



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

**Simulación dinámica de una planta de  
intercambio de calor**

**Autor:**

**Redondo Santos, Carlos**

**Tutor:**

**De Prada Moraga, César  
Departamento de Ingeniería de  
Sistemas y Automática**

**Valladolid, febrero 2020.**



## **AGRADECIMIENTOS:**

A mi tutor Cesar de Prada por todo el tiempo dedicado, consejos, directrices, las cuales han sido fundamentales para la realización de mi trabajo final de grado.

A mi familia, mi hermana, a mis amigos y, en especial, a mi pareja por su comprensión y apoyo durante la realización del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Muchas gracias a todos.



## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE:

### Resumen:

Medir la temperatura de ciertos fluidos dentro de la industria, constituye uno de los más importantes y necesarios aspectos dentro de los procesos industriales en la gran mayoría de empresas.

La planta que hay en el Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Automática la cual vamos a tratar en la realización de este TFG está formado por diferentes partes y procesos: el sistema de intercambio de calor en dos depósitos cilíndricos a través de serpentines, el incremento de temperatura mediante resistencias del depósito calefactor compartimentado, las válvulas de control del caudal, la bomba de control de circulación del flujo de agua caliente, la instrumentación que conforma y controla la planta, el “Software Regula” con el que se regula la planta y las diferentes variables controlables.

El sistema de control de nuestra planta se llevará a cabo a través del programa “Regula”. Este Software podremos manipular y controlar las variables que provoquen cambios en la estación a lo largo del tiempo y tomar los datos que nos resulten necesarios para la realización del proyecto.

El objetivo principal de esta planta, junto con el sistema de control que tiene integrado, es el de controlar el principio básico de intercambio de calor mediante serpentines dentro de dos depósitos cilíndricos entre fluidos acuosos.

Para ello realizaremos primero un modelo matemático representativo de la planta y después otro modelo dinámico, con el Software EcosimPro, que nos ofrece la posibilidad de controlar todos estas variables, constantes y ecuaciones.

Posteriormente tendremos que realizar el ajuste y la validación del modelo dinámico, realizar una comparativa entre la experimentación y el diseño dinámico creado y conseguir una mayor aproximación a la realidad de la planta.

También realizaremos una serie de experimentos y ensayos con las que comprobaremos que todo está correcto.

### **Abstract:**

In the industrial processes, fluid temperature measurement is one of the most important and necessary aspects for many companies.

The end of degree Project focuses on the industrial plant located in the Systems and Automatic Engineering Laboratory. This plant is made up of different parts and processes: the heat Exchange system inside two cylindrical tanks through coils, the temperatura increase through compartmentalized heates tanks resistances, the control flow valvule, the hot wáter flow circulation control pump, the instrumentation which comprise and control the industrial plant and finally the “Software Regula” regulates the industrial plant and different controlable variables.

Our plant’s control system will be carried out through “Regula” program. This Software allow us to control and manipulate the variables which bring about changes in the station over time. Furthermore, “Regula” allow us to collect data we need to develop this project.

The main target of this industrial plant and its control system is based on leading basic law of heat exchange through coils which are located inside two cylindrical tanks among aqueous fluids.

To reach this goal, first, we will creat a mathematical model to depict the plant and then, we will creat a dynamic model using “Software EcosimPro”. The dynamic model allows us to control all these variables, constants and equations.

Afterwards, we must validate and fit the dynamic model and compare between the experiment and the dynamic design created. Finally, we must achieve further approximation of reality plant. We will also perform experiments and tests to check whether everything is correct.

**Palabras Clave:**

Las palabras clave que representan de mejor forma el desarrollo de este TFG son: SIMULACIÓN DINÁMICA PLANTA INTERCAMBIO DE CALOR.

**Key Words:**

The key words that best represent the development of this TFG are: DYNAMIC SIMULATION HEAT EXCHANGE PLANT.





## ÍNDICE GENERAL:

AGRADECIMIENTOS: .....	3
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE:.....	5
Resumen:.....	5
Abstract:.....	6
Palabras Clave:.....	7
Key Words:.....	7
ÍNDICE GENERAL:.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS: .....	13
INDICE DE TABLAS: .....	17
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS:.....	19
Introducción:.....	19
Objetivos: .....	20
DESARROLLO DEL TFG: .....	23
CAPITULO 1: PLANTA EXPERIMENTAL Y SISTEMA DE CONTROL: .....	23
CAPITULO 2: INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL SOFTWARE REGULA.....	25
Manejo de Regula: .....	25
Estructura de un regulador:.....	36
Tratamiento de referencia:.....	37
Tratamiento de la señal de error: .....	38
Tratamiento de alarmas: .....	39
Tipos de ajustes: .....	40
Tipos de regulador: .....	42
Reguladores adaptativos:.....	43
Tipos de válvula:.....	44
Ejecución: .....	45
Pantalla de configuración:.....	48
Pantalla de Alarmas:.....	51
Pantalla de Texto:.....	52
Pantalla Graficas Lazo: .....	53
Pantalla Gráficas Múltiples: .....	55

Pantalla Históricos: .....	56
Graficas de Barras: .....	58
Modificar estructura:.....	60
CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y MODELO MATEMÁTICO: .....	63
Fundamentos teóricos: .....	63
Modelo matemático: .....	65
CAPITULO 4: FUNCIONAMIENTO Y MANEJO DE ECOSIMPRO:.....	67
CAPÍTULO 5: SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA:.....	77
CAPÍTULO 6: SIMULACIÓN DINÁMICA: .....	81
CAPÍTULO 7: AJUSTE Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DINÁMICO. ....	91
Ajuste: .....	91
Optimizacion:.....	107
CAPÍTULO 8: VALIDACIÓN DEL MODELO DINÁMICO: .....	113
Validación: .....	113
CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS:.....	119
Conclusiones: .....	119
Líneas Futuras:.....	119
BIBLIOGRAFÍA: .....	121
ANEXOS TABLAS: .....	123
Modelo dinámico de la planta “MODELO1.EL”:.....	123
Experimento modelo dinámico planta (MODELO1.EL) “exp1.exp”:.....	124
Simulación del experimento “exp1.exp”: .....	125
Modelo de ajuste del sistema dinámico “calenta.el”:.....	125
Experimento del modelo (calenta.el) “simu.exp”:.....	129
Simulación del experimento “simu.exp”:.....	129
Optimización con los datos experimentales de la planta (calenta.el) “Optim.exp”:.....	130
Simulación de la optimización a los datos experimentales “Optim.exp”:. ..	132
Modelo de validación del sistema dinámico “validacion.el”:.....	133
Experimento de validación del modelo de (Validacion.el) “Valid.exp”: .....	136
Simulación con la validación de los datos experimentales tomados de nuevo del experimento “Valid.exp”: .....	137
Temperatura entrada caliente experimental (To):.....	137

Temperatura salida caliente experimental (Ti): .....	151
Temperatura salida frio experimental (T4):.....	164
Temperatura entrada calle experimental (T3): .....	178
Caudal experimental (F):.....	179
Temperatura entrada caliente experimental validación (To):.....	208
Temperatura salida caliente experimental validación (Ti): .....	219
Temperatura salida frio experimental validación (T4):.....	231
Temperatura entrada calle experimental validación (T3): .....	242
Caudal experimental validación (F): .....	243



## ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Figura 1 Vista de la planta del departamento.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2 Ejemplo del fichero de configuración inicial.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3 Ecuación de Factor de Filtrado.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4 Ecuación de tipo de corrección de válvula.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 5 Gráfica coeficiente de corrección de la válvula.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6 Estructura a nivel general de un regulador REGULA.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 7 Tratamiento de la señal de error.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8 Ejecutable de JavaRegula.exe.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 9 MS-DOS con posibles opciones.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 10 Pantalla del cliente Java Regula.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11 Mensaje del Servidor.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12 Mensaje de Planta bajo Control (Recibir Datos).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13 Pantalla de alarmas.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 14 Pantalla de texto.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 15 Pantalla gráficas lazo.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 16 Pantallas gráficas múltiples.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 17 Pantalla Históricos.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 18 Zoom gráfica históricos.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 19 Pantallas gráficas barras.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 20 Referencia y valor (Barras).....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 21 Esquema simplificado de la planta.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 22 Variables y constantes del modelo.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 23 Código del lenguaje EL.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 24 Compilación del lenguaje EL.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 25 Ventana de Itens.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 26 Vista general.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 27 Creación de la Default Partition.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 28 Validación de la partición y generar un experimento.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 29 Vista tras la creación de un experimento.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 30 Ir a ventana Simulación.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 31 Pantalla EcosimPro Monitor.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 32 Herramienta New Plot y Pantalla de Selección de variables a plotear.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 33 Edición de Watch variables.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 34 Selección de variables a mostrar.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 35 Vista general de la Simulación realizada.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 36 Resistencias térmicas y depósito de agua.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 37 Válvula de control del caudal de agua (F), nuestra variable controladora.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 38 Válvula que aporta aire en unas condiciones determinadas a la válvula de control del caudal (F).....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 39 Barras de control de la variable controlada (F).....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 40 Constantes empleadas en modelo dinámico.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 41 Variables empleadas en el modelo dinámico.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 42 Ecuaciones que determinan el funcionamiento de la planta.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 43 Creación de una Partición en un modelo.....</i>	<i>83</i>

Figura 44 Creación del experimento 1.....	83
Figura 45 Definición del experimento 1.....	84
Figura 46 Parámetros que hay que asignar al experimento. ....	85
Figura 47 Ventana de simulación del experimento. ....	86
Figura 48 La temperatura del serpentín ( $T_i$ ) en comparativa con ( $T_o$ )......	87
Figura 49 La temperatura ( $T_o$ ) individualmente. ....	87
Figura 50 La temperatura de entrada de la calle ( $T_3$ )......	87
Figura 51 La temperatura de salida de la calle ( $T_4$ ). ....	88
Figura 52 El caudal ( $F$ ) que es el caudal de entrada al depósito. ....	88
Figura 53 La transmisión de calor producida en los serpentines ( $Q_1$ , $Q_2$ ). ....	88
Figura 54 Potencia suministrada a las resistencias térmicas para calentar el agua de los depósitos que posteriormente fluirán por el serpentín ( $P_1$ , $P_2$ ). ....	89
Figura 55 Estimación de todas las variables y corregir errores en las mediciones. ....	91
Figura 56 Formula y representación gráfica de la ecuación encargada del ajuste. ....	93
Figura 57 Errores relacionados con los ajustes de datos.....	93
Figura 58 Declaración número de entradas y salidas del ajuste. ....	94
Figura 59 Declaración de constantes y parámetros dentro de "calenta.el".....	94
Figura 60 Parámetros específicos del ajuste y la validación. ....	95
Figura 61 Variables manipuladas del ajuste. ....	95
Figura 62 Formula y declaración de las variables para aplicarla. ....	96
Figura 63 Recogida de datos del formato (.txt) y posterior iteración tanto de las variables de entrada como de las de salida.....	97
Figura 64 Inicialización de las variables auxiliares. ....	100
Figura 65 Activación del coeficiente de coste y su función.....	101
Figura 66 Ecuaciones diferenciales del modelo a validar. ....	101
Figura 67 Funciones maxabs y minabs. ....	102
Figura 68 Funciones máximo y mínimo. ....	102
Figura 69 Función objetivo "F_optim".....	103
Figura 70 Función de costo y las restricciones.....	103
Figura 71 Simulación de la validación "Simu.exp". ....	103
Figura 72 Simulación del experimento "Simu.exp". ....	104
Figura 73 Ajuste a datos experimentales del cauda del Refrigerante ( $F$ ). ....	105
Figura 74 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de entrada al serpentín ( $T_o$ ). ....	105
Figura 75 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de salida del serpentín y limites ( $T_i$ ). ....	105
.....	105
Figura 76 Ajuste a datos experimentales de la temperatura del agua de refrigeración ( $T_3$ ). ....	106
Figura 77 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de salida del agua refrigerante y sus límites ( $T_4$ )......	106
Figura 78 Ajuste a datos experimentales de los calores transmitidos a través de los serpentines ( $Q_1$ , $Q_2$ ). ....	106
Figura 79 Abrir librería OPTIM_METHODS y declarar variables de decisión.....	107
Figura 80 Declaración de variables para realizar el ajuste en el experimento. ....	108
Figura 81 Inicialización, creación del vector de variables de decisión y sus límites de rango. ....	109
Figura 82 Llamada al optimizador. ....	110
Figura 83 Solución del programa y posible visualización. ....	110
Figura 84 Simulación del experimento "Optim.exp", una vez hecho el ajuste.. ....	111

<i>Figura 85 Comprobación del ajuste realizado en la temperatura de salida del serpentín, dinámica y real con sus límites (<math>T_i</math>, <math>y_{real}[1]</math>, <math>LiminfT_i</math>, <math>LimsupT_i</math>). .....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 86 Comprobación del ajuste realizado en la temperatura de salida del refrigerante, dinámica y real con sus límites (<math>T_4</math>, <math>y_{real}[2]</math>, <math>LiminfT_4</math>, <math>LimsupT_4</math>). .....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 87 Formula y representación gráfica de la ecuación encargada de la validación.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 88 Comparación entre la respuesta del modelo <math>y(t)</math> y los datos experimentales obtenidos <math>y_p(t)</math>. .....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 89 Errores relacionados con los ajustes de datos.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 90 Simulación de la validación del ajuste realizado anteriormente .....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 91 Gráfica temperatura salida serpentín (<math>T_i</math>) en la validación. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 92 Gráfica temperatura salida refrigerante (<math>T_4</math>) en la validación.....</i>	<i>117</i>





## INDICE DE TABLAS:

<i>Tabla 1 Temperatura de entrada serpentín caliente (<math>T_o</math>)</i> .....	98
<i>Tabla 2 Temperatura de salida serpentín fría (<math>T_i</math>)</i> .....	98
<i>Tabla 3 Temperatura salida deposito fría (<math>T_4</math>)</i> .....	99
<i>Tabla 4 Temperatura entrada deposito calle (<math>T_3</math>)</i> .....	99
<i>Tabla 5 Caudal de entrada deposito (<math>F</math>)</i> .....	100



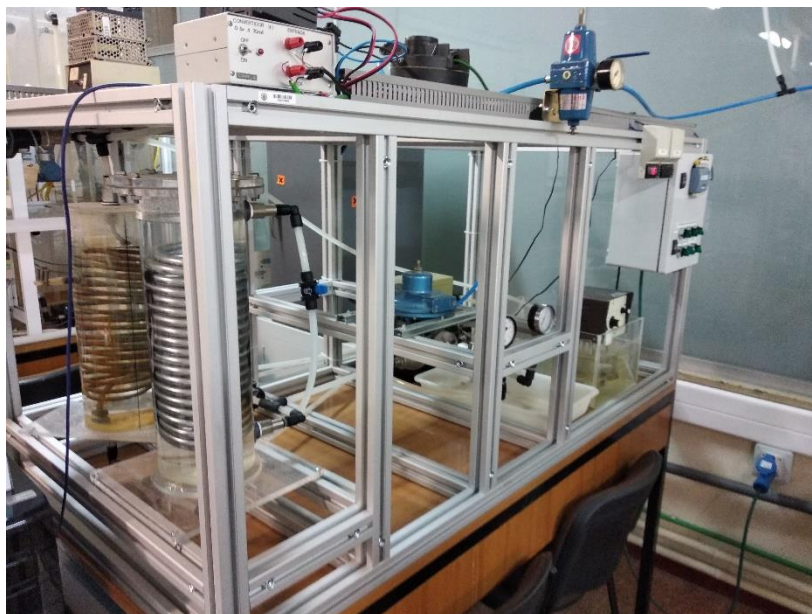
## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS:

### Introducción:

Medir la temperatura es uno de los aspectos más comunes e interesantes que se realizan dentro de los procesos industriales en cualquier empresa de carácter industrial.

En muchos procesos se intercambia calor, con el fin de calentar o enfriar algún proceso o algún fluido. Un aspecto importante es que ese calor se transmita con la velocidad y cantidad necesaria. El control de la cantidad de energía calorífica que se transmite es un aspecto muy importante en ingeniería, a tener en cuenta. En este TFG hablaremos de algunos aspectos relacionados.

Por este motivo, va ser interesante la realización de un modelo matemático y un modelo dinámico con su posterior ajuste y validación de la planta que hay en el laboratorio del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, para el control y regulación de esta. Nos valdrá para hacer un estudio detallado de los principales aspectos de esta planta y conocer las principales peculiaridades que tiene. Una vista genérica de la planta con la que realizaremos dichos tratamientos se muestra en la figura de abajo.



*Figura 1 Vista de la planta del departamento.*

Este proyecto estará formado por la realización previa de un modelo matemático mediante los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera, la implementación de este modelo mediante el programa de simulación EcosimPro, un Software con el que gestionar este tipo de problemas de una manera muy intuitiva y sencilla, y la realización de pruebas comparativas del funcionamiento en toda la planta de forma dinámica una vez realizada la validación y el ajuste

El objetivo del trabajo será la realización de un modelo de la planta, realizado a través de EcosimPro orientado a mostrar los principios más básicos del intercambio de calor y la regulación de la temperatura de la planta, así como crear un modelo dinámico que represente de una manera fidedigna su funcionamiento.

### **Objetivos:**

Los objetivos los dividiremos en diferentes partes a tratar en la realización de este trabajo fin de grado:

1. En primer lugar, estudiaremos la planta que hay en el Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Automática la cual cubre diferentes aspectos a tener en cuenta: el sistema de intercambio de calor en dos depósitos cilíndricos a través de serpentines, el incremento de temperatura mediante resistencias del depósito calefactor compartimentado, las válvulas de control del caudal, la bomba de control de circulación del flujo de agua caliente, la instrumentación que conforma y controla la planta, el Software Regula con el que se regula la planta y las diferentes variables controlables.

2. Por otro lado, el sistema de control de nuestra planta se llevará a cabo a través del programa Regula. Con este Software podremos manipular y controlar las variables que provoquen cambios dinámicos en la estación a través de: el control de las temperaturas a través de resistencias térmicas habilitadas en la planta y la regulación del caudal refrigerante de agua de entrada de la calle a los depósitos donde se encuentran los transmisores de calor. Por tanto, mediante el sistema mencionado podremos controlar la planta a lo largo del

tiempo y tomar los datos que nos resulten necesarios para la realización del proyecto.

3. Después, se realizará el modelo matemático de la planta en cuestión. Se obtendrán las diferentes ecuaciones que gobiernan todo el sistema, de tal manera que representen a la perfección los diferentes aspectos de la misma, ya sea el intercambio que se produce en los depósitos que tienen los serpentines, o el proceso de calentamiento de los diferentes depósitos de agua caliente, así como la relación existente entre ambos.

4. Por otro lado, ese modelo matemático se implementará a un modelo digital y dinámico a través del Software EcosimPro con la finalidad de poder probar todas las posibilidades que posee la planta, poder realizar pruebas, experimentos y ver que es una representación fidedigna de la planta real que tenemos a estudio.

5. Una vez realizado el modelo dinámico y comprobado que su funcionamiento es el deseado, se procederá a realizar el ajuste de la planta a los datos experimentales obtenidos y medidos en la realidad. Posteriormente se realizará la validación y se procederá con la experimentación y simulación para ver que los resultados obtenidos son los deseados.

6. Un conocimiento completo de los Softwares EcosimPro y Regula empleados durante el desarrollo del TFG será muy importante para la realización correcta de los diferentes procesos llevados a cabo.

7. El estudio y la calibración del instrumental utilizado. Conocer el principio por el que se rige cada uno de los instrumentos utilizados, además de saber el rango posible de cada variable será de gran ayuda a la hora de realizar los diferentes aspectos que contiene este proyecto.



## DESARROLLO DEL TFG:

### CAPITULO 1: PLANTA EXPERIMENTAL Y SISTEMA DE CONTROL:

La planta que hay en el Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Automática cubre diferentes partes: el sistema de intercambio de calor en dos depósitos cilíndricos, depósito calefactor compartimentado, válvulas, bombas, la instrumentación, el Software Regula con el que se regula la planta y las diferentes variables controlables, así como las constantes, el modelo matemático previo, la simulación dinámica realizada, la validación, el ajuste y la optimización con EcosimPro.

No hay muchos antecedentes bibliográficos sobre esta planta ya que está realizada en la universidad, pero sí que he podido encontrar bastante información gracias a la realización de otro TFG en el cual se abordaba principalmente el diseño de la planta y el diseño de los sistemas de control con el Software Regula. También teníamos el manual del Software Regula en el cual nos hemos apoyado para poder comprender mejor todas las partes de este proyecto.

Por otro lado, he encontrado mucha información en la página del tutor Cesar de Prada (<http://www.isa.cie.uva.es/~prada/>), en la cual, se tratan muchos temas y aspectos relacionados con este proyecto. Así como las tutorías que con el he tenido que han sido de gran ayuda y relevancia como una gran fuente de información consejos y ayuda.

Además, he podido obtener información en algunas páginas de internet, en las que se hablaban y se trataban cosas muy parecidas a lo realizado en este TFG.

También en el Laboratorio hay algunas otras instalaciones de plantas, trabajos, proyectos y tesinas de las cuales he obtenido ideas.

Además, se consultó información sobre propiedades físicas, variables concretas, información sobre intercambiadores de calor, Datasheet sobre los

elementos de la instrumentación utilizada, algunos procesos químicos, manuales de programas, PowerPoint y modelos matemáticos.

Hay información muy valiosa, descubierta en el TFG de la planta realizado con anterioridad, de una página de internet: (<http://chem.engr.utc.edu/>). En esta dirección hay muchos datos sobre plantas de control muy semejantes a la que tenemos en el Laboratorio. Se pueden manipular y realizar para practicar diferentes ensayos.

Tanto el manual del Software Regula como el de EcosimPro nos han sido de gran ayuda a la hora de realizar este TFG, hemos podido encontrar mucha información de las actuaciones a llevar a cabo y de cómo continuar muchas veces cuando no sabes muy bien por dónde tirar.



## CAPITULO 2: INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL SOFTWARE REGULA.

### Manejo de Regula:

Esta introducción tiene muchas partes muy parecidas al manual de Java Regula que hay en el laboratorio del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática ya que la información la he obtenido de ahí.

Todos los conceptos y la información que hay que suministrar al programa para realizar el control en una planta es la siguiente:

- Las variables de control de la planta.
- De donde se obtienen y como se calculan.
- Cuales se controlan y como es su esquema.
- Con que conectores se mandan las señales de control.

Todo esto se estructura en torno al lazo de regulación. Todas las variables forman parte de un lazo, puede que en algunos casos estos lazos no estén completamente formados. Por tanto, pueden existir magnitudes que solo se midan y se calculen o variables que no se miden y se utilizan directamente a través de un operario, ya que no están retroalimentados.

Cuando hablamos de variables tenemos que distinguir tres tipos distintos que son los siguientes:

- Las que calculamos y medimos y controlan.
- Las que se miden y no se controlan.
- Las que no se miden, pero se controlan.

A todas estas se les tiene que asignar un lazo de regulación completo o incompleto

En primer lugar, hay que hacer un listado de las magnitudes de mayor interés del proceso a tratar, dándoles un nombre para identificarlas y una clave. Este

listado se corresponde con las salidas de los lazos de regulación ya sean completos e incompletos.

Una segunda lista que hay que crear es la de cómo están conectadas y cómo se miden y calculan las variables de este proceso.

Finalmente debemos hacer otra lista con información sobre la forma de regular las variables y enviar la señal de control a su respectivo actuador. Esta información debe completarse con datos adicionales como pueden ser: las constantes de los reguladores, periodos de muestreo, etc.

Una característica de REGULA es que especifica poniendo cable de conexión 0 (si calcula una magnitud a partir del valor de otra), -1 (si se calcula a partir de un valor % de la señal de control de un lazo), o -2 (si se calcula a partir del valor de referencia de un lazo). Para el cálculo de estas variables que no tienen cable físico, es necesario especificar el lazo del que es necesario medir para calcularlas.

Después habrá que construir otra lista sobre como regular las variables del proceso y de enviar la señal al respectivo actuador. Obviamente esta información la tendremos que complementar con otros datos como pueden ser: constantes de reguladores, periodos de muestreo y demás parámetros necesarios para que el usuario pueda controlarlo como son: escalas para las gráficas, alarmas etc.

Con los datos y con el editor de texto del propio software se puede generar un fichero como el que se mostrara a continuación. No obstante, el propio software de REGULA incluye una pantalla en la que leer y generar ficheros rellenando una especie de formulario en el que se informa del significado de cada una de las partes, además el propio programa ayuda con listas desplegables con los posibles valores.

