca de refrigeración)

**Fuente:** [Autor]

### IV. CONCLUSIONES

- De la población establecida en el trabajo experimental, se puede observar en la tabla ??, la variación del AU frente al porcentaje de flujo másico, reinyectado. De los datos experimentales obtenidos el coeficiente global de transferencia de calor se reduce en un 2%, al reducir el recalentamiento en la entrada del condensador. Es importante mencionar que de la población total un 23% presenta una variación mayor al 4% (Index 13, 14 y 15), estos resultados se obtuvieron al trabar con una potencia elevada al 80% y potencia baja al 60% .
- Existe una mejora de coeficiente AU al trabajar con potencias de evaporador alta (al 80%). De las muestras totales el 15% (Index 13 y 19) aumenta el coeficiente global de transferencia de calor en un 2,8%.
- Al contrastar lo realizado por el modelo y lo obtenido experimentalmente, únicamente se pueden comparar tendencias, debido a que en el modelo matemático se utilizó un coeficiente de convección externo aproximado, es decir no se modeló el flujo entre dos placas planas, si no que se utilizó un coeficiente de convección medio de  $850 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ . (Teniendo en cuenta la eficiencia de la aleta).
- La tendencia del modelo matemático y los datos experimentales coinciden para bajas potencias de evaporado y presentan una pequeña diferencia para potencias altas. No obstante las variaciones encontradas son mínimas, del orden de magnitud del error cometido en el proceso de medida.
- Al analizar los resultados de los datos experimentales, el 61% de las muestras presentó un aumento de 5,7% del

coeficiente global de transferencia de calor, al re circular de un 3 a 6% de flujo másico, independientemente de las rpm del compresor y del calor de evaporador.

- En el modelo matemático, se obtuvo un comportamiento que dependía del calor de evaporador: para bajos calores de evaporador (1 a 2,5 kW) el coeficiente global de transferencia de calor disminuía al reducir el recalentamiento. Sin embargo para altos valores de calor de evaporador (4 a 5 kW) el modelo predice un comportamiento opuesto.

### REFERENCES

- [1] L. D. M. M. y. L. R. A. Cavallini, D. Del Col, "Condensation in horizontal smooth tubes: A new heat transfer model for heat exchanger design," *Heat Transfer Engineering*, vol. 27, no. 8, pp. 31–38, 2006.
- [2] R. A. y P. Hrnjak, "Condensation in two phase and desuperheating zone for r1234ze(e), r134a and r32 in horizontal smooth tubes," *Internacional journal of refrigeration*, vol. 50, pp. 172–183, 2015.
- [3] O. A. Chacón, "Diseño y construcción de una válvula de expansión controlada electrónicamente, para la regulación del recalentamiento a la salida del evaporador de una instalación frigorífica," Ph.D. dissertation, Universidad Técnica de Ambato, 2016. [Online]. Available: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/114>

### 5.3.7 ANEXO 7.URKUND.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** tesis.22.pdf (D40537967)  
**Submitted:** 7/9/2018 3:59:00 PM  
**Submitted By:** jav.garcia@uta.edu.ec  
**Significance:** 1 %

Sources included in the report:

OSCAR\_CHACON\_TESIS\_REV1.pdf (D22490077)

Instances where selected sources appear:

7