Alarmas Texto Historicos Graficas multp Graficas Lazo Sinoptico RegulaDesign Barras Modif.estruct Configuracion

PanelLazos

Fichero Lazo 1 Lazo 2 Lazo 3 Lazo 4 Lazo 5 Lazo 6 Lazo 7 Lazo 8 Lazo 9 Lazo 10 Lazo 11 Lazo 12 Lazo 13

Numero de lazos a controlar:  Crear Fichero Limpiar CARGAR Dinamica Ayuda

Periodo Basico Muestreo	Tempo Graficas(min)	Periodo Muestras Hist(seg)
1	5	5

```

# Periodo-Basico-Muestreo(seg) Tpo-Graficas(min) Per-Muestras-Hist(seg)
1 5 5
# NOMBRE LAZO CODIGO
TEMP_SAL_CAL TC01
# CABLE-ENTRADA CABLE-SALIDA BLOQUE-ENTRADA V0 V1 V2
1 -1 TC01 0 0 0
# TIPO-AJUSTE AJ0 AJ1 AJ2 PERIODO-MUESTREO(seg)
1 -11.158 12.677 0 5
# TIPO-REGULADOR MODO(adaptativo) AUTOMATICO
1 1 0
# REFERENCIA-INICIAL CONTROL-INICIAL
30 1.5
# SPAN-MEDIDA INCREMENTO-MAXIMO-MEDIDA FACTOR-FILTRADO
25 3 0
# CONTROL-MIN CONTROL-MAX INCREMENTO-MAXIMO-CONTROL
0.7 3.8 0.4
# Kp Ti Td G0 G1 G2
-3 1.1 0.18 0 0 0
# TIPO-REFERENCIA Ccr
0 0
# TIPO-ERROR cce1 cce2 cce3
0 0 0
# NUMERO-FEED-FORWARD LAZOS-DE-DONDE-VIENEN
0 0
# TIPO-VALVULA Tcv Ccv
2 0 0
# TRATAMIENTO-ALARMA Pala Vinf Vsup Varer Halar
0 0 5 55 0 0
# ESCALA-INF ESCALA-SUP TIEMPO-GUARDAR-DATOS-GRAFICAS(en periodos basicos de muestreo)
20 45 5
# NOMBRE LAZO CODIGO
CAUDAL FC01
# CABLE-ENTRADA CABLE-SALIDA BLOQUE-ENTRADA V0 V1 V2
4 1 TC01 0 0 0
# TIPO-AJUSTE AJ0 AJ1 AJ2 PERIODO-MUESTREO(seg)
1 -1.82 2.09 0 2
# TIPO-REGULADOR MODO(adaptativo) AUTOMATICO
1 1 0
# REFERENCIA-INICIAL CONTROL-INICIAL
1.5 30
# REFERENCIA-INICIAL CONTROL-INICIAL
1.5 30
# SPAN-MEDIDA INCREMENTO-MAXIMO-MEDIDA FACTOR-FILTRADO
3.8 0.5 0
# CONTROL-MIN CONTROL-MAX INCREMENTO-MAXIMO-CONTROL
0 100 5
# Kp Ti Td G0 G1 G2
1.3 0.2 0.1 0 0 0
# TIPO-REFERENCIA Ccr
0 0
# TIPO-ERROR cce1 cce2 cce3
0 0 0
# NUMERO-FEED-FORWARD LAZOS-DE-DONDE-VIENEN
0 0
# TIPO-VALVULA Tcv Ccv
2 0 0
# TRATAMIENTO-ALARMA Pala Vinf Vsup Varer Halar
0 0 0 0 0 0
# ESCALA-INF ESCALA-SUP TIEMPO-GUARDAR-DATOS-GRAFICAS(en periodos basicos de muestreo)
0.5 4 5
# NOMBRE LAZO CODIGO
TEMP_ENT_CAL TC02
# CABLE-ENTRADA CABLE-SALIDA BLOQUE-ENTRADA V0 V1 V2
2 0 TC02 0 0 0
# TIPO-AJUSTE AJ0 AJ1 AJ2 PERIODO-MUESTREO(seg)
1 -11.158 12.677 0 5
# TIPO-REGULADOR MODO(adaptativo) AUTOMATICO
1 1 0
# REFERENCIA-INICIAL CONTROL-INICIAL
40 30
# SPAN-MEDIDA INCREMENTO-MAXIMO-MEDIDA FACTOR-FILTRADO
40 3 0
# CONTROL-MIN CONTROL-MAX INCREMENTO-MAXIMO-CONTROL
0 100 10
# Kp Ti Td G0 G1 G2
-4.4 1.8 0.3 0 0 0
# TIPO-REFERENCIA Ccr
0 0
# TIPO-ERROR cce1 cce2 cce3
0 0 0
# NUMERO-FEED-FORWARD LAZOS-DE-DONDE-VIENEN
0 0
    
```

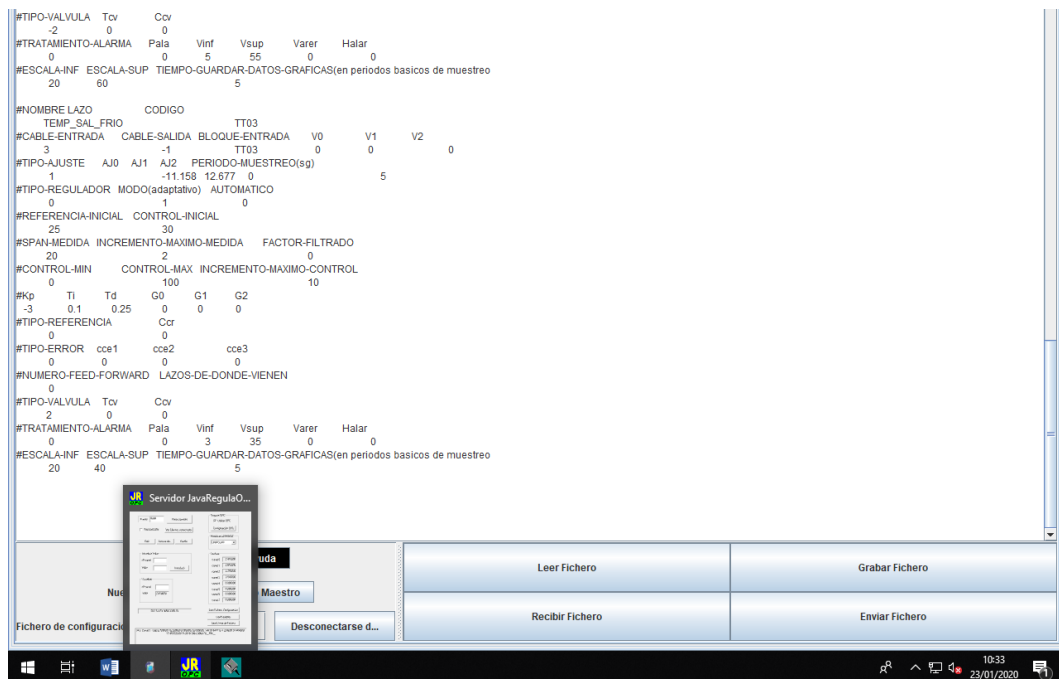


Figura 2 Ejemplo del fichero de configuración inicial.

Como puede ver en la imagen anterior el fichero consta de una línea inicial con parámetros generales que se aplicaran a todos los lazos del programa, y después unas funcionalidades que definirán todos los parámetros de cada uno de los lazos, y que se repite en función de los lazos que sean necesarios. Las líneas que empiezan con el comando “#” son simples comentarios.

Parámetros generales que se dan a todos los lazos que forman el proyecto:

- Periodo de muestreos:

El periodo básico de muestreo expresado en segundos, fija cada cuanto tiempo se llama a las rutinas de medida, control, alarmas, etc. Los cambios en la señal de control no se realizan hasta que llegue el posterior muestreo del lazo. Gracias al temporizador que ofrece Windows, el valor indicado en el fichero de configuración será el que se utilice realmente. REGULA obligara a que los periodos de muestreo de cada lazo sean múltiplos de este periodo básico de muestreo, por tanto, elegiremos este menor o igual que el menor de los periodos de muestreo de los lazos de estudio.

- Tiempo que cubren las gráficas:

El tiempo que cubren las gráficas es en minutos, es el mismo para todas y podrá cambiarse una vez ejecutado el programa.

- Periodo de muestreo de los históricos:

En REGULA, en los históricos pueden tenerse hasta 360 muestras de cada variable. El periodo de muestreo de los históricos fija cada cuanto tiempo en segundos se cogen nuevas muestras. Al cabo de 360 periodos de muestreo el buffer de los históricos se llenará por lo que los nuevos valores borrarán los valores más antiguos. En Java Regula su sucesor, tenemos la posibilidad de visualizar las variables en un gráfico durante un intervalo entre un mínimo y un máximo especificados con anterioridad.

#### Parámetros de los lazos:

- Nombre del lazo:

Nombre de hasta 20 caracteres que será el nombre del lazo, normalmente se pondrá el nombre de la variable que estemos midiendo o se controla, sin espacios entre medias.

- Código:

Código de hasta cinco caracteres, que quedara ligado al lazo con el que estemos tratando. Después para hacer las referencias a ese lazo se utilizará el código, o el número del lazo que le corresponda.

- Cable de entrada:

El cable de entrada especificara el canal de entrada o salida en la tarjeta que utilizara el lazo para obtener los valores que quiera medir o controlar. Para el cálculo de la variable puede no ser necesario medir de la tarjeta, esto es debido a:

- ❖ Depende del valor de medida de la magnitud en otro lazo. Es preferible medir directamente a partir del valor de la magnitud de la que depende. En este caso se pone el campo cable de entrada a 0 y se utilizara el campo V0.
- ❖ Depende del valor de la señal de control generada en otro lazo. En este caso se pone el campo cable de entrada a -1 y se utilizara el campo V0.

- ❖ Depende del valor de la referencia de otro lazo. En este caso se pone el campo cable de entrada a -2 y se utilizara el campo V0 como en los casos anteriores.
- ❖ No se desee medir nada sino solo controlar manualmente un actuador. Si queremos visualizar el valor podemos hacer como en el segundo caso que hemos visto y en el caso de no querer o poder calcularlo, podemos hacerlo poniendo un valor del cable de entrada menor de -2.

- Cable de salida:

Especifica el canal de salida de la tarjeta de entrada / salida que utiliza el lazo para mandar una señal al actuador. La tarjeta DAS-16 tiene dos canales de salidas analógicas y cuatro de salida digital que son 0 y 1 y 2, 3 y 4 respectivamente. Si la salida solo es de medida y no tiene que ser enviada a ningún actuador, pueden utilizarse valores de cable de salida negativos.

- Bloque de entrada:

Determina de que lazo toma la referencia un determinado lazo. Si la referencia la fija el usuario el lazo tomara de referencia su propio lazo a no ser que sea un sistema en cascada que la referencia la tendría que fijar un lazo externo. O que queramos que la referencia de nuestro lazo siempre sea igual a la de otro lazo multiplicada por una constante.

- Tipo de ajuste:

Permite seleccionar el tipo de ajuste para obtener la variable a medir y/o controlar dentro de un lazo. Esto se fija escribiendo un número que corresponda al tipo de ajuste. Posteriormente veremos los distintos tipos de ajuste.

- Coeficientes de ajuste Aj0, Aj1, Aj2:

Son constantes necesarias para fijar los ajustes. Tienen un significado distinto para cada tipo de ajuste.

- Período de muestreo del lazo:

Cada lazo tiene un periodo de muestreo propio, en segundos, REGULA redondea este valor al múltiplo del periodo básico de muestreo, menor,

haciendo también que no sea nunca menor al periodo básico de muestreo del programa.

- Tipos de regulador:

Sirve para especificar el tipo de regulador a utilizar por nuestro lazo. Se escribe como un número que corresponde al tipo. Posteriormente veremos los tipos de reguladores y su significado.

- Modo adaptativo:

Si elegimos como tipo de regulador el adaptativo, tendremos que elegir también el tipo de regulador adaptativo y eso es lo que se hace en este campo. Posteriormente se verán los distintos tipos de reguladores adaptativos.

- Automático:

Indica si queremos que inicialmente el lazo funcione en manual, siendo el usuario el que fija el valor o, por el contrario, en automático que lo realice REGULA. Fijaremos un 1 si queremos el modo automático o 0 por el contrario si lo queremos manual.

- Referencia inicial y Control inicial:

Permite seleccionar los valores de referencia y de la señal de control, para el lazo, con los que parte REGULA al ser ejecutado. La referencia se escribe en las unidades que tengamos para la variable de medida, mientras que la variable de control se expresa en % sobre el rango de salida de la tarjeta.

- Span de la medida:

Hemos de escribir el span de variación de la medida, esto es el ancho del rango en que puede fluctuar la medida ya calculada. A partir de este valor se puede calcular los incrementos mínimos de la referencia y de la señal de control actuando sobre los Sliders (barras de lazo).

- Incremento máximo de la medida:

Se podrá utilizar un filtro para la variable medida en cada lazo, este limitará las posibles variaciones de esta. La máxima variación permitida en un periodo de muestreo se controlará con este parámetro. Si no se quiere utilizar este filtro bastará con ponerlo a 0.

- Factor de Filtrado:

Se trata de otro filtro para las variables de medida basado en un sistema digital de filtrado de primer orden, cuyo parámetro se especifica en este campo y está limitado entre 0 y 1, suponiendo 0 como sin filtro y 1 con filtro. Este filtro se basará en una simple ecuación matemática mostrada a continuación:

$$Y_f(t) = y(t) + a(y_f(t-T) - y(t))$$

*Figura 3 Ecuación de Factor de Filtrado.*

Siendo  $y$  el valor medido,  $y_f$  el valor medido y filtrado y  $a$  el coeficiente de filtrado.

- Control mínimo y máximo:

Sirve para especificar los valores máximos y mínimos que puede tomar la señal de control, de esta manera se pueden proteger los actuadores de señales de control desmedidas e inapropiadas.

- Incremento máximo de control:

Los actuadores tardan un tiempo en alcanzar sus nuevas posiciones al variar la señal de control. Es conveniente limitar estas variaciones para evitar que sufran desgaste.

- $K_p$ ,  $T_i$ ,  $T_d$ :

Estos tres parámetros son los necesarios a especificar a la hora de utilizar un regulador PID (aunque sea otro tipo de regulador deberemos dar valor a los tres parámetros).

- ❖  $K_p$ : constante proporcional del PID.
- ❖  $T_i$ : tiempo integral expresado en minutos.



❖ Td: Tiempo derivativo expresado en minutos.

- G0, G1, G2:

Estos parámetros se utilizan por los distintos reguladores y cada uno tiene una finalidad. Lo veremos más adelante junto con los tipos de reguladores.

- Tipo de tratamiento de la referencia:

El programa REGULA permite dar un tratamiento previo de referencia, se tendrá que elegir el tratamiento. Véase la sección tipos de tratamientos de la referencia para más información.

- Coeficiente de corrección de la referencia Ccr:

Coeficiente utilizado por los tipos de tratamiento de la referencia y que tiene un significado distinto para cada uno de ellos. Véase la sección tipos de tratamiento de la referencia para más información.

- Tipo de tratamiento del error:

Podemos incluir también un posible tratamiento de los errores, debe ponerse el número correspondiente al tipo de tratamiento del error elegido. Véase la sección tipos de tratamiento del error para más información.

- Coeficiente de tratamiento del error cce1, cce2, cc3:

Constantes utilizadas para el tratamiento del error. Véase la sección tipos de tratamiento del error para más información.

- Numero de correcciones feed forward:

En REGULA se permite añadir correcciones feed-forward (control anticipativo). La forma de hacerlo es crear nuevos lazos con estas correcciones, y colocar en este campo primero el número de correcciones a realizar y a continuación los lazos donde se toman. El funcionamiento se basa en añadir a la señal de control del lazo que las tiene, las variaciones en la magnitud de medida de los lazos que son sus correcciones feed-forward

- Tipo de válvula:

En este nuevo campo se deberá introducir el número del tipo de válvula que usemos como actuador de nuestro lazo, este número tiene dos informaciones distintas:

- ❖ Por un lado, su signo positivo o negativo indica si la válvula es aire-abre o bien aire-cierra respectivamente, lo que permite corregir la señal de control cuando la envíe al actuador.
- ❖ La segunda información que contiene el tipo de válvula solo tiene una utilidad cuando se ajuste tipo de válvula (la única excepción es del tipo Todo o Nada, si nuestro actuador es de tal tipo debe especificarse). Véase la sección tipos de válvulas para más información.

- Tipo de corrección de la válvula:

Se puede introducir correcciones en la salida del regulador, consiste en cambiar la característica de la válvula sobre la que se va a actuar. Si se da un valor de 0 la corrección no se realiza, para cualquier otro valor la corrección consiste en aplicar la siguiente formula:

$$u = \frac{100 * Ue}{Ue + ccv * (100 - Ue)} 11$$

*Figura 4 Ecuación de tipo de corrección de válvula.*

Donde u es la señal de control a enviar a la válvula, Ue es la señal de control generada por el regulador y donde el coeficiente ccv es el coeficiente de corrección de la válvula que veremos en el siguiente apartado.

- Coeficiente de corrección de la válvula:

A continuación, tenemos una gráfica con las distintas curvas características obtenidas para distintos valores de ccv:

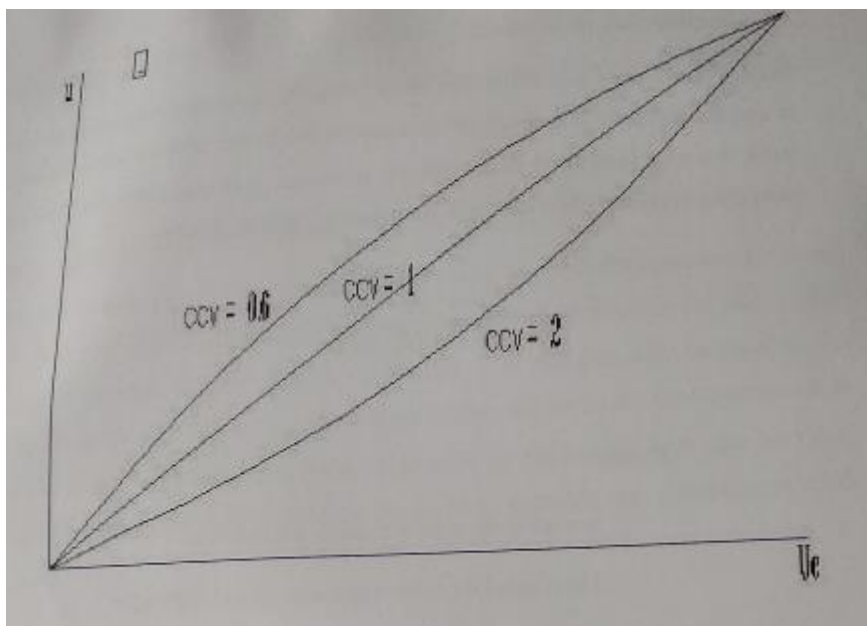


Figura 5 Gráfica coeficiente de corrección de la válvula.

- Tratamiento de alarma:

Sirve para seleccionar el tipo de tratamiento de alarma que se necesite. Véase la sección tipos de tratamiento de la alarma para más información.

- Parámetro de las alarmas Pala:

Parámetro utilizado para el tratamiento de las alarmas, y su significado es diferente para cada tratamiento. Véase la sección tipos de tratamiento de la alarma para más información.

- Valores inferior y superior de alarma  $V_{inf}$ ,  $V_{sup}$ :

Determina los valores máximos y mínimos de la magnitud que se esté midiendo a partir de los cuales se activa la alarma de magnitud medida muy pequeña (MAGPQ) o magnitud media muy grande (MAGGR). Las posteriores acciones dependen de la alarma seleccionada.

- Máxima variación del error:

Caracteriza la máxima variación del error por periodo de muestreo (del lazo), si el lazo está en automático, a partir de la cual se inicia la alarma de variación

del error muy grande (ERRGR). Las acciones posteriores dependen del tipo de alarma escogida.

- Histéresis de la alarma Halar:

Para evitar que el valor de medida de la alarma oscile en torno a esos valores extremos, se utilizara un margen de histéresis, evitando que se desactive tan fácilmente, hasta alcanzar un valor más normal. Este margen de histéresis se fija en este campo.

- Escalas inferior y superior de las gráficas:

Se especifican los límites superior e inferior para las gráficas de la magnitud de medida en este lazo. Estos límites también valdrán para la representación gráfica de la referencia, mientras que como límites para las gráficas de la señal de control se toman los límites que puedan tomar dichas variables y que habremos fijado con anterioridad.

- Tiempos para guardar datos de las gráficas:

Este parámetro en la actual versión de Java Regula no tiene sentido ya que existe un nuevo modo de visualización llamado "Strip" que permite estar visualizando siempre el final de la gráfica haciendo un barrido continuo del contenido de la pantalla. De todas formas, se utiliza este parámetro para el modo "Scope", de tal manera que cuando la gráfica llega al final del eje temporal de las X se repinten un número determinado de puntos.

### **Estructura de un regulador:**

Ya conocidos los parámetros de fichero de configuración, veamos en la siguiente estructura a nivel genérico un regulador en REGULA:

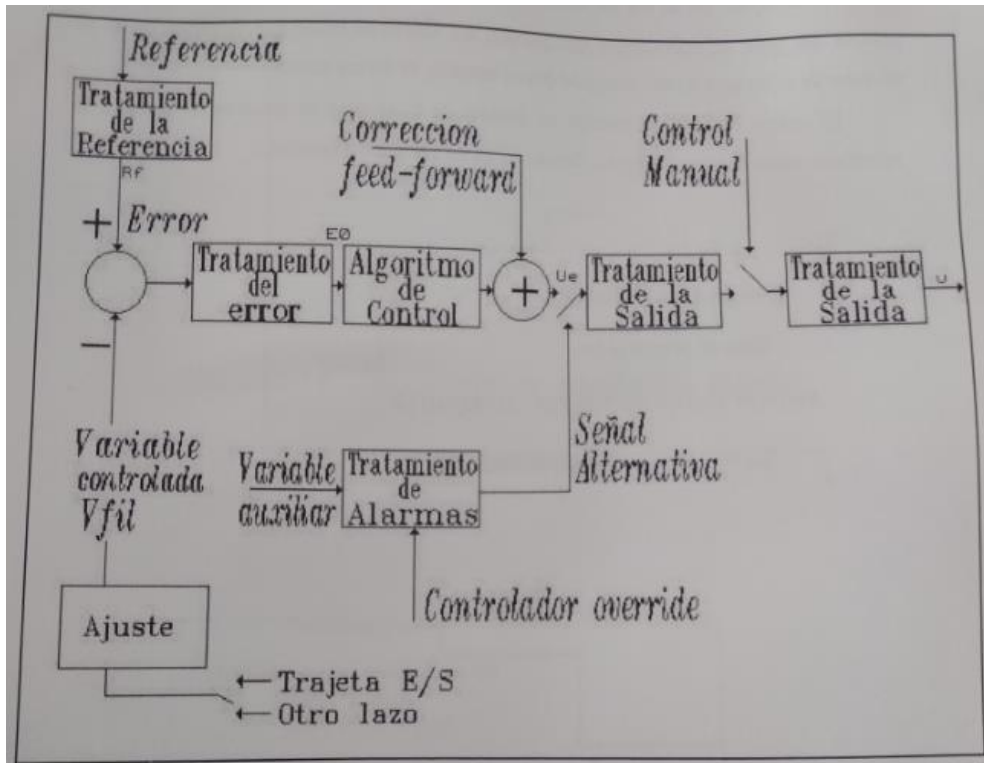


Figura 6 Estructura a nivel general de un regulador REGULA.

La estructura del regulador REGULA es compleja tiene posibles acciones de correcciones feed-forward, la comunicación con otro regulador y las alarmas.

A continuación, estudiaremos cada uno de los bloques que forman la estructura anterior del regulador.

### Tratamiento de referencia:

El bloque tratamiento de la referencia que el valor fijado por el operario o por otro lazo (Ref) sea diferente del valor interno que realmente se aplica en la ley de control Ref1 (Rf en la gráfica anterior). Esto permite realizar una serie de operaciones que pueden ser útiles.

El Tcr indica, cuando es diferente a 0, el tipo de tratamiento a dar a la diferencia, según la tabla siguiente, donde ccr es asociado.

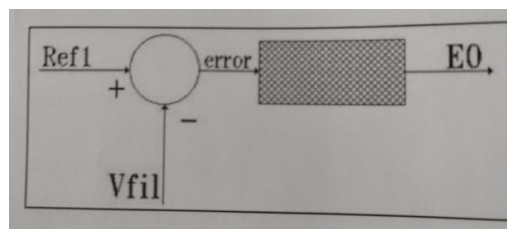
Tcr:

- 0 -> ninguno Ref = Ref.
- 1 -> filtro de primer orden.
- 2 -> Rampa. Se limita la pendiente con que puede cambiar la referencia. El coeficiente ccr especificará la máxima pendiente
- 3 -> Producto por el coeficiente ccr.
- 4 -> Relación modificada.
- 5 -> Suma de un coeficiente ccr.
- 6 -> Limitación.
- 7 -> Referencia de otro lazo + ccr.
- 8 -> Referencia de otro lazo \* ccr.
- 9 -> Salida de otro lazo \* ccr.

### Tratamiento de la señal de error:

Con la referencia obtenida la podemos aplicar en nuestro lazo de regulación, calculamos la señal de error ( $Ref1 - Vfil$ ). Podremos aplicar un tratamiento a esta señal de error antes de enviarla al regulador. Así la señal de error efectiva podrá manipularse a fin de conseguir reguladores con ganancia variable, zona muerta, etc.

El tipo de tratamiento de la señal de error lo fija la variable Tce y para cada tipo existen tres parámetros cce1, cce2 y cce3 cuyo significado es diferente para cada uno. A continuación, veremos una imagen para hacernos una idea de cómo es el funcionamiento.



*Figura 7 Tratamiento de la señal de error.*

### Tce:

- 0 -> no hay tratamiento del error.  $E0 = \text{error}$ .
- 1 -> Corrección cuadrática.
- 2 -> Corrección raíz cuadrada.
- 3 -> Corrección cúbica.
- 4 -> Relé con zona muerta. La zona muerta viene dada por  $cce1$ .
- 5 -> Ganancia variable.  $cce1$  y  $cce3$  son las pendientes de los dos tramos y  $cce2$  la abscisa del punto de cambio.

### Tratamiento de alarmas:

En REGULA hay tres tipos de alarmas:

1. MAGPQ cuando la variable del lazo tiene un valor inferior al límite marcado como el de inferior de alarma.
2. MAGGR cuando la variable del lazo tiene un valor superior al límite marcado como el de superior de alarma.
3. ERRGR cuando el lazo está en automático y la variación del error en un periodo de muestreo es superior al valor al parámetro máxima variación del error.

Es posible asociar un tratamiento específico a una magnitud de alarma, dando a la variable Tala un número correspondiente al tratamiento elegido. El parámetro Pala es un parámetro asociado el que su significado es diferente para cada tratamiento de alarma.

### Tala:

- 0 -> no hay tratamiento.
- 1 -> Si se produce una alarma MAGPQ, se hace la señal de control igual a una constante fijada por el parámetro Pala ( $Ue=Pala$ ).
- 2 -> Si se produce una alarma MAGGR, se hace la señal de control igual a una constante Pala ( $Ue=Pala$ ).
- 3 -> Si en la magnitud del lazo especificado por el parámetro V1 se produce una alarma ERRGR entonces la señal de control se hace igual

a la referencia del lazo V1 multiplicada por el parámetro Pala ( $Ue = Ref[V1]*Pala$ ).

- 4 -> Igual que el tipo 1 pero respetando ahora también el incremento máximo del control. Así pues, si el valor absoluto de  $(Pala - Ue)$  es mayor que el incremento máximo del control permitido en un periodo de muestreo el control irá variando hasta alcanzar el valor Pala a lo largo de varios periodos de muestreo.
- 5 -> Igual que el tipo 2 pero respetando el incremento máximo del control.
- 6 -> Igual que el tipo 3 pero respetando el incremento máximo del control.
- 7 -> Para cualquier error en el lazo, hace que los incrementos de la señal de control son igual al específico con el parámetro Pala, a continuación, hace la señal de control del lazo Pala igual a la de nuestro lazo. Este tratamiento permite hacer control override (control selectivo), eligiendo uno u otro lazo puede deberse a cualquiera de los tres tipos de alarma, muchas veces será conveniente anular alguno de estos tipos de alarma, lo cual lo haremos dando valores que no puedan tomar a los límites de las alarmas
- 8 -> Para cualquier error en el lazo especificado por el parámetro Pala, hace que el incremento de la señal de control sea igual a la del lazo especificado por el lazo Pala a continuación hace la señal de control del lazo Pala igual a la de nuestro lazo.
- 9 -> Compara los incrementos de la señal de control en nuestro lazo y en el lazo especificado por el parámetro Pala. Hace el incremento de la señal de control en nuestro lazo el mayor de los dos. A continuación, hace la señal de control del lazo Pala igual a la de nuestro lazo. Sirve para generar estructuras de control override, donde el criterio de selección de un lazo u otro es el de cual genera la señal de control más grande.
- 10 -> Igual que el anterior, pero tomando como incremento de la señal de control el menor.

### **Tipos de ajustes:**

Tienen asignado un número y tienen como misión proporcionar valores ( $Vfil[]$ ) de magnitudes para la posterior representación en pantalla y poder regularles.



Esos valores se calculan a partir de medidas de transmisores de alguna magnitud física u otras magnitudes calculadas anteriormente, este valor lo llamaremos como A1, de manera que las formulas serán  $V_{fil}[] = f(A1[], \dots)$ .

En el caso de la variable Cent[] (cable de entrada) indica el canal por el que se leerá los voltios de la tarjeta, en el caso contrario la variable tomará valores 0, -1 o -2 para indicar el tipo de magnitud de donde se tome la medida

Las variables V0[], V1[] y V2[] indican los lazos de los que se toman las medidas que intervienen en la fórmula del cálculo.

Las variables Aj0[], Aj1[] y Aj2[] nos permite especificar los valores de las constantes de la fórmula de cálculo.

#### Tipo Ajuste:

- 1 -> Lineal.
- 2 -> Polinómico.
- 3 -> Logarítmico.
- 4 -> Raíz cuadrada.
- 5 -> Lineal \* magnitud.
- 6 -> Retardo de un periodo.
- 7 -> Comparación con un valor fijo.
- 8 ->  $4.20\text{mA} - 0\% \dots 100\% -25 + 25 * A1$ .
- 9 ->  $4.20\text{mA} - 4\% \dots 14\text{pH} \quad 1.5 + 2.5 * A1$ .
- 10 -> Relación.
- 11 -> Relación modificada.
- 12 -> Comparación con otra magnitud.
- 13 -> Inverso.
- 14 -> Suma de dos magnitudes.
- 15 -> Suma de tres magnitudes.
- 16 -> Válvula de gas.
- 17 -> Válvula de líquidos.
- 18 -> Totalizador.
- 19 -> Filtro.
- 20 -> Relación de tres magnitudes.

- 21 -> Máximo de dos magnitudes.
- 22 -> Mínimo de dos magnitudes.
- 23 -> Temperatura de saturación.
- 24 -> Constante Aj0.
- 25 -> Diente de sierra Vfil + T\*Aj1 hasta que se haga mayor que Aj0 \* Aj1, momento este en que se pone la salida a 0 (nótese que esto pasara cada Aj0 segundos). T indica periodo de muestreo.
- 26 -> Entalpia de un líquido.
- 27 -> Entalpia del vapor.
- 28 -> Temperatura de ebullición.
- 29 -> Ajuste de función.
- 30 -> Energía de condensación.
- 31 -> Permite calcular la densidad del jarabe (en  $\text{tm}/\text{m}^3$ ) a partir de la temperatura en grados Celsius (que la trae Vfil [V1]) y el Brix (que lo trae A1).
- 32 -> Diferencia de tensión.
- 33 -> Totalizar el agua evaporada.
- 34 -> Porcentaje de extracción.
- 35 -> Contador.
- 36 -> Temporizador.
- 37 -> Densidad de vapor.
- 38 -> Válvula de líquido BIS.
- 39 -> Producto por incremento (eficacia difusora).
- 40 -> EFDI por incremento de temperatura después de la eficacia.
- 41 -> Otro temporizador.
- 42 -> Puerta lógica AND con una entrada invertida.

### Tipos de regulador:

Una vez calculada la magnitud a controlar (Vfil), el valor de la referencia efectiva (Rt) y con ellos el valor el valor de la señal de error efectivo (EO), debemos calcular el nuevo valor de la señal de control (Ue(t)), aunque en realidad lo que se calcula es una variable intermedia lu que corresponde con el incremento de la señal de control, esto se hace así debido a la posibilidad en REGULA de limitar el incremento de la señal de control. Una vez calculado lu sabemos que  $Ue(t) = Ue(t-1) + lu$ .

REGULA tiene varios tipos de reguladores, a la hora de seleccionar uno, se hace con la siguiente lista.

### Tipo regulador:

- 0 -> No se controla. Se usa en lazos donde no es necesario calcular la señal de control, esto es debido a que nuestro lazo lo usamos solo para medir una magnitud, o bien realizar un control manual.
- 1 -> PID con filtrado de salida. La forma como REGULA calcula cada uno de los tres términos (proporcional, integral y derivativo) está explicada en la sección de parámetros del fichero de configuración inicial, y se corresponde con la versión digital en velocidad con filtrado del término derivativo y el cálculo de la derivada solo sobre la salida. Sigue siendo válido para los siguientes reguladores (PI y P).
- 2 -> PI con filtrado de la salida.
- 3 -> P con filtrado de la salida.
- 4 -> Regulador de relación. Este regulador permite hacer controles de relación o ratio, sin más que añadir un nuevo lazo con este tipo de regulador. Se llamamos lazo A al lazo cuya salida se multiplica por la ratio, lazo B al que se envía el producto anterior y lazo C al nuevo lazo cuyo tipo de regulador es este de relación. Entonces V1 indicara el lazo A, la referencia de nuestro lazo, el C, es la ratio y el coeficiente Aj0 sirve para cambiar de escala, también hemos de hacer el bloque de entrada del lazo B igual a nuestro lazo, el C, para que su referencia sea la señal de control generada por este regulador tipo ratio.
- 5 -> Regulador de relación modificada.
- 6 -> Relé.
- 7 -> Proporcional.
- 8 -> Tendencia en el tanque.
- 9 -> Relación de tres magnitudes.
- 10 -> Directo.
- 11 -> PID con ganancia variable. Es un PID con filtrado de la salida (como el tipo 1), pero en el que la ganancia depende del valor de la señal de error efectivo según la siguiente gráfica.
- 12 -> PID compensado.
- 13 -> Regulador adaptativo. Indica que vamos a usar un regulador adaptativo, el tipo de regulador adaptativo a usar se especifique aparte.

### Reguladores adaptativos:

Si se selecciona este tipo de regulador, el adaptativo, tendremos que indicar que tipo de regulador adaptativo deseamos (esto se hace para el fichero de configuración en el campo Modo adaptativo), lo cual se especifica con el número correspondiente en la siguiente lista:

#### Modo Adaptativo:

- 1 -> Identificar con una PRBS un modelo CARMA.
- 2 -> Identificar y regulador de varianza mínima.
- 3 -> Identificar y regulador PID adaptativo.
- 4 -> Regulador de varianza mínima, pero ya no identifica.
- 5 -> Aplicar los parámetros del PID adaptativos, sin cambiarlos.
- 6 -> Regulador PID adaptativos, pero ya no identifica.
- 7 -> Identifica con una PRBS un modelo CARIMA.
- 8 -> Identifica y regulador GPC adaptativo.
- 9 -> GPC adaptativo, pero ya no identifica.

#### Tipos de válvula:

Como indicamos antes, es necesario informar a REGULA sobre el tipo de válvula (actuador en general) que estamos usando. En general la única información que es necesario dar es si es una válvula aire-abre o aire-cierra, pero si estamos usando un ajuste tipo válvula con dicha válvula será necesario indicar con más precisión el tipo de válvula de que se trata. Otro caso en que es necesario indicar el tipo de nuestra válvula es si se trata de una válvula tipo todo o nada, para poder hacer esta corrección a la salida de nuestro regulador. A continuación, tenemos una lista con los diferentes tipos de válvulas que reconoce REGULA.

#### Tipo de válvula:

- -5 -> Todo o nada    Aire cierra.
- -4 -> Rápida        Aire cierra.
- -3 -> Mariposa        Aire cierra.
- -2 -> Lineal          Aire cierra.
- -1 -> Isoporcentual    Aire cierra.

- 0 -> --- Aire abre.
- 1 -> Isoporcentual Aire abre.
- 2 -> Lineal Aire abre.
- 3 -> Mariposa Aire abre.
- 6 -> Rápida Aire abre.
- 7 -> Todo o nada Aire abre.

### Ejecución:

### Servidor:

En primer lugar, tenemos que ver como lanzar un servidor y hacer que escuche por un puerto para atender a los clientes.

Abriremos el ejecutable de JavaRegula.exe y aparecerá una ventana como la mostrada a continuación:

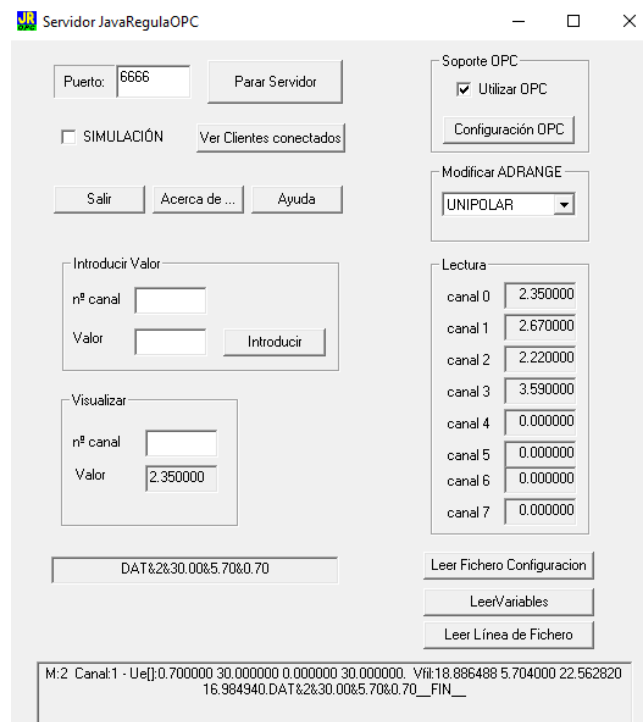


Figura 8 Ejecutable de JavaRegula.exe.

La única actuación del usuario para activar al servidor es especificar el puerto en el que se escuchará y atenderá a los clientes introduciendo un valor, situados al lado del botón Iniciar Conexión. También habrá que modificar el Adrange a UNIPOLAR, además de clicar en OPC.

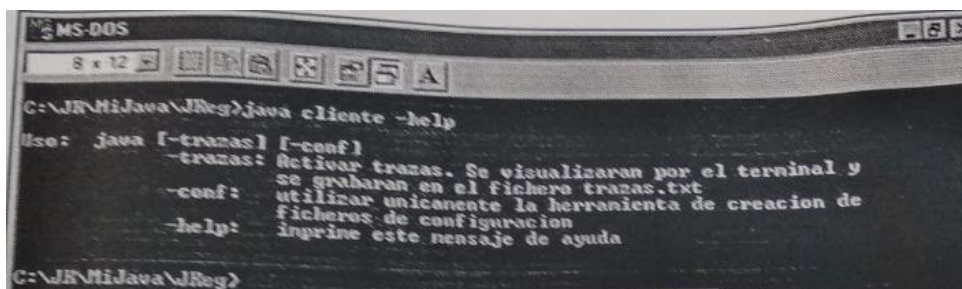
Si nos conectamos a un sistema real, podremos realizar una simulación. Para ello, se activará la casilla Simulación previo a realizar los pasos anteriores. Si se simula un proceso, se utilizará la librería dinámica que es simula.dll que el usuario habrá modificado introduciendo las ecuaciones necesarias. En el siguiente apartado se hablará sobre cómo cambiar la librería dinámica.

Además de esto se ofrece una funcionalidad suplementaria que será útil en algún momento. Por ejemplo, podemos visualizar los valores de tensión que se lean en alguno de los 8 canales. También podemos especificar un canal de salida y aplicar un valor que se traducirá en un valor de tensión sobre uno de los elementos de la planta.

#### Clientes:

Ya sea desde una ventana de MS-DOS o desde un terminal de una máquina UNIX, la línea de comandos que tendremos que teclear será: > java cliente [-trazas][-conf][-help].

En la siguiente figura obtenida de MS-DOS vemos las posibles opciones disponibles:



```
C:\JRMiJava\JReg>java cliente -help
Use: java [-trazas] [-conf]
      -trazas: Activar trazas. Se visualizaran por el terminal y
              se grabaran en el fichero trazas.txt
      -conf:  utilizar unicamente la herramienta de creacion de
              ficheros de configuracion
      -help:  imprime este mensaje de ayuda
C:\JRMiJava\JReg>
```

Figura 9 MS-DOS con posibles opciones

Si queremos utilizar únicamente la creación de ficheros de configuración sin tener conexión con un servidor, utilizaremos la opción “-conf”.

La opción “-trazas” es útil para depurar ya que por la pantalla se va traceando todo lo que hace el programa. Esas trazas se almacenan también en ese fichero para un examen más riguroso después.

Si no se indica la opción “-conf”, después de pulsar la tecla de retorno, en breves instantes aparecerá en el centro de nuestra pantalla una ventana como la que podemos ver a continuación:



*Figura 10 Pantalla del cliente Java Regula.*

En la etiqueta “Dirección IP del servidor “debemos escribir el alias o la dirección IP de la máquina, dependiendo si tenemos activado o no el DNS.

A continuación, tecleamos el número del puerto en el que se encuentra escuchando el servidor. El puerto es un numero entre 1024 y 65535.

La casilla de selección deberá activarse si queremos conectarnos como ClienteMaestro, es decir, si queremos ser el cliente que controle la planta aparte de visualizar toda la información tanto gráficamente como textual disponible.

Una vez realizado esos pasos, se pulsará el botón “Conectar con el servidor” que tratare de conectarse con el servidor en el canal determinado con anterioridad, se establecerá un dialogo para verificar si se puede llevar a cabo la conexión. Esto es así ya que solo puede haber un ClienteMaestro. Si otro cliente quisiera controlar la planta no podría, mostraría la información pertinente al usuario para que realice los cambios necesarios (desactivar la casilla ClienteMaestro). Otro caso de que rechace la conexión es que haya varios clientes ya conectados y haya superado el máximo de clientes posibles.

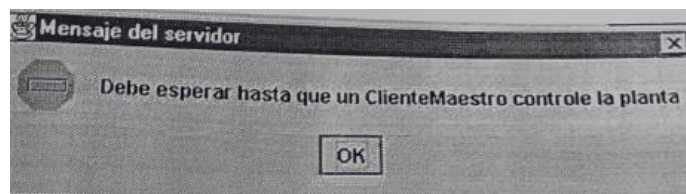
### Pantalla de configuración:

Si el servicio acepta la conexión, lo siguiente en aparecer es la pantalla de Configuración, pantalla en la que se incluye la herramienta de manejo de ficheros de configuración.

Justo en el momento en que aparezca esta pantalla, si nos hemos conectado como cliente normal, puede aparecer ante el usuario uno de estos dos posibles mensajes:

- “Debe esperar hasta que el cliente maestro controle la planta”

Significa que aún no se ha conectado ningún cliente maestro, por tanto, deberemos esperar hasta que se conecte uno y configure la planta e inicie el control.



*Figura 11 Mensaje del Servidor.*

- “Se empieza a recibir datos”



Significa que en el momento en el que nos hemos conectado ya existía un ClienteMaestro controlando la planta. Por eso empezamos a recibir datos de los valores de las señales de control, referencia y variable a controlar, así como de alarmas.

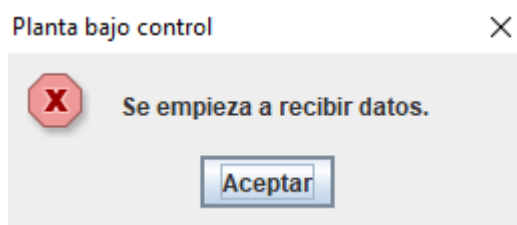


Figura 12 Mensaje de Planta bajo Control (Recibir Datos).

En la pestaña “Configuración” realizaremos diferentes operaciones que en su mayoría influyen sobre el área de texto y tiene como fin el disponer en dicha área de un fichero de configuración que sea aplicable a la planta. Se detallan a continuación:

- Leer fichero: al pulsar sobre el botón situado en la zona inferior derecha de la pantalla podemos leer un fichero de forma local, es decir un fichero situado en nuestra propia máquina y el contenido aparecerá sobre el área de texto central.
- Escribir fichero: es la operación inversa. Al pulsar en ese botón nos aparecerá un dialogo para dar nombre al fichero en el que guardaremos el contenido del área de texto.
- Recibir/Enviar Fichero: se trata de leer o escribir en un fichero, pero el fichero se trae o lleva a la maquina en la que esta lanzado el servidor. La opción enviar solo se reserva para los clientes maestros.
- Controlar Planta: mandamos al servidor el texto contenido en el área de texto de forma que es grabado en la máquina del servidor en el campo “Fichero de Configuración”. En dicho campo podemos especificar el path por completo o simplemente dar un nombre para el fichero. En este último caso el fichero será grabado en el directorio de trabajo que tenga el servidor. Si no se especifica ningún nombre, se grabará como “default.dat” en el directorio de trabajo.

A continuación, el servidor leerá ese fichero y lo analizará. Si detecta algún error enseguida se lo comunicara al cliente indicándole el lazo y

la línea errónea. Si está bien, el servidor analizará las variables a sus valores y tendrá comienzo el control de la planta. En ese mismo momento, todos los clientes empezaran a recibir periódicamente los valores de la planta y las alarmas que se produzcan.

Por lo tanto, hasta el momento hemos visto dos formas de disponer de un fichero de configuración: o bien leemos un fichero de la maquina cliente o de la máquina del servidor o simplemente introducimos por teclado la configuración en el área de texto.

Veamos una tercera que es la que hace uso de la herramienta de configuración. Podemos observar una serie de pestañas que se identifican con "Lazo n". En cada una de ellas aparece un formulario que debemos rellenar completamente para la cual nos podemos ayudar de las listas desplegables o de las ayudas semánticas a modo de comentario que aparecen sobre cada uno de los campos a posicionar el puntero del ratón sobre ellos. Además, podemos copiar en el presente formulario los datos de otro lazo o restaurar los valores iniciales con solo pulsar en "Restaurar". Una vez que tenemos cumplimentando los datos deseados, seleccionamos la pestaña "Fichero". Para que el contenido de los formularios pase al área de texto pondremos en el campo de texto que acompaña a la etiqueta "Numero de lazos a controlar" el número de lazos que se van a manejar en el control y a continuación pulsaremos el botón "Crear fichero". También es posible la operación inversa, es decir, a partir del contenido del área de texto, pulsando sobre "CARGAR" se rellenarán los formularios parcial o totalmente dependiendo de si se detecta o no algún error de sintaxis.

Pero no olvidemos que el objetivo primero es pasar a controlar o visualizar los datos de la planta. Por lo tanto, una vez que el servidor empiece a enviar datos a todos los clientes, será el usuario que navegando por las diferentes pestañas visualizara los datos de la forma deseada, según el modo elegido, tendrá constancia de las alarmas que se han elegido, podrá imprimir las informaciones que considere, podrá guardar las muestras que quiera durante un tiempo determinado, variar escalas en las gráficas, etc... Además, si el cliente es maestro podrá también modificar parámetros o reconocer alarmas. Esto es de lo que hablaremos a continuación.

Otra opción disponible sólo cuando se ha iniciado el control consiste en obtener la configuración dinámica del sistema en un momento dado. Para ello, bastara en clicar sobre el botón DINAMICA y en el área de texto aparecerá la configuración de forma que pueda ser almacenada posteriormente en un fichero que pueda ser utilizado como fichero de configuración.

## Pantalla de Alarmas:

En esta opción entramos en el menú de visualización y reconocimiento de alarmas.

El aspecto de la pantalla es el siguiente:

Lazo	Tipo Alarma	Inicio	Fin	Reconocimiento
TEMP_SAL_CAL	MAGPQ	31 Ene 2020 10:25:51	31 Ene 2020 10:25:56	Reconocer 1
CAUDAL	MAGGR	31 Ene 2020 10:25:48		Reconocer 2
TEMP_ENT_CAL	MAGPQ	31 Ene 2020 10:25:51	31 Ene 2020 10:25:56	Reconocer 3
TEMP_SAL_FRIO	MAGPQ	31 Ene 2020 10:25:51	31 Ene 2020 10:25:56	Reconocer 4

Fin de Alarma: en el lazo TEMP\_SAL\_FRIO el 31 Ene 2020 10:25:56  
Fin de Alarma: en el lazo TEMP\_ENT\_CAL el 31 Ene 2020 10:25:56  
Fin de Alarma: en el lazo TEMP\_SAL\_CAL el 31 Ene 2020 10:25:56  
Inicio de Alarma MAGPQ en el lazo TEMP\_SAL\_FRIO el 31 Ene 2020 10:25:51  
Inicio de Alarma MAGPQ en el lazo TEMP\_ENT\_CAL el 31 Ene 2020 10:25:51  
Inicio de Alarma MAGPQ en el lazo TEMP\_SAL\_CAL el 31 Ene 2020 10:25:51  
Inicio de Alarma MAGGR en el lazo CAUDAL el 31 Ene 2020 10:25:48

Figura 13 Pantalla de alarmas.

Aparece una tabla con columnas. Las tablas tienen información de las alarmas vigentes en el momento actual en todos y cada uno de los lazos, de qué tipo de alarma se trata, cuando empezó y cuando fue reconocida.

La primera columna es el nombre de la planta. A continuación, aparece el tipo de alarma que está padeciendo ese lazo si es que esta en alarma. La terminología utilizada es la mostrada a continuación: - MAGPQ: si el valor de la variable es menor que uno dado; - MAGGR: si el valor de la variable es mayor, - ERRGR: si la variación del error en un periodo de muestreo es superior al dado. El color en el que aparece el tipo de alarma también es significativo y será rojo, verde o azul, respectivamente.

Hay que tener en cuenta que una cosa es que el lazo está en alarma y otra distinta es el tratamiento que se lleva a cabo si el lazo está en alarma.

Las tres siguientes columnas informan de la fecha y hora cuando comenzó, termino y se reconoció la alarma. El reconocer una alarma supone pulsar sobre el botón de la derecha asociado al lazo y al momento y al momento, se recibirá una confirmación que se traduce en la aparición de la fecha y hora de reconocimiento trasmitida por el servidor. Esto solo la puede realizar el cliente maestro, pero a los demás clientes también les llegara la información.

En el área de texto aparecerá un histórico de alarmas de tal manera que a medidas que vayan surgiendo eventos de inicio, fin y reconocimiento de alarma se irán añadiendo dicha área por la parte de arriba. De esta forma el usuario siempre podrá visualizar la última alarma lanzada. Estas alarmas también se pueden imprimir.

### **Pantalla de Texto:**

Se visualizan los datos a través de una tabla con nueve columnas y tantas filas como lazos se controlen tal y como vemos a continuación.



CLIENTE MAESTRO 10:29:25

Alarma	n	VARIABLE	TIPO	VALOR	CONSIGNA	M/A	CTRL	salida A
1		TEMP_SAL_CAL	PID	18.38	30.0	MAN	1.5	FC01
2		CAUDAL	PID	6.06	1.5	MAN	30.0	
3		TEMP_ENT_CAL	PID	23.2	40.0	MAN	70.0	
4		TEMP_SAL_FRIO	---	16.6				

Figura 14 Pantalla de texto.

En la primera columna se indicará si el lazo está en alarma y de qué tipo es esta. En la siguiente columna aparece el número de lazo y al lado el nombre. Después se sitúa el tipo de regulador que se emplea para el control de ese lazo. El campo siguiente es el valor que toma actualmente la variable a controlar, acompañado después de valor de la referencia, así como el modo de control: automático o manual. Finalmente, la penúltima columna representa el valor de la variable de control para culminar con el campo “salida A” en el que aparece a que lazo se está alimentando con la salida del presente lazo.

Si pulsamos con el botón derecho del ratón sobre cualquiera de las filas de la columna “h” aparecerá un menú desplegable en el que con los permisos adecuados podremos cambiar la referencia del lazo, la señal de control, solo si estamos en modo automático, el modo manual/automático y las constantes  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$ . De paso se puede comprobar el valor medio de la variable controlada.

### **Pantalla Graficas Lazo:**

El objetivo en esta pantalla es visualizar la evolución en el tiempo de todas las señales de un lazo: la referencia, la señal de control y la señal a controlar.



Figura 15 Pantalla gráficas lazo.

Dado que solo podemos trabajar con un lazo, este será el que se encuentre seleccionado en las casillas situadas en la parte de arriba. Solo se encuentran habilitadas las casillas de los lazos existentes, apareciendo el código del lazo próximo a ellas.

Justo debajo aparecen dos botones de selección excluyentes con el nombre de Scope y Strip. Hacen referencia al modo de visualización de los datos recibidos del servidor en la gráfica y se han visualizado estos términos por ser los que utiliza la aplicación LabView, de uso muy extendido en el laboratorio. Veamos cada uno de los modos:

- Scope: Es el modo de visualización por defecto. A medida que llegan datos, estos se representan y cuando se llena esta se borra y vuelve a pintar desde el principio.
- Strip: Ahora, cuando se llega al final de la gráfica se producirá un efecto de “scroll” de forma que el usuario va estar viendo siempre el último tramo.

En ambos casos se pueden realizar unas acciones con el ratón según pinchemos sobre el panel superior (el de control) o sobre el panel inferior (el de la referencia y la magnitud controlada).

Si pinchamos con el botón izquierdo veremos el valor de la señal de control en la vertical de ese punto. Si pinchamos con el botón derecho, se desplegará un menú en el que vemos el valor medio de la magnitud a controlar y podremos modificar los valores de referencia, modo manual/automático, el valor de la señal de control y los valores de las constantes  $K_p$ ,  $T_i$ , y  $T_d$ .

En el panel inferior pasa lo mismo, salvo que con el botón derecho no se desplegó ningún menú, solo se visualiza el valor de la referencia en ese punto.

En la zona superior también podemos apreciar la existencia de un botón “REC” con el cual podemos tomar muestras y grabarlas en ficheros.

### **Pantalla Gráficas Múltiples:**

La apariencia de esta pantalla es muy similar a la anterior, solo que ahora podemos visualizar varios lazos a la vez.

A medida que pulsemos sobre las casillas situadas arriba, se irán añadiendo las respectivas representaciones gráficas de los lazos y las escalas correspondientes.

Como podemos ver, se dispone dos modos de visualización (Scope y Strip), podemos grabar muestras y las acciones del ratón son las mismas que en el apartado anterior, lo único que al tener varios lazos habrá que concretar sobre cual se está trabajando.

Esto se consigue seleccionándolo en la lista desplegable de la parte superior. Cada lazo se define con un color distinto para poder diferenciarlo en la gráfica y saber sobre que lazo estamos hablando.

También se notificarán las alarmas que se estén dando, así como el lazo a las que afecta. Si se seleccionan dos o más lazos, la señal de referencia correspondiente a cada uno de ellos no aparecerá para no complicar la visualización de los datos.



Figura 16 Pantallas gráficas múltiples.

### Pantalla Históricos:

El aspecto es muy similar al anterior con alguna diferencia. Se trata de poder visualizar los valores de las señales de uno o más lazos en cualquier periodo de tiempo pasado. Por defecto se ve toda la evolución de los lazos seleccionados desde el momento en que se empezaron a recibir datos del servidor, que puede o no coincidir con el momento en el que se inicia el control, dependiendo del instante en el que se conectó el cliente, hasta el presente. En la figura siguiente se puede ver la evolución del sistema en un periodo de tiempo.





Figura 17 Pantalla Históricos.

También disponemos de la opción “zoom” que cuando la seleccionemos provocara la aparición de unos campos a rellenar para determinar cómo queremos que se haga el zoom. Estos campos se basan en seleccionar el periodo de tiempo que queremos visualizar, así como el tamaño de la pantalla

Por otra parte, esta representación no es dinámica, es decir no se actualiza como la llegada de nuevos datos, solo se actualiza con el repintado que seleccionara el usuario pulsando el botón de “Repintar”. Para conseguir un mayor detalle, bastara con aumentar el valor del campo “Ancho de Pantallas”.

Así, por ejemplo, si nos quisiéramos centrar en lo que sucedió entre ciertos minutos, la gráfica presentaría un aspecto como se ve en la siguiente figura:



Figura 18 Zoom gráfica históricos.

### Graficas de Barras:

Es otra manera de visualización gráfica de estado de nuestros lazos (salida, referencia y señal de control). Dicha visualización se hace de forma de barras. Se verán gráficas de barras de los lazos seleccionados

Veamos la figura y posteriormente comentaremos las diferentes partes:

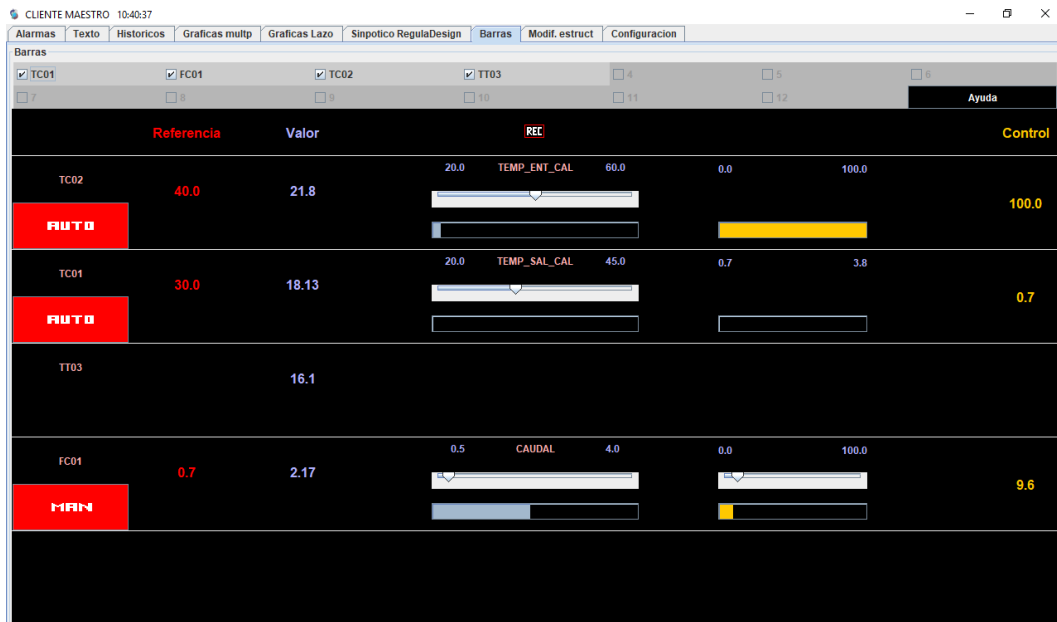


Figura 19 Pantallas gráficas barras.

Podemos ver la figura como una tabla en la que cada fila representa un lazo y los datos de cada lazo se visualizan en varias columnas.

La primera columna contiene el código del lazo y la casilla de selección del modo manual/automático. A continuación, se representa de forma textual el valor numérico de la referencia, seguido de la magnitud a controlar. Además, también por debajo del valor puede aparecer un indicador de alarma si apareciera.

Justo después aparece la representación de esos mismos valores, pero usando un desplazador para la referencia y una barra de progreso para el valor de la magnitud. El cliente maestro podrá pinchar sobre el desplazador y arrastrarlo hasta alcanzar la nueva referencia deseada. La nueva referencia será transmitida al servidor donde normalmente se aceptará el valor que posteriormente será enviado al servidor donde normalmente se aceptará el valor que posteriormente será transmitido a todos los clientes.

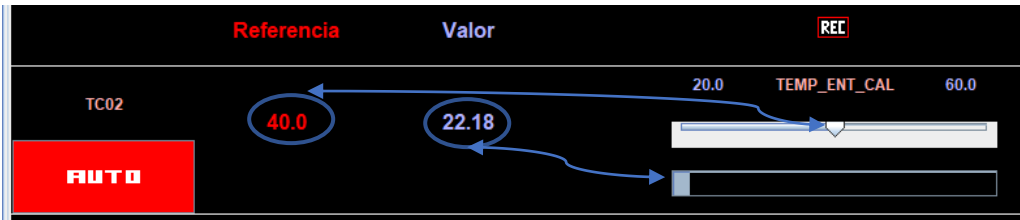


Figura 20 Referencia y valor (Barras).

Después se representa la variable de control de idéntica manera, solo que el desplazador será visible si el lazo está en manual si no, no. Si el lazo está en manual, la barra de progreso alcanzara el valor seleccionado a través del desplazador. En modo automático, según vaya variando la señal de control así variara la barra de progreso.

### **Modificar estructura:**

Con esta opción aparecerán unas cuantas pestañas en las que se permitan cambiar la forma y los parámetros de los lazos de regulación. A continuación, vemos las diferentes opciones:

- Medida: Con esta opción entramos en la pantalla de cambio de tipo de ajuste y de los parámetros relacionados.
- Lazos y cables: Permite cambiar los cables de entrada y salida de nuestros lazos, el bloque de entrada de la referencia y el parámetro VO explicado anteriormente al hablar de los ficheros de configuración inicial. También nos permite ver el orden en que se calculan los ajustes para los lazos y en el orden en el que se calculan los nuevos valores de la señal de control. Estos ordenes les fija REGULA.
- Regulador: Esta es la página del cambio del tipo de regulador y los parámetros relacionados con él. Aparece un nuevo submenú con las siguientes opciones:
  1. Error: Con esta opción pasamos a la página de cambio de tipo de tratamiento de error y sus parámetros.
  2. Referencia: Con esta opción pasamos a la página de cambio de tipo de tratamiento de la referencia y sus parámetros.
  3. Feed-Forward Con esta opción pasamos a una nueva página en la que podemos cambiar el número de tratamientos feed-forward para cada lazo, y los lazos de donde vienen esos tratamientos.

4. Válvula: Con esta opción pasamos a la página de cambio de tipo de válvula y sus parámetros.
5. Adaptativo: Con esta opción entramos en el submenú de cambios en los reguladores adaptativos:
  - I. Ver identificación: Permite ver el modelo identificado para nuestro lazo y algunos parámetros de identificación.
  - II. Cambia identificación: Permite cambiar los órdenes del modelo identificado para nuestro lazo y algunos parámetros de la identificación.
  - III. Ver regulador: Permite ver algunos parámetros interesantes de nuestro regulador adaptativo.
  - IV. Cambia regulador: Permite cambiar ciertos parámetros de nuestro regulador adaptativo.
6. Escalas: Con esta opción pasamos a la página de cambio de parámetros para las gráficas.
7. Alarmas: Con esta opción pasamos a la página de cambio de tipo de tratamiento de alarma y los parámetros relacionados con este.

En todas estas pantallas en las que se puede efectuar cambios en la configuración de forma dinámica, aparecen cuatro botones en la parte inferior que son:

- Enviar: Esta primera opción permite aceptar todos los cambios realizados en la página actual inmediatamente mandándolos al servidor donde serán actualizados y posteriormente se enviará la nueva configuración a todos los clientes.
- Aceptar: Permite introducir los cambios realizados en el buffer, de forma que los cambios seleccionados no se realicen en ese mismo instante, pero se tienen almacenados para poder ejecutarlos cuando se quiera.
- Enviar buffer: Con esta opción se ejecutan todos los cambios de todas las paginas almacenadas en el buffer.
- Vaciar buffer: Eliminar o limpiar el contenido completo del buffer.



## CAPÍTULO 3: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y MODELO MATEMÁTICO:

### Fundamentos teóricos:

En primer lugar, tenemos el depósito compartimentado al que llega el agua procedente de los serpentines a una temperatura no muy elevada, debido a la transmisión de calor realizada en los otros depósitos cilíndricos de intercambio de calor y en el que se trata de aumentar la temperatura mediante unas resistencias térmicas que generará el calor suficiente para elevar la temperatura al valor deseado. Tiene un pequeño molino que hará que el agua se caliente de la manera más homogénea posible.

La zona en la que está el depósito de agua regulado mediante resistencias térmicas, la hemos dividido en dos partes para poder estudiarlas y para que alcancen la temperatura deseada con una mayor facilidad.

Por otro lado, tenemos los dos depósitos cilíndricos donde se realiza el intercambio de calor a través de dos serpentines que hay en su interior. Por un lado, circulará el agua caliente procedente del depósito mencionado antes por el interior de los serpentines en un circuito cerrado y, por otro lado, circulará el agua refrigeradora procedente de la calle el cual, saldrá al exterior de la planta nuevamente adquiriendo un aumento de temperatura debido a esa transmisión de calor.

También tenemos una serie de válvulas: una que controlaran el caudal refrigerador que entra a los depósitos cilíndricos, otra válvula de aire que controlara la válvula anterior y una serie de válvulas para controlar la circulación del fluido a través de la planta.

Finalmente, habrá una bomba que hará circular un caudal de agua constante, por el circuito cerrado de agua caliente.

En la siguiente imagen podremos ver las diferentes partes mencionadas de una forma esquemática, que nos ayudara a comprobar el funcionamiento de la planta.

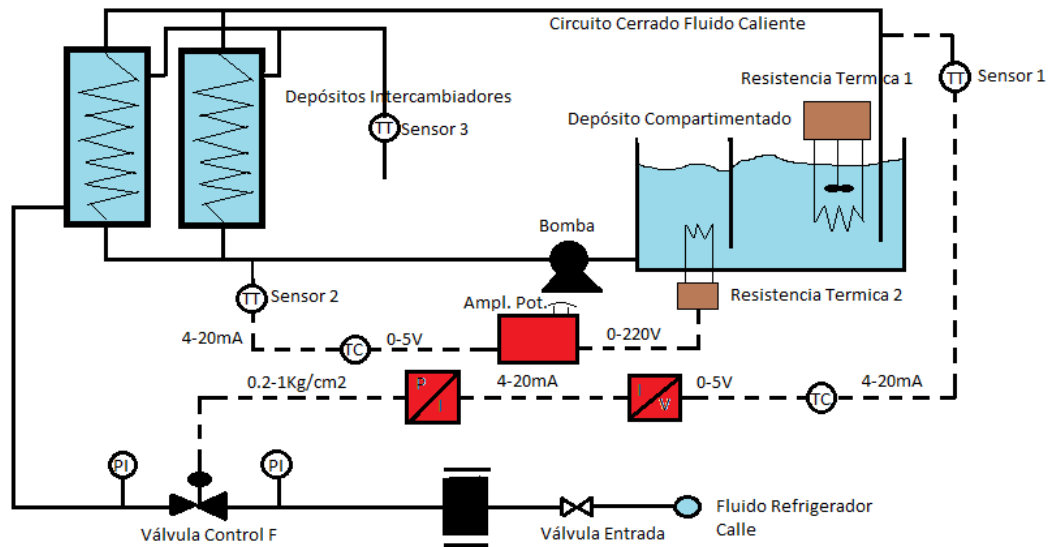


Figura 21 Esquema simplificado de la planta.

También he adjuntado una imagen con la leyenda de las variables y constantes empleadas en las ecuaciones de manera orientativa para entender mejor el modelo matemático que hemos creado:

```

COMPONENT Modelo_Dinamico_Planta
DATA
  REAL Vi = 9.240 "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
  REAL Vs = 2.240 "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
  REAL q = 17.5 "Caudal de la bomba (dm3/min)"
  REAL P1 = 1.050 "Potencia resistencia 1 (kw)"
  REAL P2 = 1.000 "Potencia resistencia 2 (kw)"
  REAL d = 1 "Densidad agua (Kg/dm3)"
  REAL Ce = 4.186 "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
  REAL Alfa = 0.15 "Aproximación no valor real"
  REAL Te = 20 "Temperatura ambiente Grados (°C)"
  REAL Vss1 = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1(dm3)"
  REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2(dm3)"
  REAL T3 = 19 "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
  REAL U = 3 "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kw/min-dm2-°C)"
  REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
  REAL Np1 = 19 "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
  REAL m1 = 6.8486 "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
  REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
  REAL Np2 = 20 "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
  REAL m2 = 6.6313 "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"

DECLS
  REAL T2 "Temperatura variable del primer compartimento del deposito (°C)"
  REAL To "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
  REAL Ti "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
  REAL Ti1 "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
  REAL Ti2 "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
  REAL T4 "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
  REAL T41 "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
  REAL T42 "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
  REAL Im1 "Incremento de temperatura 1 (°C)"
  REAL Im2 "Incremento de temperatura 2 (°C)"
  DISCR REAL A1 "Sección serpentín 1"
  DISCR REAL A2 "Sección serpentín 2"
  REAL F "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
  REAL Q1 "Calor Transmitido serpentín 1 (kw/min)"
  REAL Q2 "Calor Transmitido serpentín 2 (kw/min)"

```

Figura 22 Variables y constantes del modelo.



### Modelo matemático:

Realizamos el modelo matemático de la planta que hemos visto antes. Lo dividiremos en varias partes claramente diferenciadas para realizar los modelos.

La fórmula matemática que representa el primer compartimento del depósito de la planta está expresada a continuación. Se modeliza diciendo que el incremento de temperatura ( $T_2$ ) respecto del tiempo que hay en este primer depósito es debido a la diferencia de temperaturas que hay a la entrada, más el poder calorífico aportado por la resistencia térmica, menos las pérdidas que hay hacia la atmosfera.

$$V_i * \frac{dT_2}{dt} = q * (T_i - T_2) + \left( \frac{P_1}{(d * C_e)} \right) - \left( \left( \frac{\alpha}{(d * C_e)} \right) * (T_2 - T_e) \right)$$

En segundo lugar, dado que la temperatura del primer depósito variaba mucho se recurrió a un segundo depósito interconectado con el primero. Este tiene otra resistencia térmica que elevará la temperatura del agua hasta el valor deseado sin fluctuaciones para que ya la bomba lo distribuya por la planta hacia los serpentines. Su modelización es semejante a la anterior.

$$V_s * \frac{dT_o}{dt} = q * (T_2 - T_o) + \left( \frac{P_2}{(d * C_e)} \right) - \left( \left( \frac{\alpha}{(d * C_e)} \right) * (T_o - T_e) \right)$$

Por otro lado, tenemos la parte donde se realiza el intercambio de calor a través del agua de refrigeración y el agua caliente del circuito cerrado, a través de los serpentines. Para ello, hemos utilizado la fórmula de Chen. Tenemos que tener en cuenta que tenemos dos depósitos con diferentes características las cuales dividen el fluido en dos, tanto a la entrada como a la salida, por tanto, lo implementamos con las siguiente formulas:

$$T_{m1} = \text{sqrt}((T_o - T_{41}) * (T_{i1} - T_3) * \frac{((T_o - T_{41}) + (T_{i1} - T_3))}{2})$$

$$Tm2 = \text{sqrt}((To - T42) * (Ti2 - T3) * \frac{((To - T42) + (Ti2 - T3))}{2})$$

También se calculará los calores intercambiados en los diferentes depósitos, a través de los serpentines (Q1 y Q2).

$$Q1 = U * A1 * Tm1$$

$$Q2 = U * A2 * Tm2$$

Las fluctuaciones de temperatura que se producen en los diferentes sensores térmicos que tenemos en la planta se desarrolla a continuación. Su modelización se basa a un sistema muy parecido al mencionado en el depósito calefactor compartimentado.

$$V_{ss1} * d * Ce * \frac{dT_{i1}}{dt} = \left(\frac{q}{2}\right) * d * Ce * (To - T_{i1}) - Q1$$

$$V_{ss2} * d * Ce * \frac{dT_{i2}}{dt} = \left(\frac{q}{2}\right) * d * Ce * (To - T_{i2}) - Q2$$

$$q * d * Ce * \frac{dT_i}{dt} = \left(\left(\frac{q}{2}\right) * d * Ce * T_{i1}\right) + \left(\left(\frac{q}{2}\right) * d * Ce * T_{i2}\right)$$

$$m1 * Ce * \frac{dT_{41}}{dt} = \left(\frac{F}{2}\right) * d * Ce * (T3 - T_{41}) + Q1$$

$$m2 * Ce * \frac{dT_{42}}{dt} = \left(\frac{F}{2}\right) * d * Ce * (T3 - T_{42}) + Q2$$

$$F * d * Ce * \frac{dT4}{dt} = \left(\left(\frac{F}{2}\right) * d * Ce * T_{41}\right) + \left(\left(\frac{F}{2}\right) * d * Ce * T_{42}\right)$$

## CAPITULO 4: FUNCIONAMIENTO Y MANEJO DE ECOSIMPRO:

Vamos a hablar un poco del entorno del Software EcosimPro para introducir un poco las cualidades y características del programa.

Este programamos servirá para modelar y simular sistemas empleando la metodología de Modelos Orientados a Objetos (MOO), cuyas propiedades se quieren estudiar con la intención de utilizarlo para un análisis, diseño, control y mejora de su rendimiento. Muchos sistemas solo se pueden estudiar mediante la experimentación, servirá para ver y comprobar el comportamiento dinámico y estático mediante la excitación de sus entradas.

El uso de estas técnicas sirve para comprobar y optimizar el diseño de un sistema antes de su construcción, evita costes de errores y de seguridad, aumentar la calidad y reducir costes.

Por un lado, tenemos los modelos de tiempo continuo caracterizado por las variables de estado cambian su valor constantemente. También están los modelos en tiempo discreto en estos las variables cambian en instante de tiempos determinados.

El diagrama de bloques del proceso de MOO se basa en: Creación de una librería de componentes (Codificación de puertos, componentes, etc., Creación de una librería de componente gráficos), Generación de ecuaciones, Generación de una partición, Generación de un experimento y la Ejecución de la simulación.

Para descargar EcosimPro con la única limitación del número máximo de ecuaciones que se pueden modelar, hemos recurrido a la versión gratuita que hay en la página web [www.ecosimpro.com](http://www.ecosimpro.com) y hemos seleccionado la opción Download, que nos permite descargar una versión Demo bastante útil para nuestro TFG.

Para empezar a trabajar lo primero que hay que hacer es abrir un espacio de trabajo, Workspace, que es la manera de agrupar modelos, librerías, simulaciones y demás. Se hace dando a la opción File > New Workspace. Todos

los componentes tendrán que estar relacionados con alguna librería por tanto daremos a File > New > Library o utilizar alguna ya disponible. Posteriormente se abrirá una ventana de texto en la parte derecha en esta se escribirá el código en lenguaje EL de EcosimPro como podemos ver en la figura de abajo.

```

MODELO1.el X
1 /-----*/
2 LIBRARY: MODELODINAMICO
3 FILE: MODELO1
4 CREATION DATE: 22/11/2019
5 -----*/
6 USE MATH
7
8 COMPONENT Modelo_Dinamico_Planta
9
10 DATA
11 REAL Vi = 9.240 "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
12 REAL Vs = 2.240 "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
13 REAL q = 17.5 "Caudal de la bomba (dm3/min)"
14 REAL P1 = 1.050 "Potencia resistencia 1 (kw)"
15 REAL P2 = 1.000 "Potencia resistencia 2 (kw)"
16 REAL d = 1 "Densidad agua (Kg/dm3)"
17 REAL Ce = 4.186 "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
18 REAL Alfa = 0.15 "Aproximación no valor real"
19 REAL Te = 20 "Temperatura ambiente Grados (°C)"
20 REAL Vss1 = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1 (dm3)"
21 REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2 (dm3)"
22 REAL T3 = 19 "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
23 REAL U = 3 "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kw/min-dm2-°C)"
24 REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
25 REAL Np1 = 19 "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
26 REAL m1 = 6.8486 "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
27 REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
28 REAL Np2 = 20 "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
29 REAL m2 = 6.6313 "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"
30
31 DECLS
32 REAL T2 "Temperatura variable del primer compartimento del deposito (°C)"
33 REAL To "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
34 REAL Ti "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
35 REAL Ti1 "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
36 REAL Ti2 "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
37 REAL T4 "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
38 REAL T41 "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
39 REAL T42 "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
40 REAL Tm1 "Incremento de temperatura 1 (°C)"
41 REAL Tm2 "Incremento de temperatura 2 (°C)"
42 DISCR REAL A1 "Sección serpentín 1"
43 DISCR REAL A2 "Sección serpentín 2"
44 REAL F "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
45 REAL Q1 "Calor Transmitido serpentín 1 (kw/min)"
46 REAL Q2 "Calor Transmitido serpentín 2 (kw/min)"
47
48 INIT
49 A1 = Ap1*Np1
50 A2 = Ap2*Np2
51
52 CONTINUOUS
53 Vi*T2' = q*(Ti-T2)+(P1/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(T2-Te))
54 Vs*To' = q*(T2-To)+(P2/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(To-Te))
55
56 Tm1 = (To-T41)*(Ti1-T3)*sqrt(((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
57 Tm2 = (To-T42)*(Ti2-T3)*sqrt(((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
58
59 Q1 = U*A1*Tm1
60 Q2 = U*A2*Tm2
61
62 Vss1*d*Ce*Ti1' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti1)-Q1
63 Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2

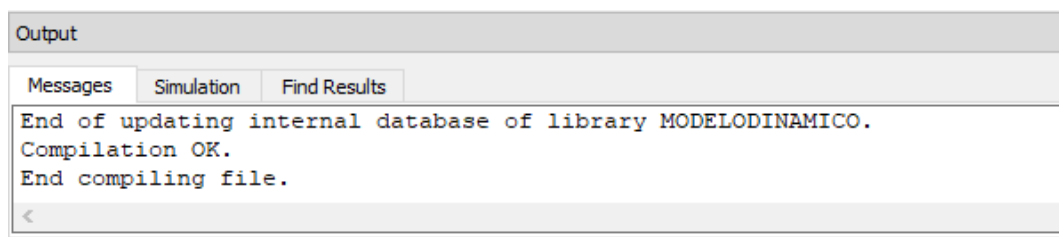
```

Figura 23 Código del lenguaje EL.

El código está comprendido entre COMPONENT y END COMPONENT. Hay una sección denominada DATA en el cual se incluyen los datos como constantes, que tendrán un valor prefijado antes de empezar la simulación. Después hay

otra sección llamada DECLS que contiene las variables dinámicas que EcosimPro tendrá que calcular a no ser que sean variables de contorno que el usuario tendrá que especificar. Finalmente se describirá la ecuación diferencial que describe el comportamiento del sistema, se declarará en la sección CONTINUOUS, estas varían a lo largo del tiempo. El orden de cómo se escriban estas ecuaciones no se tendrá en cuenta EcosimPro no tendrá problemas para detectarlo.

Antes de empezar la simulación tendremos que compilar el programa para comprobar que el código está bien realizado, esto se realizara con la opción *Compile*. Si esta correcto saldrá el mensaje siguiente *Compilation OK*. Si hay algún error nos indicara donde esta esté, clicando sobre él. En la siguiente imagen podemos ver el mensaje que sale una vez que compilamos:



```
Output
Messages Simulation Find Results
End of updating internal database of library MODELODINAMICO.
Compilation OK.
End compiling file.
```

Figura 24 Compilación del lenguaje EL.

Una vez compilado en la pestaña Items en la parte inferior izquierda de la pantalla se podrá observar que el componente se añade a la librería como vemos en la imagen de abajo:

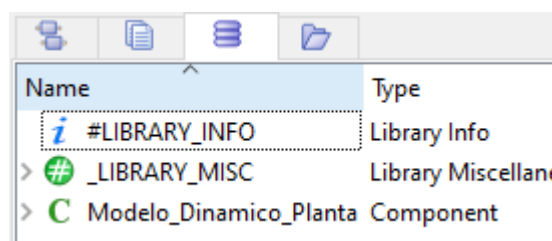


Figura 25 Ventana de Items.

Ahora vamos a ver una vista general de la pantalla de trabajo, que se mostrara a continuación:

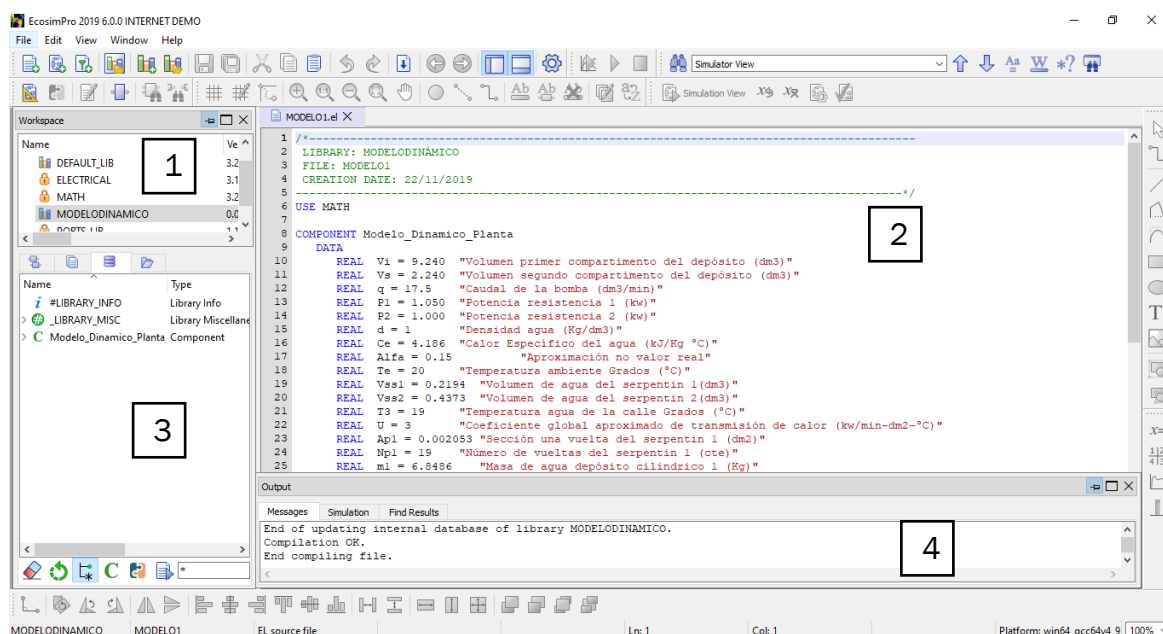


Figura 26 Vista general.

Como podemos ver está dividido en cuatro partes claramente diferenciadas:

1. Librerías utilizadas.
2. Código EL del componente.
3. Ficheros de la Librería.
4. Apartado de dialogo de errores.

La ventana 3 muestra ficheros de las librerías. Está formada por cuatro pestañas: Files, Items, Partitions y Experiments.

Una vez compilado habrá que realizar la Partitions del componente con el botón derecho seleccionando la opción New Desing Partition se le otorga un nombre y pulsamos OK.

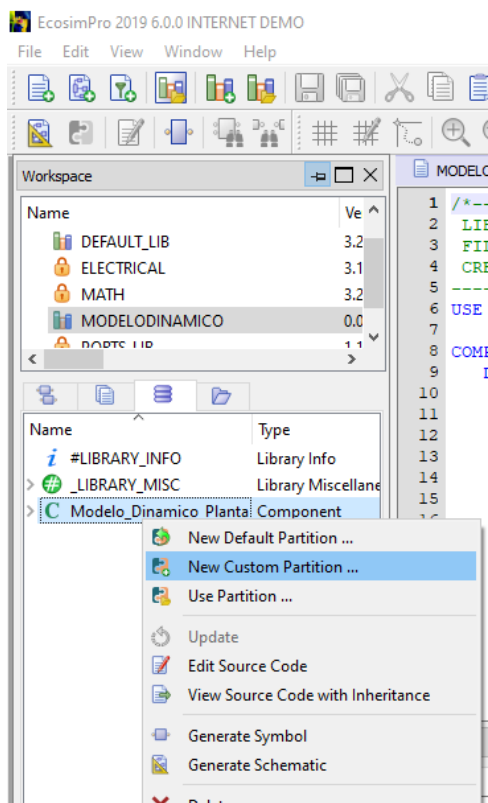


Figura 27 Creación de la Default Partition.

Realizando la partición se origina un modelo matemático que debemos validar con el botón derecho y dando la opción Validate. Una vez realizado ya se puede empezar a realizar simulaciones, pero para ello hay primero que generar un experimento que se hace con el botón derecho, pulsando New Experiment y dándole un nombre, también como podremos ver en la siguiente imagen:

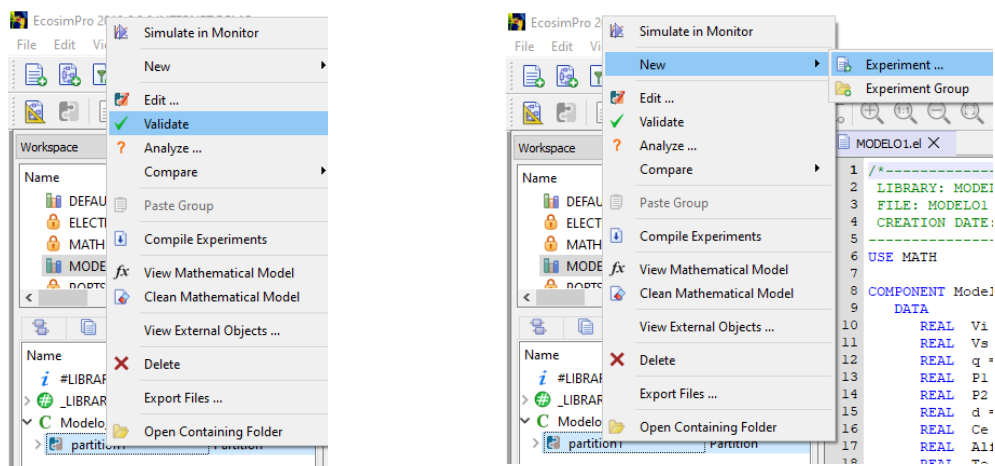


Figura 28 Validación de la partición y generar un experimento.

Una vez creado el experimento se puede ver que esta dividido en tres partes claramente diferenciadas: INIT, BOUND, Y BODY, explicadas a continuacion:

INIT: Se inializan las variables de estado algebraicas.

BOUNDS: Las variables que no se pueden despejar de ninguna ecuación, ni estan definidas, ni es variable de estado. Si es asi se la denomina variable de contorno

BODY: Formaliza las características dentro de la simulación. Tenemos la variable TIME que se inicializa a cero, TSTOP que es el tiempo de finalización de la simulación, CINT es el intervalo de comunicación y INTEG() llamada a la función para que comience la simulación.

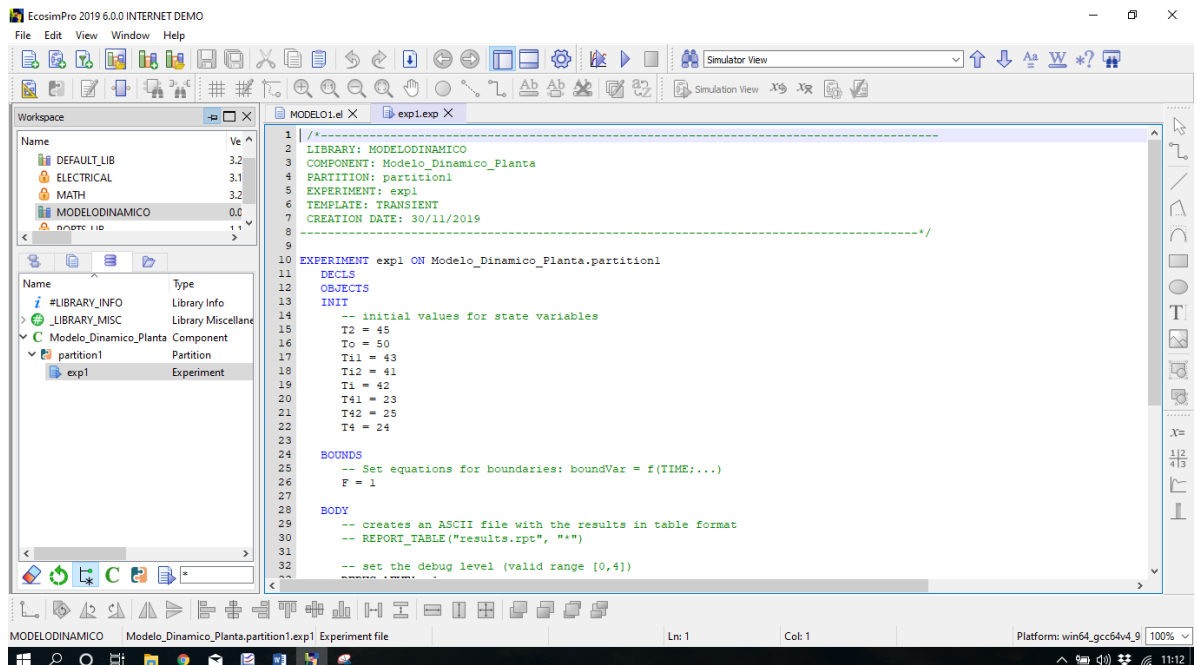


Figura 29 Vista tras la creación de un experimento.

Tras guardar el experimento se realizará la simulación. Con el botón derecho del ratón se escogerá la opción Simulate in Monitor. El modelo es compilado en C++, si hubiera algún fallo aparecería un mensaje de error. Por otro lado, se abre otra ventana llamada EcosimPro Monitor.



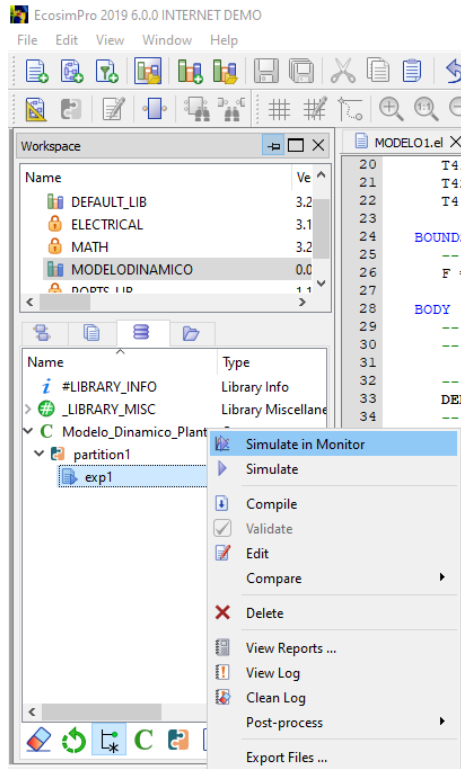


Figura 30 Ir a ventana Simulación.

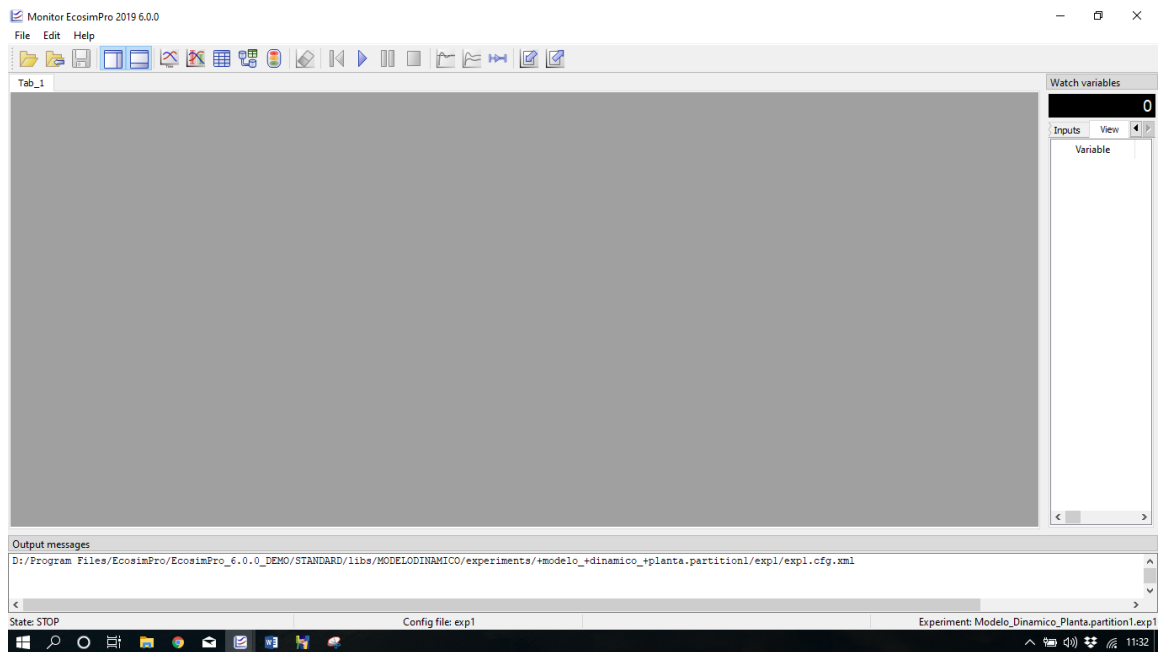


Figura 31 Pantalla EcosimPro Monitor.

La ventana de EcosimPro Monitor en un principio está vacía como podemos ver en la imagen anterior. Utilizaremos el botón New Plot para elegir las variables que queremos estudiar y ver su desarrollo en el tiempo.

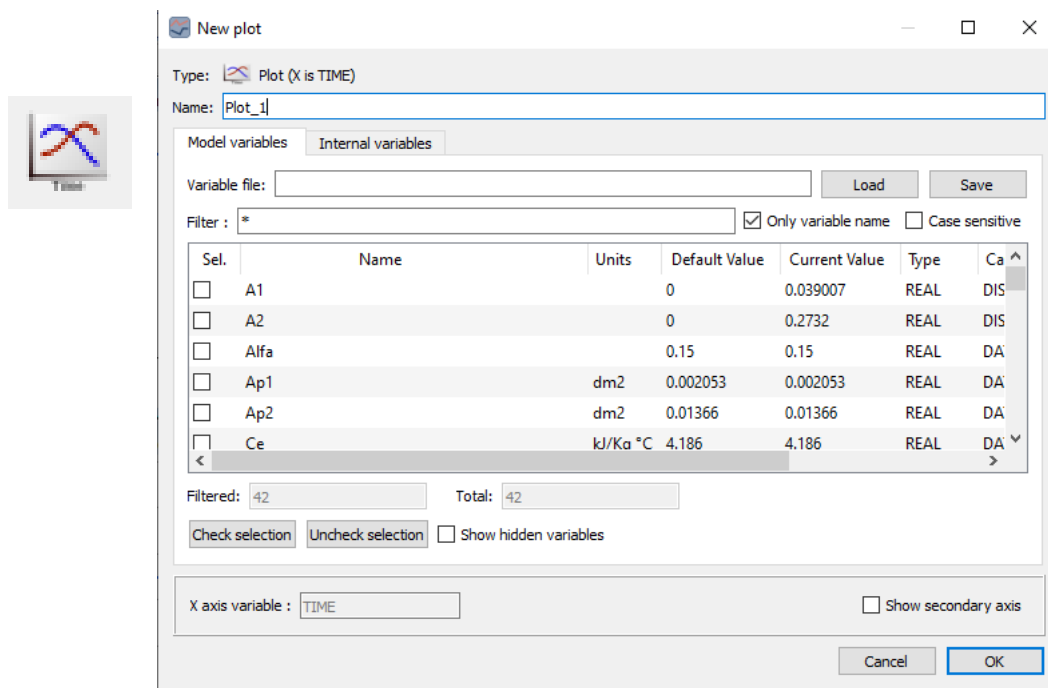


Figura 32 Herramienta New Plot y Pantalla de Selección de variables a plotear.

En la derecha de la pantalla EcosimPro Monitor hay una ventana de visualización de las variables deseadas (Watch variables) en el tiempo de ejecución, pulsando con el botón derecho y marcando Edit Watch.

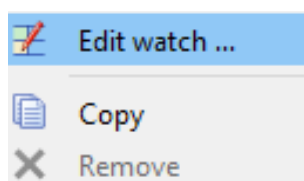


Figura 33 Edición de Watch variables.

Una vez elegidas y seleccionadas las variables a mostrar, se pulsa Ok:

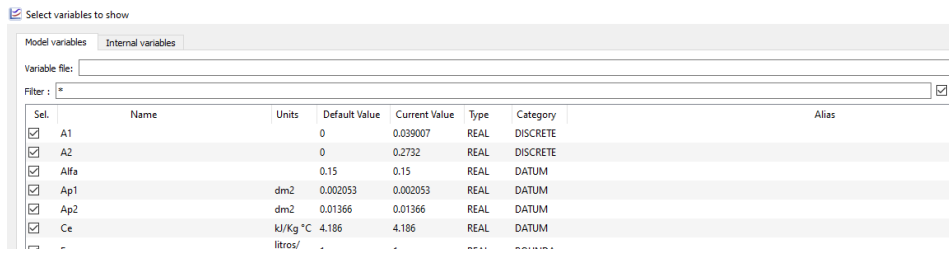


Figura 34 Selección de variables a mostrar.

Finalmente, se ejecuta la simulación, dando al Play dentro del menú herramientas. Se verá el cambio de las variables en la ventana de gráficas y el cambio del valor numérico en la ventana derecha. Tendrá un aspecto parecido al siguiente:

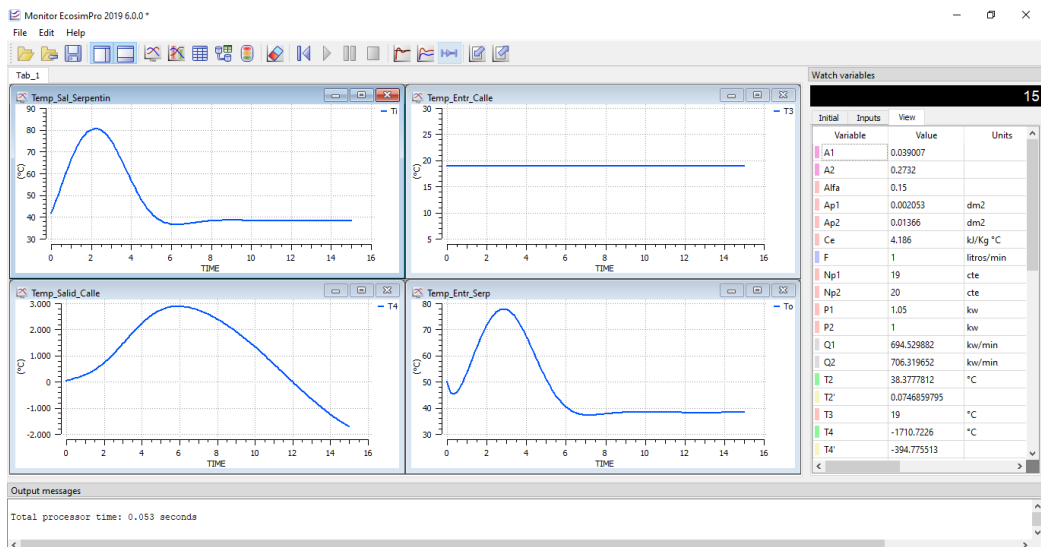


Figura 35 Vista general de la Simulación realizada.

Los resultados de una simulación se pueden guardar en un archivo de texto llamado ReportAll.rpt. Estos resultados los puedes cargar en la ventana principal de EcosimPro, hacer clic derecho sobre exp1 escogiendo la opción View Reports y seleccionando el archivo deseado.

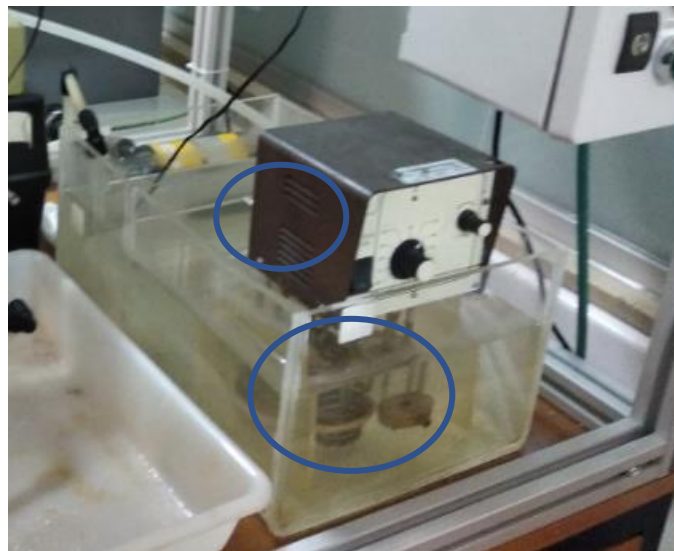
También se puede ver todos los eventos de la simulación con la opción View Log, debajo de View Reports.



## CAPÍTULO 5: SISTEMA DE CONTROL DE LA PLANTA:

El sistema de control de la planta se llevará a cabo a través del programa REGULA. Con este Software podremos manipular y controlar las variables que provoquen cambios en la estación mediante: el control de las temperaturas a través de resistencias térmicas y la regulación del caudal de agua de entrada de la calle (F), a los depósitos donde se encuentran los transmisores de calor.

Principalmente la variable a controlar será la (F), ya que las resistencias térmicas las dejaremos a una temperatura constante de unos sesenta grados, la variación de esa temperatura podría provocar irregularidades en las medidas de la planta al tener un cambio de temperatura muy difícil de controlar con exactitud. La causa principal de este problema se debe a que la transmisión de la temperatura es muy lenta al tener un volumen de agua bastante elevado, provocando, que para la obtención de los datos experimentales habría que invertir demasiado tiempo para saber realmente como afectarían esos cambios en la planta. A continuación, podemos ver las resistencias térmicas y el deposito dividido en dos compartimentos, con su respectivo volumen de agua:



*Figura 36 Resistencias térmicas y depósito de agua.*

Por otro lado, tenemos el caudal de entrada de refrigeración controlada a través de una válvula, regulada con el Software REGULA. Esta nos permitirá ir ajustando el caudal (F) de entrada a los intercambiadores de calor. Así podremos controlar la experimentación de la planta a lo largo del tiempo,

inyectando más o menos caudal de agua refrigerante dependiendo de las necesidades que tengamos y poder controlar los parámetros que queramos comprobar.

La válvula de control del caudal de refrigeración (F), será controlada digitalmente a través del Software REGULA, esta válvula se ajusta con aire a presión, por tanto, tendremos que tener una subestación que nos proporcione aire con unas condiciones concretas. En las dos siguientes imágenes podemos ver como es el sistema de control de la válvula y como se le aporta aire para su control:



*Figura 37 Válvula de control del caudal de agua (F), nuestra variable controladora.*



*Figura 38 Válvula que aporta aire en unas condiciones determinadas a la válvula de control del caudal (F).*

Por tanto, en definitiva, podemos decir que el sistema de control de la planta se ajustara mediante el Software REGULA ya que es el que controla la válvula de aire, que a su vez controla la válvula del caudal (F), que entra como líquido refrigerante, a los depósitos de intercambio de calor donde se encuentran los serpentines.

La visualización de la gráfica de estados de nuestro lazo del caudal de refrigeración (F) (salida, referencia y señal de control), se hace de forma de barras. Veamos la figura y posteriormente comentaremos las diferentes partes donde los datos se visualizan en varias columnas:

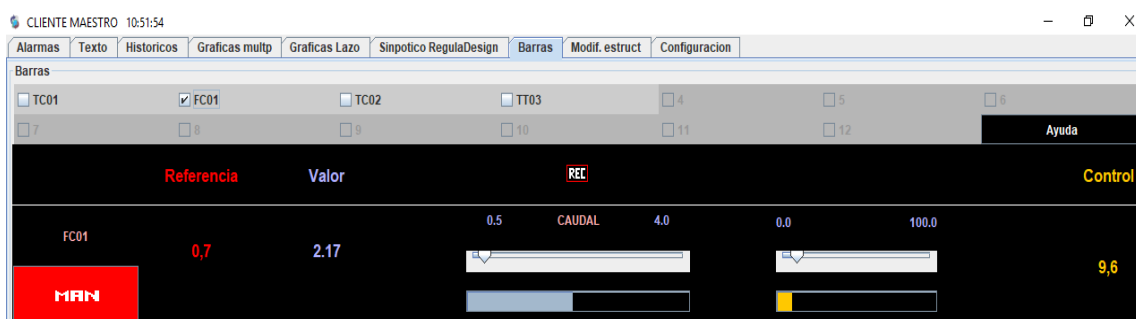


Figura 39 Barras de control de la variable controlada (F).

La primera columna contiene el código del lazo y la casilla de selección del modo manual/automático. En nuestro caso el caudal tendrá que estar en manual. A continuación, se representa de forma textual el valor numérico de la referencia, seguido de la magnitud a controlar que en nuestro caso es el caudal (F). Además, también por debajo del valor puede aparecer un indicador de alarma si procediera.

Justo después aparece la representación de esos mismos valores, pero usando un desplazador para la referencia y una barra de progreso para el valor de la magnitud. El cliente maestro podrá pinchar sobre el desplazador y arrastrarlo hasta alcanzar la nueva referencia deseada. La nueva referencia será transmitida al servidor donde normalmente se aceptará el valor que posteriormente será enviado al servidor donde normalmente se aceptará el valor que posteriormente será transmitido a todos los clientes.

Después se representa la variable de control de idéntica manera, solo que el desplazador será visible si el lazo está en manual como es nuestro caso. Si el lazo está en manual, la barra de progreso alcanzara el valor seleccionado a través del desplazador. En modo automático, según vaya variando la señal de control así variara la barra de progreso.

Por tanto, mediante el sistema mencionado podremos controlar la planta a lo largo del tiempo, a través del software REGULA que a su vez controlará la variable (F).



## CAPÍTULO 6: SIMULACIÓN DINÁMICA:

La realización del modelo dinámico creado a raíz del modelo matemático, previamente hecho, se creó con el Software EcosimPro, que hemos introducido en el capítulo anterior. Con él, podemos realizar la simulación del modelo de la planta de estudio del laboratorio.

Hay que crear una nueva Librería a la que llamaremos “MODELODINAMICO”, justo después, se crea el archivo fuente llamado “modelo1.el” dentro de esa librería, donde se programará el funcionamiento de la planta a través de las constantes, variables y ecuaciones deducidas en el modelo matemático. Estas serán manipuladas simbólicamente de acuerdo con los objetivos y las condiciones de contorno en la simulación.

En primer lugar, al realizar el modelo dinámico tenemos que declarar las constantes y variables con las que trabajaremos. Tenemos diferentes tipos de variables; las explícitas, las derivativas, las dinámicas y las de límite. Por otro lado, tenemos las ecuaciones que determinan el funcionamiento de la planta y los procesos que se llevan a cabo durante su funcionamiento. Todo esto lo podremos ver en las siguientes tres imágenes:

```
1 /*-----*/
2 LIBRARY: MODELODINAMICO
3 FILE: MODELO1
4 CREATION DATE: 22/11/2019
5 /*-----*/
6 USE MATH
7
8 COMPONENT Modelo_Dinamico_Planta
9   DATA
10    REAL Vi = 9.240    "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
11    REAL Vs = 2.240    "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
12    REAL q = 17.5      "Caudal de la bomba (dm3/min)"
13    REAL P1 = 63.000   "Potencia resistencia 1 (kJ/min)"
14    REAL P2 = 60.000   "Potencia resistencia 2 (kJ/min)"
15    REAL d = 1         "Densidad agua (Kg/dm3)"
16    REAL Ce = 4.186    "Calor Específico del agua (kJ/Kg °C)"
17    REAL Alfa = 0.15   "Aproximación no valor real"
18    REAL Te = 20       "Temperatura ambiente Grados (°C)"
19    REAL Vss1 = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1(dm3)"
20    REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2(dm3)"
21    REAL T3 = 12       "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
22    REAL U = 180       "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kJ/min-dm2-°C)"
23    REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
24    REAL Np1 = 15      "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
25    REAL m1 = 6.8486   "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
26    REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
27    REAL Np2 = 20      "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"/>
```

Figura 40 Constantes empleadas en modelo dinámico.

```

31  DECLS
32  REAL  T2      "Temperatura variable del primer compartimento del deposito (°C)"
33  REAL  To      "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
34  REAL  Ti      "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
35  REAL  Ti1     "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
36  REAL  Ti2     "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
37  REAL  T4      "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
38  REAL  T41     "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
39  REAL  T42     "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
40  REAL  Tm1     "Incremento de temperatura 1 (°C)"
41  REAL  Tm2     "Incremento de temperatura 2 (°C)"
42  DISCR REALA1 "Sección serpentín completo 1 (dm2)"
43  DISCR REALA2 "Sección serpentín completo 2 (dm2)"
44  REAL  F       "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
45  REAL  Q1      "Calor Transmitido serpentín 1 (kJ/min)"
46  REAL  Q2      "Calor Transmitido serpentín 2 (kJ/min)"
47  REAL  Qperd   "Calor transmitido a la atmosfera"
48
49  INIT
50  A1 = Ap1*Np1
51  A2 = Ap2*Np2

```


Figura 41 Variables empleadas en el modelo dinámico.

```

52
53  CONTINUOUS
54  Vi*T2' = q*(Ti-T2)+(P1/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(T2-Te))
55  Vs*To' = q*(T2-To)+(P2/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(To-Te))
56
57  Tm1 = sqrt((To-T41)*(Ti1-T3)*((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
58  Tm2 = sqrt((To-T42)*(Ti2-T3)*((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
59
60  Q1 = U*A1*Tm1
61  Q2 = U*A2*Tm2
62  Qperd = ((Alfa)*(T2-Te))
63
64
65  Vss1*d*Ce*Ti1' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti1)-Q1
66  Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2
67  q*d*Ce*Ti = ((q/2)*d*Ce*Ti1)+((q/2)*d*Ce*Ti2)
68
69  m1*Ce*T41' = (F/2)*d*Ce*(T3-T4)+Q1
70  m2*Ce*T42' = (F/2)*d*Ce*(T3-T4)+Q2
71  F*d*Ce*T4 = ((F/2)*d*Ce*T41)+((F/2)*d*Ce*T42)
72
73
74
75  END COMPONENT

```

Figura 42 Ecuaciones que determinan el funcionamiento de la planta.

Una vez realizado esto, se realiza la compilación  del programa diseñado, de esta forma comprobaremos que no tiene errores de forma en el código diseñado.

Proseguimos creando una nueva partición y validándola. En esta se crea un modelo matemático asociada al proceso creado en C++, con el que se puede definir experimentos. Esto se hace, cuando tenemos más variables que

ecuaciones, cuando hay que crear unas condiciones de contorno o cuando hay que resolver problemas relacionados con bucles algebraicos y de altos índices. El objetivo es hacer que el modelo de un proceso sea independiente de su uso en una situación particular. Para crearla hay que hacer como vemos en la siguiente imagen:

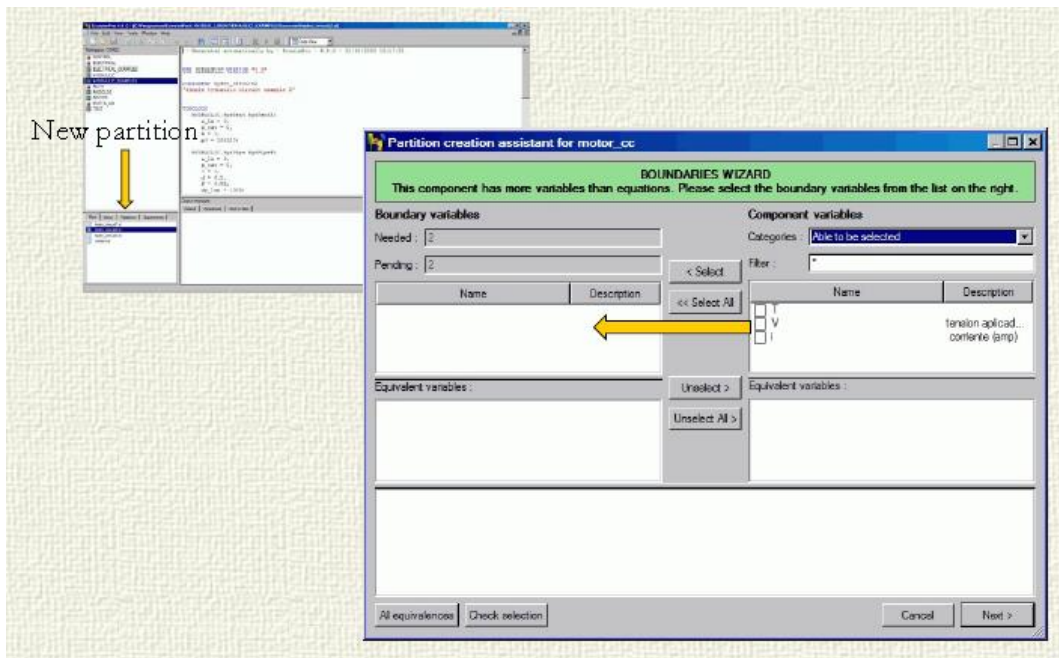


Figura 43 Creación de una Partición en un modelo.

Una vez realizada la partición y validada, habrá que crear un experimento para introducir los valores de las variables de estado (State Variables) y los límites (Boundaries) de determinadas variables:

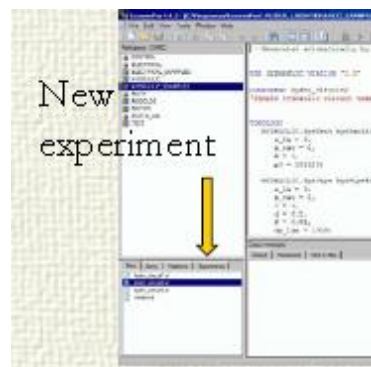


Figura 44 Creación del experimento 1.

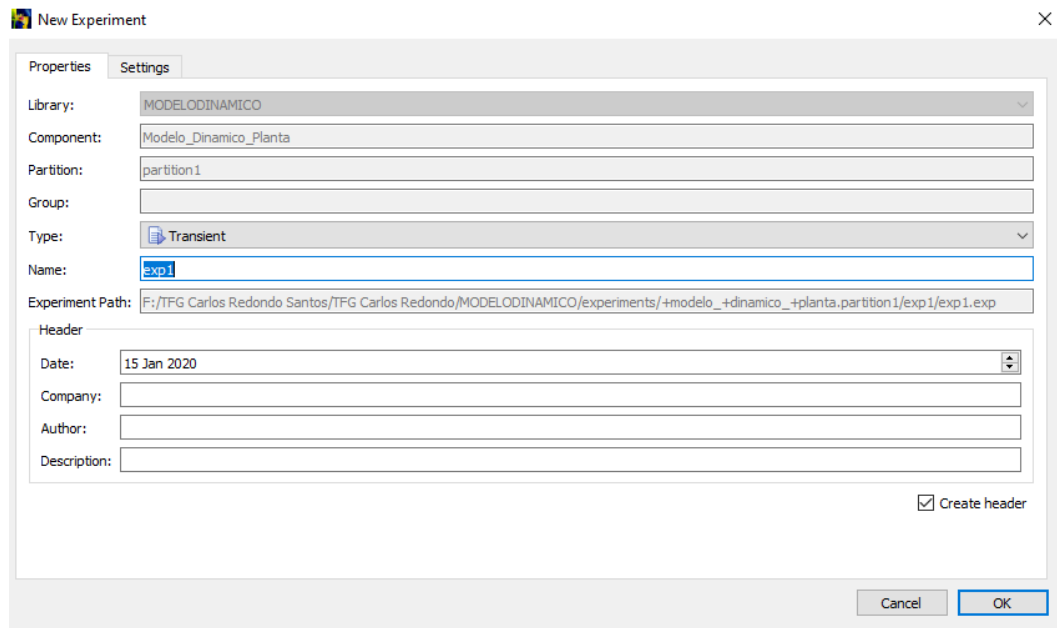


Figura 45 Definición del experimento 1.





En la siguiente imagen vemos los valores de las variables que hemos tenido que inicializar en nuestro programa a la hora de realizar el experimento. También introduciremos el valor dentro del apartado Bounds que, en nuestro caso, será el valor de la variable de caudal de refrigeración (F).

```

1  /*-----
2  LIBRARY: MODELODINAMICO
3  COMPONENT: Modelo_Dinamico_Planta
4  PARTITION: partition1
5  EXPERIMENT: exp2
6  TEMPLATE: TRANSIENT
7  CREATION DATE: 16/12/2019
8  -----
9
10 EXPERIMENT exp2 ON Modelo_Dinamico_Planta.partition1
11   DECLS
12   OBJECTS
13   INIT
14       -- initial values for state variables
15       T2 = 33
16       To = 35
17       Ti1 = 37
18       Ti2 = 38
19       T41 = 30
20       T42 = 31
21
22
23
24   BOUNDS
25       -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
26       F = 0.5
27
28   BODY
29       -- creates an ASCII file with the results in table format
30       -- REPORT_TABLE("results.rpt", "*",TRUE)
31
32       -- set the debug level (valid range [0,4])
33   DEBUG_LEVEL= 1
34   -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SP
35   IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
36   -- set tolerances and other important inputs
37   REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
38   ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
39   TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
40   INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver esti
41   MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver esti
42   NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
43   REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event de
44
45   -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
46   TIME = 0
47   TSTOP = 10
48   CINT = 0.1
49   INTEG()
50 END EXPERIMENT
51

```

Figura 46 Parámetros que hay que asignar al experimento.

Finalmente, se  procede a la simulación del  experimento, una vez compilado  como podemos ver en la siguiente imagen, en esta se verá los  diferentes valores que toman las variables a lo largo del tiempo, que más nos interesen.

Los diferentes valores que vamos a ver en la simulación son los que más nos interesen, en nuestro caso, hemos optado por: La temperatura del serpentín a la salida ( $T_i$ ) en comparativa con ( $T_o$ ) para ver las pérdidas del calor producidas en la transmisión en los serpentines, la temperatura caliente de ( $T_o$ ) individualmente del circuito cerrado, la temperatura de entrada de refrigeración de la calle ( $T_3$ ) que entra al depósito, la temperatura de salida de la calle ( $T_4$ ) con el calor absorbido transmitido a través de los serpentines, el caudal de refrigeración ( $F$ ) que es el caudal de entrada al depósito desde la calle, la transmisión de calor producida en los serpentines ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ) y la potencia suministrada a las resistencias térmicas para calentar el agua de los depósitos que posteriormente fluirán por el serpentín ( $P_1$ ,  $P_2$ ).

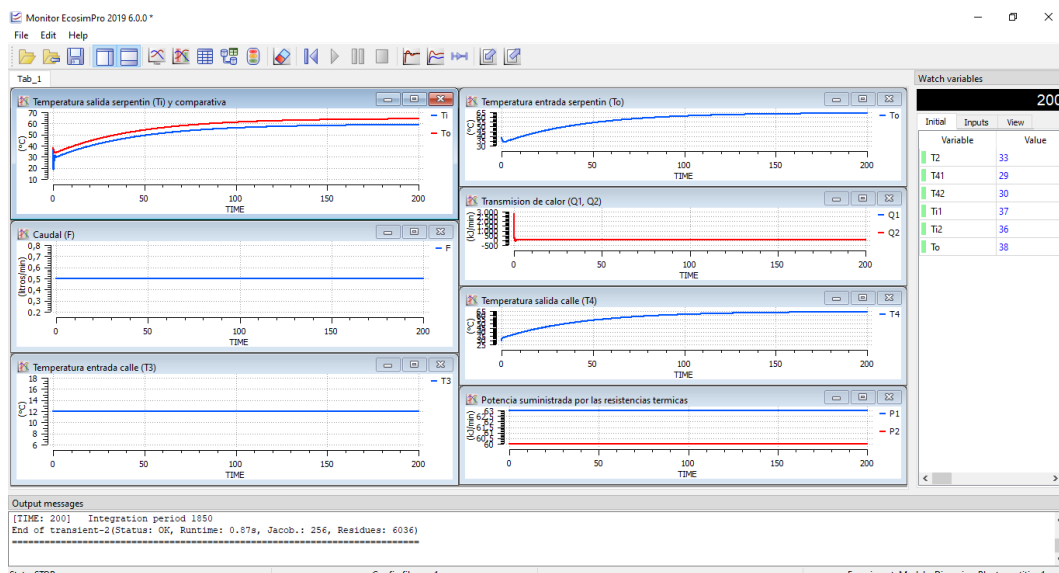


Figura 47 Ventana de simulación del experimento.

A continuación, veremos las gráficas generadas de manera individual para poder ver mejor sus características:

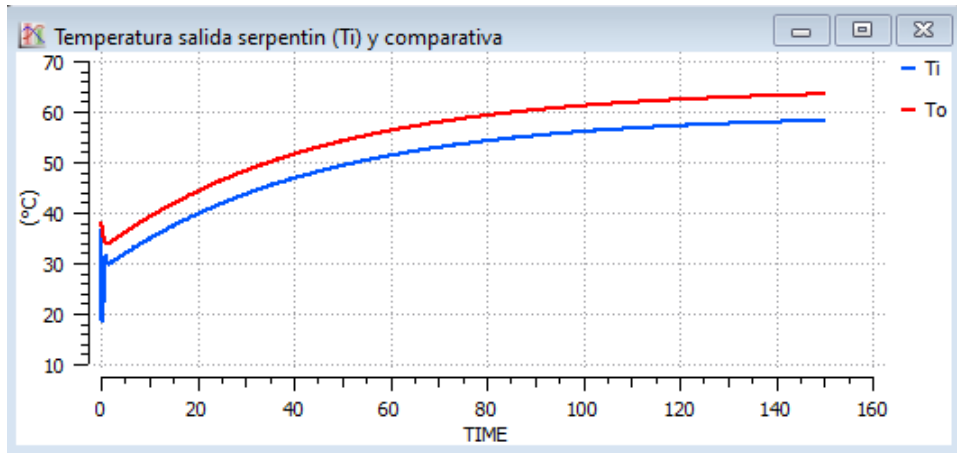


Figura 48 La temperatura del serpentín (Ti) en comparativa con (To).

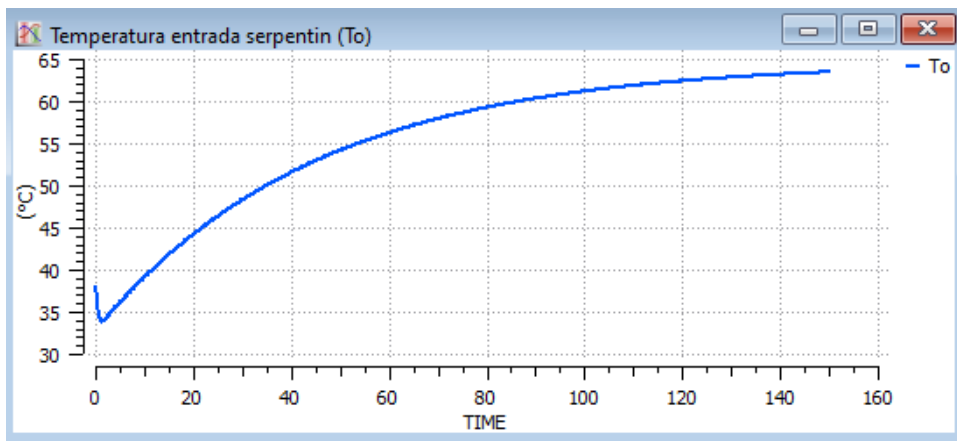


Figura 49 La temperatura (To) individualmente.

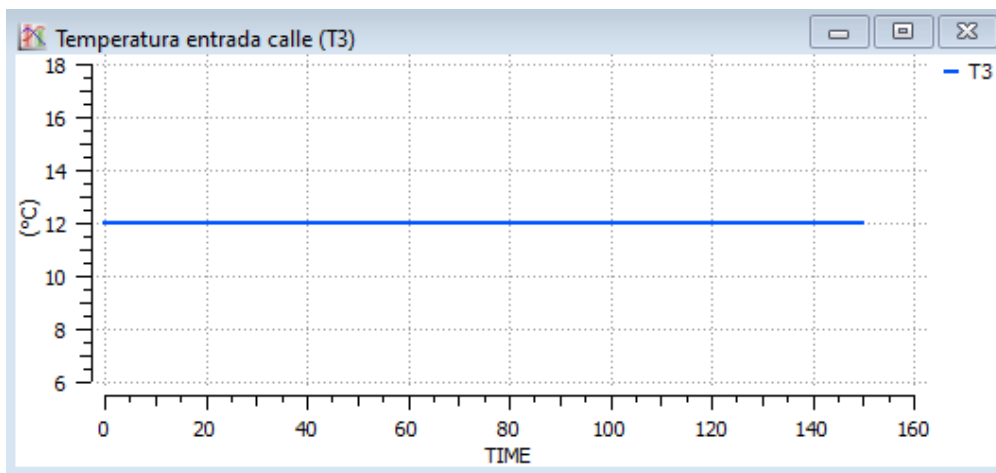


Figura 50 La temperatura de entrada de la calle (T3).

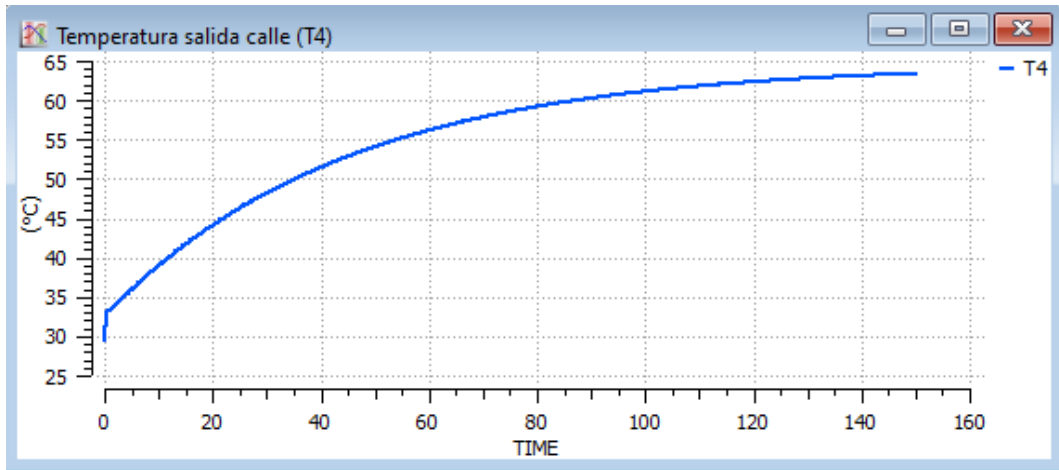


Figura 51 La temperatura de salida de la calle (T4).

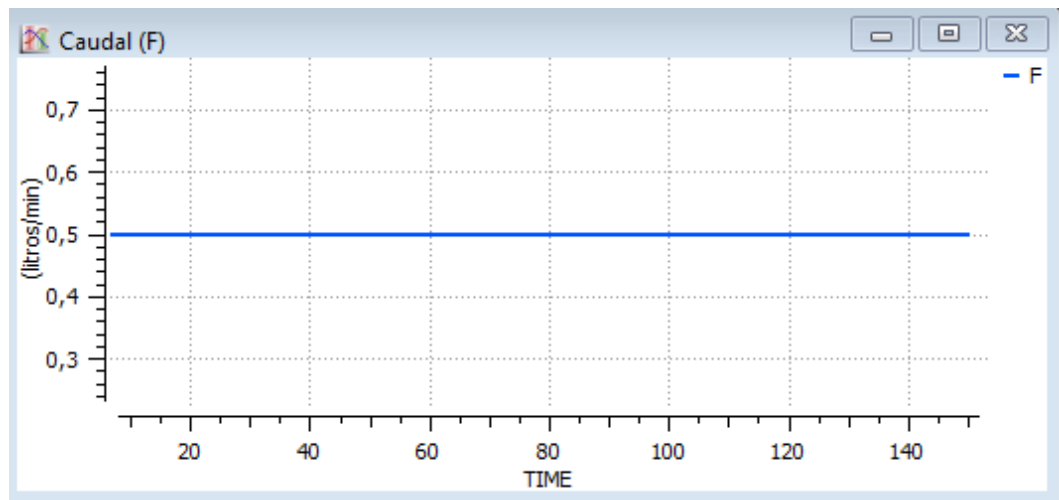


Figura 52 El caudal (F) que es el caudal de entrada al depósito.

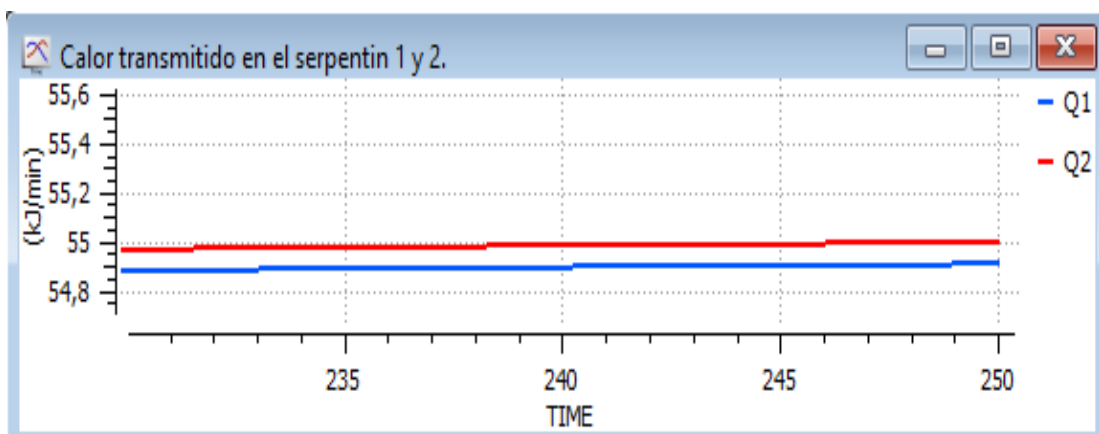


Figura 53 La transmisión de calor producida en los serpentines (Q1, Q2).





Figura 54 Potencia suministrada a las resistencias térmicas para calentar el agua de los depósitos que posteriormente fluirán por el serpentín (P1, P2).



## CAPÍTULO 7: AJUSTE Y OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DINÁMICO.

### Ajuste:

En la etapa de ajuste a datos experimentales, se pueden proponer varias pruebas para seleccionar la mejor opción.

Algunos parámetros del modelo pueden obtenerse de la bibliografía, documentación, etc., pero siempre hay otros que deben estimarse a partir de datos experimentales tomados de la planta real.

Se debe prestar más atención para no mezclar variables con unidades diferentes. Se requiere la normalización en todos los procesos de la planta. Los pesos reflejan una importancia relativa a tener en cuenta.

Trataremos de estimar los valores de todas las variables, detectar problemas y corregir errores en las mediciones.

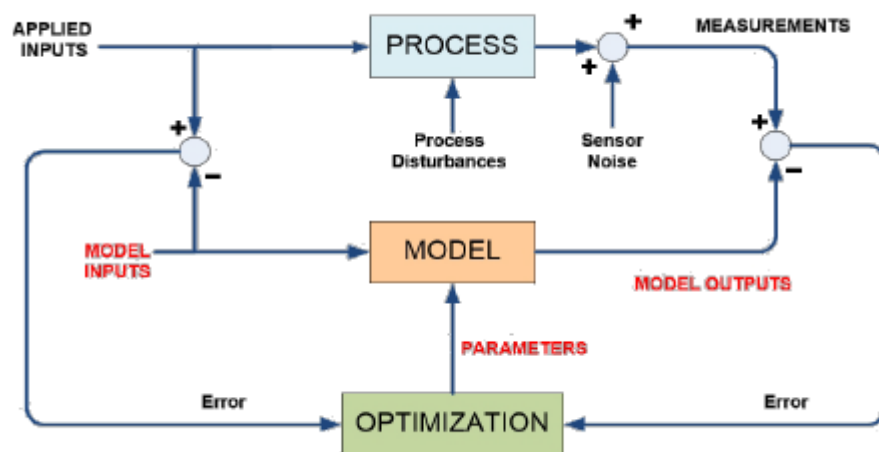


Figura 55 Estimación de todas las variables y corregir errores en las mediciones.

Para que el modelo represente la dinámica del proceso, los datos experimentales obtenidos y utilizados en la identificación deben contar con la información dinámica que tiene la planta durante un largo periodo de tiempo.

Por lo tanto, el experimento realizado debe cubrir diferentes y variadas condiciones de operación, excitando las diferentes posibilidades que contenga la planta en su proceso.

El periodo de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con los valores del modelo y la dinámica del proceso, tienen que estar normalizados. La duración del experimento debe ser lo suficientemente amplia para poder obtener bien las características. Los cambios en la amplitud de las señales de prueba deben ser grandes para poder notar bien las variaciones en el modelo.

Entonces los pasos a seguir para realizar el ajuste a los datos reales y a la posterior validación son los siguientes y en este orden: Experimento en la planta real (tomar los datos registrados en la experimentación), análisis y filtrado de los datos, elección de los parámetros a identificar (identificar la estructura y cálculo de sensibilidades), re parametrización opcional del modelo para evitar posibles co-linealidades, estimaciones iniciales y rangos de los parámetros, seleccionar la función de costo, estimar los parámetros para la optimización, validación del modelo, estimar residuos y bandas de confianza de los parámetros. El proceso de validación los llevaremos a cabo en el siguiente capítulo.

Por tanto, el ajuste de un modelo sirve para posteriormente implementar varias pruebas, si el modelo responde de manera adecuada a las pruebas, se obtiene una cierta confianza en su solidez con los objetivos para los que se creó el ajuste. No hay una prueba que determine la validez del modelo, sino un cierto grado de confianza en los resultados obtenidos en las pruebas realizadas. Si hay algún resultado no positivo la veracidad de ese ajuste se puede perder.

$$\min_p J = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e(t_i)^2 = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y(u, p, t_i) - y_p(t_i)]^2$$

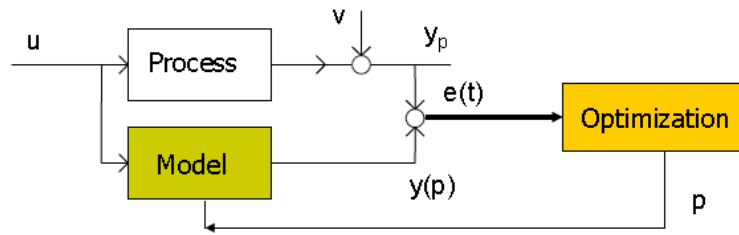
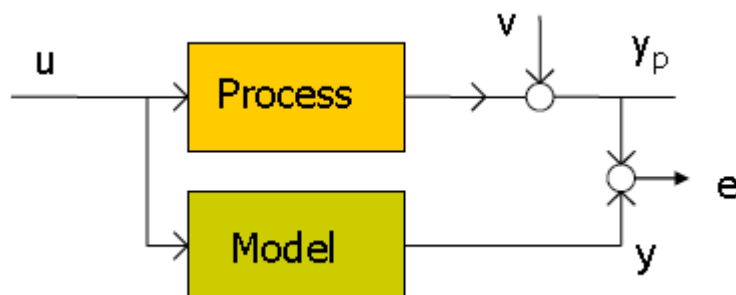


Figura 56 Formula y representación gráfica de la ecuación encargada del ajuste.

El conjunto de pruebas con resultados buenos o malos permite determinar una validez del modelo y a su vez del ajuste. Las diferentes situaciones deben tratarse con diferentes métodos a la hora de realizar la validación. O bien el proceso existe y se construye un modelo que reproduzca el comportamiento o por el contrario el proceso no existe aún y el propósito del modelo es diseñarlo y mejorar su comportamiento futuro para optimizarlo. Estas pruebas entre ellas tienen características muy dispares.



Residuals  $e(t) = y(t) - y_p(t)$

Figura 57 Errores relacionados con los ajustes de datos.

Para realizar el ajuste del modelo anterior “modelo1.el”, hemos creado otro nuevo archivo fuente llamado “calenta.el” dentro de la librería ya creada anteriormente con nombre “MODELODINAMICO”. Explicaremos las características por partes a continuación.

En primer lugar, tenemos que declarar los componentes que integran el modelo “calenta.el”, es decir, el número de entradas y salidas que tiene. Tendremos dos entradas y dos salidas, estas serán F (cantidad de fluido refrigerante

exterior que llega de la calle),  $T_o$  (temperatura del fluido procedente del segundo deposito calefactor donde se calienta con una resistencia térmica) y  $T_i$  (temperatura fría del fluido a la salida del serpentín que va hacia los depósitos de calentamiento),  $T_4$  (temperatura del fluido que sale hacia el exterior, hacia la calle), respectivamente. Lo podemos ver en la siguiente imagen:

```

1 USE MATH
2 --USE ESNOPT
3
4 COMPONENT calenta (INTEGER nent =2, INTEGER nsal = 2)
5

```

Figura 58 Declaración número de entradas y salidas del ajuste.

En segundo lugar, tendremos que declarar todas las constantes del programa, así como todos los parámetros a estimar sin escalar dándoles unos valores aproximados:

```

1 USE MATH
2 --USE ESNOPT
3
4 COMPONENT calenta (INTEGER nent =2, INTEGER nsal = 2)
5
6 DATA
7
8 --Parametros contantes
9
10 REAL Vi = 9.240 "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
11 REAL Vs = 2.240 "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
12 REAL q = 5 "Caudal de la bomba (dm3/min)"
13 REAL d = 1 "Densidad agua (Kg/dm3)"
14 REAL Ce = 4.186 "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
15 REAL Vss1 = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1(dm3)"
16 REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2(dm3)"
17 REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
18 REAL Np1 = 15 "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
19 REAL m1 = 6.8486 "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
20 REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
21 REAL Np2 = 20 "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
22 REAL m2 = 6.6313 "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"
23 REAL Te = 20 "Temperatura ambiente Grados (°C)"
24 REAL P1 = 63.000 "Potencia resistencia 1 (kJ/min)"
25 REAL P2 = 60.000 "Potencia resistencia 2 (kJ/min)"
26 REAL A1 = 0.030795 "Sección serpentín completo 1 (dm2)"
27 REAL A2 = 0.2732 "Sección serpentín completo 2 (dm2)"
28
29 -- Parámetros a estimar sin escalar, aqui se dan unos valores iniciales
30
31 REAL Alfa1 = 1 "Aproximación no valor real"
32 REAL Alfa2 = 1 "Aproximación no valor real"
33 REAL U = 180 "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kJ/min-dm2-°C)"

```

Figura 59 Declaración de constantes y parámetros dentro de "calenta.el".

Después de esto, lo que tendremos que fijar son una serie de parámetros que determinan el funcionamiento del proyecto. Algunos de estos son: el periodo

de muestreo en la recogida de datos, el inicio de la estimación, el número de muestras tomadas o los datos reales obtenidos, los pesos determinados para la diferencia entre valores reales y predicciones y los valores medios de las experimentaciones, así como sus límites, el superior e inferior.

```

35
36     REAL tsamp = 1/60 -- Periodo de muestreo de recogida de datos (min)
37
38     INTEGER N1 = 1    -- Inicio horizonte de estimación
39     INTEGER NE = 451 -- Número de muestras, datos reales tomados
40
41 -- Pesos en el coste para las diferencias entre predicciones y datos reales
42     REAL pesos[2] = {100.0, 100.0}      -- pesos[nsal]
43
44 -- Valores medios de los datos experimentales, factor de escala
45     REAL media[2] = {37, 31}           -- Temperatura
46
47     REAL LiminfTi = 10
48     REAL LimsupTi = 30
49     REAL LiminfT4 = 10
50     REAL LimsupT4 = 30

```

Figura 60 Parámetros específicos del ajuste y la validación.

También tendremos que declarar las variables manipuladas que conforman el programa:

```

53 DECLS
54 -- Variables manipuladas
55
56     REAL F           "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
57     REAL To          "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
58     REAL Ti1         "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
59     REAL Ti2         "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
60     REAL T41         "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
61     REAL T42         "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
62     REAL Ti = 35     "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
63     REAL T4 = 34     "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
64     REAL Q1          "Calor Transmitido serpentín 1 (kJ/min)"
65     REAL Q2          "Calor Transmitido serpentín 2 (kJ/min)"
66     REAL Tm1         "Incremento de temperatura 1 (°C)"
67     REAL Tm2         "Incremento de temperatura 2 (°C)"
68     REAL T3          "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"

```

Figura 61 Variables manipuladas del ajuste.

Declararemos una serie de variables para realizar el ajuste a los datos experimentales. Servirán para completar la fórmula que hemos explicado al principio de este capítulo. Las podremos ver a continuación:

$$\min_p J = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e(t_i)^2 = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y(u, p, t_i) - y_p(t_i)]^2$$

```

78
79     REAL y_modelo[nsal]      -- Salidas del modelo que se quiere ajustar
80     REAL y_real[nsal]      -- Salidas muestreadas experimentales
81     REAL u_real[nent]      -- Entradas experimentales
82
83     REAL coef = 0          -- Coeficiente que activa la función de coste
84     DISCR REAL J1          -- Subtotal del índice de coste
85     DISCR REAL J2          -- Subtotal del índice de coste
86
87     BOOLEAN Sample = TRUE  -- Variable bucles
88
89 -- Tablas correspondientes a los datos experimentales
90     TABLE_ID   tabF, tabTo, tabTi, tabT4, tabT3
91
92 -- El índice que se minimiza
93     DISCR REAL J_costo
94
95 -- Vector con la función objetivo y las restricciones no lineales
96     REAL F_optim[5]
97
98 --Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura Ti
99     DISCR REAL Timin, Tmax
100
101 -- Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura T4
102     DISCR REAL T4min, T4max

```

Figura 62 Formula y declaración de las variables para aplicarla.

Por otro lado, leerá en Excel los datos experimentales obtenidos en el ensayo de la planta, tras pasados a formato (.txt), realizado con anterioridad. Una vez declaradas esas variables, se comenzará con las iteraciones tanto a las entradas (F, To) como a las salidas (Ti, T4 y T3). El programa obtendrá los datos necesarios de los valores obtenidos de la planta. A continuación, vemos como el programa extrae los datos y realiza las iteraciones.



```

112  -- Entradas
113  readTableCols1D ("Caudal.txt",1,2,tabF)
114  u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME)
115  F = u_real[1]
116
117  readTableCols1D ("Temp_ent_cal.txt",1,2,tabTo)
118  u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME)
119  To = u_real[2]
120
121  readTableCols1D ("Temp_T3_calle.txt",1,2,tabT3)
122  T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
123
124
125
126  -- Salidas
127  readTableCols1D ("Temp_sal_cal.txt",1,2,tabTi)
128  y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME)  -- valor real, leído de planta
129  Ti1 = y_real[1]                          -- valor inicial para el modelo
130  Ti2 = y_real[1]
131  y_modelo[1] = y_real[1]                  -- valor para el modelo
132
133  readTableCols1D ("Temp_sal_frio.txt",1,2,tabT4)
134  y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME)  -- valor real, leído de planta
135  T41 = y_real[2]                          -- valor inicial para el modelo
136  T42 = y_real[2]
137  y_modelo[2] = y_real[2]                  -- valor del modelo

168  -- Entradas medibles
169  u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME)  -- valor real, leído de planta
170  F = u_real[1]                            -- Caudal de liquido del exterior (litros/min)
171
172  u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME) -- valor real, leído de planta
173  To = u_real[2]                          -- Temperatura real del liquido (°C)
174
175  T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
176
177  -- Salidas medibles
178  y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME) -- Temperatura(Ti)
179  y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME) -- Temperatura(T4)

```

Figura 63 Recogida de datos del formato (.txt) y posterior iteración tanto de las variables de entrada como de las de salida

También, para más información, hemos adjuntado una parte de las tablas que hemos creado en Excel en formato (.txt), con los valores obtenidos de la planta en la experimentación realizada, tabulados y ordenados, de dónde el programa obtendrá los datos necesarios para realizar la pertinente comparación entre el modelo dinámico y la experimentación. Estas deberán estar guardadas en la carpeta que contiene el programa para que no de problemas a la hora de compilar y simular el programa.

Temp\_ent\_cal.txt: Bloc de notas


Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
0,000000		21.68		
0,083333		21.8		
0,166667		21.8		
0,250000		21.93		
0,333333		22.06		
0,416667		22.18		
0,500000		22.31		
0,583333		22.44		
0,666667		22.44		
0,750000		22.56		
0,833333		22.56		
0,916667		22.69		
1,000000		22.82		
1,083333		22.94		
1,166667		22.94		
1,250000		23.07		
1,333333		23.07		
1,416667		23.32		
1,500000		23.32		

Tabla 1 Temperatura de entrada serpentín caliente (To).

Temp\_sal\_cal.txt: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
0,000000		19.77		
0,083333		19.77		
0,166667		19.9		
0,250000		20.03		
0,333333		19.77		
0,416667		20.03		
0,500000		20.15		
0,583333		19.77		
0,666667		20.41		
0,750000		20.41		
0,833333		20.28		
0,916667		20.41		
1,000000		20.41		
1,083333		20.03		
1,166667		20.28		
1,250000		20.15		
1,333333		20.66		
1,416667		20.91		
1,500000		21.04		

Tabla 2 Temperatura de salida serpentín fría (Ti).

 Temp\_sal\_frio.txt: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
0,0000000		21.68		
0,0833333		21.68		
0,1666667		21.8		
0,2500000		21.68		
0,3333333		21.8		
0,4166667		21.68		
0,5000000		21.68		
0,5833333		21.68		
0,6666667		21.55		
0,7500000		21.55		
0,8333333		21.68		
0,9166667		21.55		
1,0000000		21.68		
1,0833333		21.55		
1,1666667		21.68		
1,2500000		21.55		
1,3333333		21.55		
1,4166667		21.55		
1,5000000		21.55		

Tabla 3 Temperatura salida deposito fría (T4).

 Temp\_T3\_calle.txt: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
0	22			
1	20			
2	18			
3	18			
4	18			
5	18			
6	18			
7	18			
8	19			
9	19			
10	20			
11	21			
12	21			
13	22			
14	22			
15	22			
16	22			
17	21			
18	20			

Tabla 4 Temperatura entrada deposito calle (T3).

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
0,0000000		0.23		
0,0333333		0.23		
0,0666667		0.23		
0,1000000		0.23		
0,1333333		0.23		
0,1666667		0.25		
0,2000000		0.25		
0,2333333		0.25		
0,2666667		0.25		
0,3000000		0.25		
0,3333333		0.23		
0,3666667		0.23		
0,4000000		0.23		
0,4333333		0.25		
0,4666667		0.25		
0,5000000		0.23		
0,5333333		0.23		
0,5666667		0.25		
0,6000000		0.23		

Tabla 5 Caudal de entrada deposito (F).

Hay que inicializar las variables auxiliares para no tener problemas y poder compilar el programa:

```

179  -- Inicializacion de variables auxiliares
180  T4min = T4
181  T4max = T4
182
183  Timin = Ti
184  Timax = Ti

```

Figura 64 Inicialización de las variables auxiliares.

Una vez realizada la iteración y declaradas las variables habrá que activar el coeficiente del índice de coste, para posteriormente calcular la función de costo a minimizar como podemos ver a continuación:

```

175 -- coeficiente que activa el índice de coste
176     coef = 1
177 -- coef = 1 AFTER N1*tsamp
186 -- calculo de la funcion de costo a minimizar
187 DISCRETE
188
189     WHEN (Sample) THEN
190
191 -- Subtotales del índice de coste
192     J1 += coef*((y_modelo[1] - y_real[1])/media[1])**2
193     J2 += coef*((y_modelo[2] - y_real[2])/media[2])**2
194     J_costo = pesos[1]*J1 + pesos[2]*J2
195
196     Sample = FALSE
197     Sample = TRUE AFTER tsamp
198
199     END WHEN

```

Figura 65 Activación del coeficiente de coste y su función.

Habrá que declarar las ecuaciones diferenciales del modelo dinámico que vamos a tratar de ajustar a los datos experimentales, obtenidos anteriormente. Para que el programa pueda realizar las iteraciones pertinentes y obtenga los valores correctos a través de la función de costo.

```

214 -- ECUACIONES DIFERENCIALES DEL MODELO
215
216 -- Vi*T2' = q*(Ti-T2)+(P1/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(T2-Te))
217 -- Vs*To' = q*(T2-To)+(P2/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(To-Te))
218
219     Tm1 = sqrt((To-T41)*(Ti1-T3)*((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
220     Tm2 = sqrt((To-T42)*(Ti2-T3)*((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
221
222     Q1 = U*A1*Tm1
223     Q2 = U*A2*Tm2
224
225     Vss1*d*Ce*Ti1' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti1)-Q1
226     Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2
227     q*d*Ce*Ti = ((q/2)*d*Ce*Ti1)+((q/2)*d*Ce*Ti2)
228
229     m1*Ce*T41' = (F/2)*d*Ce*(T3-T4)+Q1
230     m2*Ce*T42' = (F/2)*d*Ce*(T3-T4)+Q2
231     F*d*Ce*T4 = ((F/2)*d*Ce*T41)+((F/2)*d*Ce*T42)

```

Figura 66 Ecuaciones diferenciales del modelo a validar.

También hemos compilado el archivo fuente llamado, “funciones.el” dentro de nuestra librería “MODELODINAMICO” con el fin de que el programa reconozca las variables “F\_optim” en el archivo “calenta.el”. A continuación, vemos en

imágenes las funciones “maxabs”, “minabs”, máximo y mínimo creadas dentro de este archivo “funciones.el”:

```
1 USE MATH
2
3 FUNCTION REAL maxabs(IN REAL x, OUT REAL z)
4
5 BODY
6     IF (x > z ) THEN
7
8         z = x
9         RETURN x
10    END IF
11    RETURN z
12 END FUNCTION
13
14 FUNCTION REAL minabs(IN REAL x, OUT REAL z)
15
16 BODY
17     IF (x < z ) THEN
18
19         z = x
20
21        RETURN x
22    END IF
23    RETURN z
24 END FUNCTION
```

Figura 67 Funciones maxabs y minabs.

```
26 FUNCTION REAL maximo(IN REAL x, IN REAL tiempo, OUT REAL z, OUT REAL aqui)
27
28 BODY
29     IF (x > z ) THEN
30
31         z = x
32         aqui = tiempo
33         RETURN x
34     END IF
35     RETURN z
36 END FUNCTION
37
38 FUNCTION REAL minimo(IN REAL x, IN REAL tiempo, OUT REAL z, OUT REAL aqui)
39
40 BODY
41     IF (x < z ) THEN
42
43         z = x
44         aqui = tiempo
45         RETURN x
46     END IF
47     RETURN z
48 END FUNCTION
```

Figura 68 Funciones máximo y mínimo.

La función de costo y las restricciones de la ruta que utilizamos en el programa “calenta.el”, sirven para poder realizar el ajuste, las veremos a continuación:

```

136 -- Vector con la función objetivo y las restricciones no lineales
137 REAL F_optim[5]

```

Figura 69 Función objetivo "F\_optim".

```

241 -- calcular las restricciones no lineales (expresiones c(x) <= 0)
242
243 F_optim[1] = J_costo
244 F_optim[2] = minabs(Ti,Timin)
245 F_optim[3] = maxabs(Ti,Timax)
246 F_optim[4] = minabs(T4,T4min)
247 F_optim[5] = maxabs(T4,T4max)

```

Figura 70 Función de costo y las restricciones.

A continuación, hemos realizado una simulación para ver que el ajuste a los valores experimentales está acorde con los valores que hemos obtenido en la experimentación. Lo hemos llamado experimento "Simu.exp".

```

calenta.el x Optim.exp x simu.exp x
1 | /-----
2 | LIBRARY: MODELODINAMICO
3 | COMPONENT: calenta
4 | PARTITION: partition1
5 | EXPERIMENT: simu
6 | TEMPLATE: TRANSIENT
7 | CREATION DATE: 15/01/2020
8 | -----*/
9 |
10 | EXPERIMENT simu ON calenta.partition1
11 | DECLS
12 | OBJECTS
13 | INIT
14 |   -- initial values for state variables
15 |
16 |
17 | BOUNDS
18 |   -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
19 |   coef = 1
20 |
21 | BODY
22 |   -- creates an ASCII file with the results in table format
23 |   -- REPORT_TABLE("results.rpt", "*",TRUE)
24 |
25 |   -- set the debug level (valid range [0,4])
26 |   DEBUG_LEVEL= 1
27 |   -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE), CVMODE_BDF(_SPARSE), CVMODE_AM,
28 |   IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
29 |   -- set tolerances and other important inputs
30 |   REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
31 |   ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
32 |   TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
33 |
34 |   INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimation)
35 |   MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimation)
36 |   NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
37 |   REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detection. Other valid options are IS
38 |
39 |   -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
40 |   TIME = 0
41 |   TSTOP = 94
42 |   CINT = 0.01
43 |   INTEG()
44 | END EXPERIMENT

```

Figura 71 Simulación de la validación "Simu.exp".

En la posterior simulación una vez creado el experimento “simu.exp”, hemos podido comprobar que los parámetros obtenidos son acordes a los valores obtenidos en la experimentación, pero no se ajustan con exactitud a la realidad, por tanto, posteriormente tendremos que realizar un nuevo ajuste con otro experimento al que hemos llamado “Optim”.

A continuación, sacaremos las tablas que hemos considerado más apropiadas para ver el funcionamiento de nuestro programa. Estas son: caudal refrigerante (F) que entra al depósito, temperatura de entrada al serpentín ( $T_o$ ), temperatura salida del serpentín con sus límites ( $T_i$ ), temperatura de entrada de la calle ( $T_3$ ), temperatura de salida de la calle con sus límites ( $T_4$ ) y los calores transmitidos en el serpentín ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ), todas ellas se las puede considerar como una experimentación.



Figura 72 Simulación del experimento “Simu.exp”.

A continuación, veremos las gráficas generadas de manera individual para poder verlas con mayor detalle y visualizar mejor sus características:



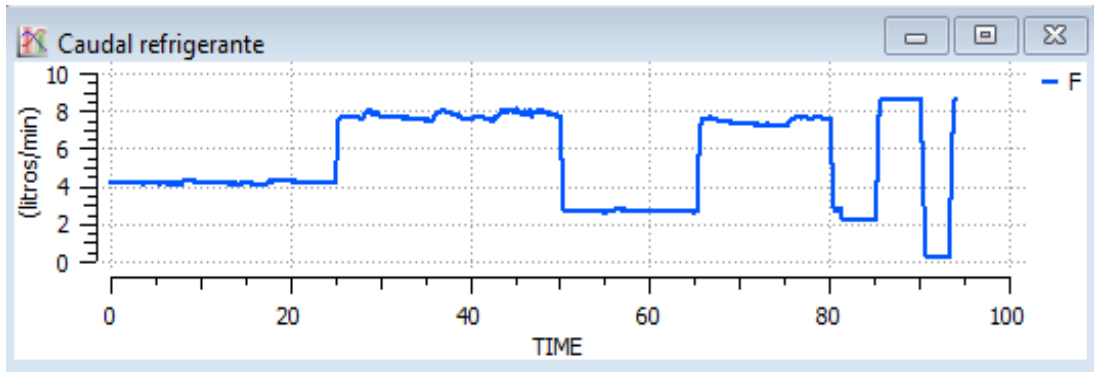


Figura 73 Ajuste a datos experimentales del cauda del Refrigerante (F).

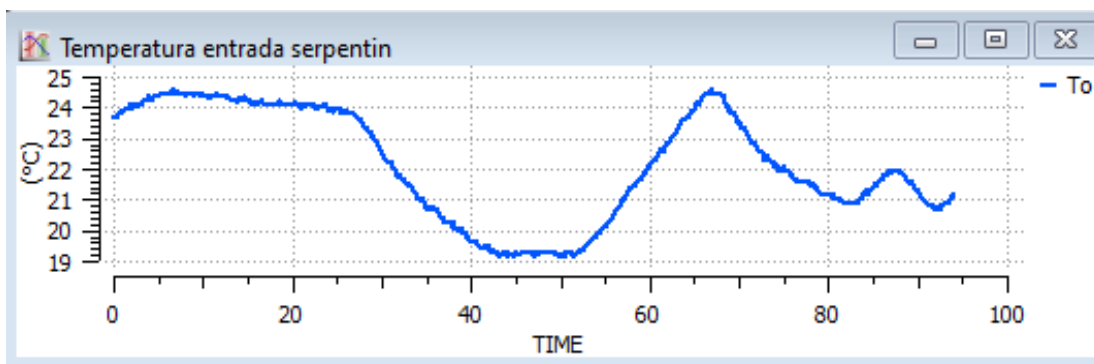


Figura 74 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de entrada al serpentín ( $T_o$ ).

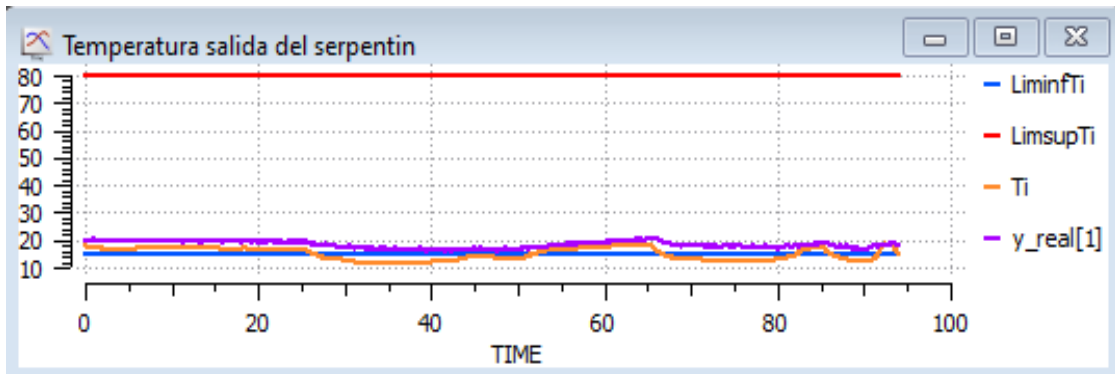


Figura 75 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de salida del serpentín y límites ( $T_i$ ).

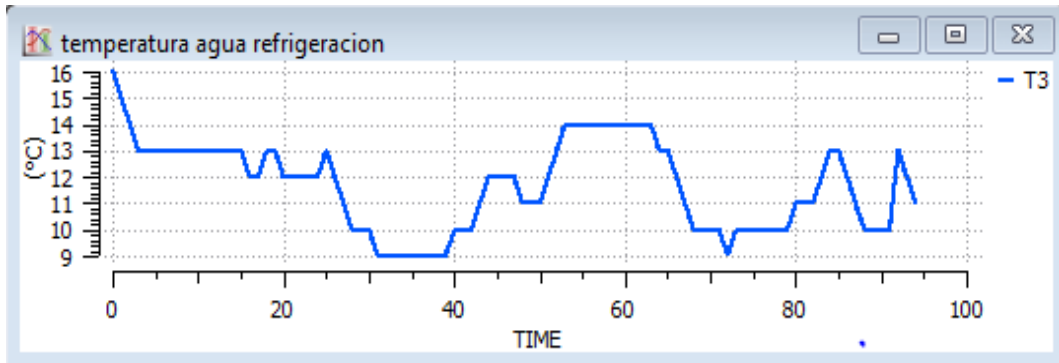


Figura 76 Ajuste a datos experimentales de la temperatura del agua de refrigeración (T3).

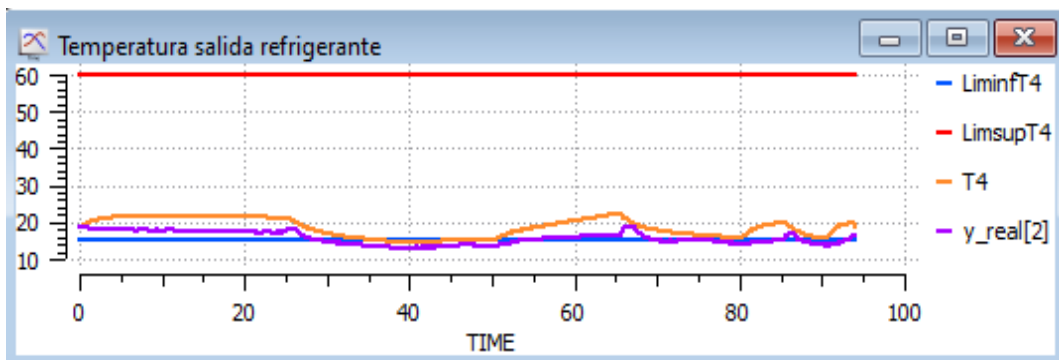


Figura 77 Ajuste a datos experimentales de la temperatura de salida del agua refrigerante y sus límites (T4).

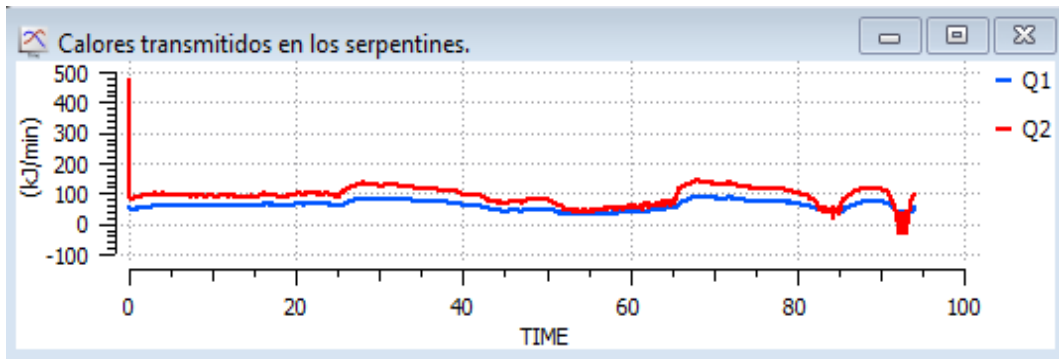


Figura 78 Ajuste a datos experimentales de los calores transmitidos a través de los serpentines (Q1, Q2).

Podemos ver que el ajuste a los datos experimentales tiene unos valores próximos entre la realidad y nuestro modelo, pero tendremos que realizar un ajuste de optimización para mejorar nuestra experiencia y obtener unos valores mejores, más aproximados a la realidad.

## Optimización:

Para realizar la optimización hemos creado otro experimento llamado "Optim.exp" en el cual optimizaremos los resultados obtenidos en el ajuste anterior.

En primer lugar, tendremos que abrir la librería OPTIM\_METHODS poner las variables de declaración e instaurar los tiempos del proceso. A continuación, podemos ver en la imagen a que nos referimos.

```
4 PARTITION: partition1
5 EXPERIMENT: Optim
6 TEMPLATE: TRANSIENT
7 CREATION DATE: 15/01/2020
8 -----*/
9 --USE ESNOPT
10 USE OPTIM_METHODS
11
12 FUNCION INTEGER coste_y_restricciones(IN REAL esnopt_x[], IN INTEGER needF, OUT REAL esnopt_F[], IN INTEGER e
13
14 BODY
15
16     RESET_VARIABLES ()
17
18     -- WRITE ("costeyrestricciones2 esnoptx: %f %f %f %f\n", esnopt_x[1], esnopt_x[2], esnopt_x[3], esnopt_x[4]
19
20     Alfa1    = esnopt_x[1]
21     U        = esnopt_x[2]
22     Alfa2    = esnopt_x[3]
23
24     -- RESET_EVENTS()
25     SET_INIT_ACTIVE(TRUE)
26
27     TIME = 0
28     TSTOP = 94
29     CINT = 0.2
30
31     INTEG()
32
33     esnopt_F[1] = F_optim[1]
34     esnopt_F[2] = F_optim[2]
35     esnopt_F[3] = F_optim[3]
36     esnopt_F[4] = F_optim[4]
37     esnopt_F[5] = F_optim[5]
38
39     RETURN 0
40 END FUNCTION
```

Figura 79 Abrir librería OPTIM\_METHODS y declarar variables de decisión.

Crearemos el experimento en el que vamos a tratar el ajuste del programa y declaramos una serie de variables que se utilizarán en el proceso de optimización del ajuste. Algunas de estas serán: número de variables de decisión (n\_dec\_vars), número de restricciones (n\_constraints), el número de restricciones más la función objetivo (n\_total), los parámetros a estimar (param\_estim[3]), valor inferior y superior de las variables de decisión (slow[3] y xupp[3]) y el valor inferior y superior de las funciones objetivo y las restricciones (Flow[5] y Fupp[5]).

También inicializaremos los valores de las variables de estado y de contorno (Ti1, Ti2, T41, T42 y coef, respectivamente). A continuación, lo podremos ver en la siguiente imagen.

```
42 EXPERIMENT Optim ON calenta.partition1
43
44     DECLS
45
46     INTEGER n_dec_vars = 3      -- numero de variables de decision
47     INTEGER n_constraints = 4  -- numero restricciones
48     INTEGER n_total           -- (numero restricciones + una funcion objetivo)
49
50     REAL param_estim[3]      -- variables de decision, size n_dec_var
51
52     REAL xlow[3]             -- valor inferior de las variables de decision, size n_dec_var
53     REAL xupp[3]             -- valor superior de las variables de decision, size n_dec_var
54
55     REAL Flow[5]             -- valor inferior de la funcion objetivo y las restricciones, size n_total
56     REAL Fupp[5]             -- valor superior de la funcion objetivo y las restricciones, size n_total
57
58
59     OBJECTS
60     INIT
61     -- initial values for state variables
62     Ti1 = Ti
63     Ti2 = Ti
64     T41 = T4
65     T42 = T4
66
67     BOUNDS
68     -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
69     coef = 1
```

Figura 80 Declaración de variables para realizar el ajuste en el experimento.

Tendremos que formar un vector con las variables de decisión, determinar su alcance o rango e inicializarlas. En la siguiente imagen podremos ver como lo hemos realizado:

```

71 BODY
72
73 -- Inicializaciones
74 Alfa1 = 1          -- correct value 0.1556
75 U = 180           -- correct value 180
76 Alfa2 = 1
77 n_total = n_constraints + 1
78
79 -- Formar vector de variables de decisión
80
81 param_estim[1] = Alfa1
82 param_estim[2] = U
83 param_estim[3] = Alfa2
84
85 -- Limites de las variables de decision
86 -- Alfa1
87 xlow[1] = 0.1
88 xupp[1] = 1
89
90 -- U
91 xlow[2] = 20
92 xupp[2] = 200
93
94 -- Alfa2
95 xlow[3] = 0.5
96 xupp[3] = 1.2
97
98
99 Flow[1] = -1.0e6
100 Fupp[1] = 1.0e6
101
102 Flow[2] = LiminfTi
103 Fupp[2] = LimsupTi
104
105 Flow[3] = LiminfTi
106 Fupp[3] = LimsupTi
107
108 Flow[4] = LiminfT4
109 Fupp[4] = LimsupT4
110
111 Flow[5] = LiminfT4
112 Fupp[5] = LimsupT4
113

```

Figura 81 Inicialización, creación del vector de variables de decisión y sus límites de rango.

Después tendremos que empezar con la optimización haciendo la llamada a la rutina externa:

```

115 --Optimization extern routine call
116 setSilentMode(TRUE)
117 SET_REPORT_ACTIVE("#MONITOR",FALSE)
118 OPTIM_METHODS.esnopt_init (n_dec_vars, n_constraints)
119 OPTIM_METHODS.esnopt_set_variables_bounds_and_initial_values (xlow, xupp, param_estim)
120 OPTIM_METHODS.esnopt_set_constraints_bounds_and_initial_values (Flow, Fupp, F_optim)
121 OPTIM_METHODS.esnopt_set_cost_function_and_constraints (coste_y_restricciones)
122 OPTIM_METHODS.esnopt_set_explicit_derivatives (0)
123 OPTIM_METHODS.esnopt_set_function_precision (1.0e-6)
124 REL_ERROR = 1.0e-7
125
126 -- for STEADY Calls TOLERANCE = 1.0e-7
127 OPTIM_METHODS.esnopt_set_iterations_limit (200)
128 OPTIM_METHODS.esnopt ( )
129 setSilentMode(FALSE)
130 SET_REPORT_ACTIVE("#MONITOR",TRUE)
131 RESET_VARIABLES ( )

```

Figura 82 Llamada al optimizador.

Se compilará el programa para ver si esta correcto y no tiene errores. Finalmente se obtendrá la solución y se podrá visualizar los valores a través de la simulación

```

153 OPTIM_METHODS.esnopt_free ( )
154
155 Alfa1 = param_estim[1]
156 U = param_estim[2]
157 Alfa2 = param_estim[3]
158
159 SET_INIT_ACTIVE(TRUE)
160 WRITE("\nVariables de decisión:\n")
161 FOR (i IN 1,n_dec_vars)
162     WRITE ("%f\t", param_estim[i])
163 END FOR
164 WRITE ("\n\n")
165 -- report results in file reportAll.rpt
166 -- REPORT_TABLE("reportAll.rpt", "",TRUE)
167 -- integrate the model 15 seconds and obtain results every 0.1 seconds
168
169 -- creates an ASCII file with the results in table format
170 -- REPORT_TABLE("results.rpt", "",TRUE)
171
172
173 -- set the debug level (valid range [0,4])
174 DEBUG_LEVEL= 1
175
176 -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE), CVODE_BI
177 IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
178
179 -- set tolerances and other important inputs
180 REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
181 ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
182 TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
183 INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimation)
184 MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimation)
185 NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
186 REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detection. Other
187
188
189 -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
190 TIME = 0
191 TSTOP = 94
192 CINT = 0.1
193 INTEG()
194 END EXPERIMENT

```

Figura 83 Solución del programa y posible visualización.

En la posterior simulación una vez creado el experimento “Optim.exp” y realizado el ajuste hemos podido comprobar que los parámetros obtenidos en la experimentación real, se aproximan mucho a la simulación dinámica de la planta que hemos realizado.

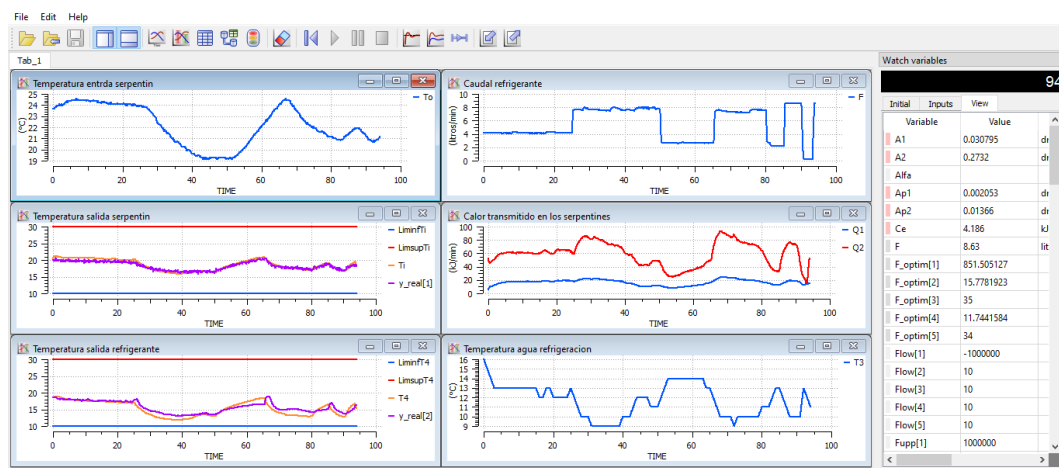


Figura 84 Simulación del experimento “Optim.exp”, una vez hecho el ajuste..

Sacaremos las gráficas más apropiadas para comprobar el funcionamiento del ajuste realizado en nuestro programa. Estas son: temperatura salida del serpentín, dinámica y real con sus límites ( $T_i$ ,  $y_{real}[1]$ ,  $LiminfT_i$ ,  $LimsupT_i$ ), temperatura de salida de la calle, dinámica y real con sus límites ( $T_4$ ,  $y_{real}[2]$ ,  $LiminfT_4$ ,  $LimsupT_4$ ).

A continuación, veremos las gráficas generadas de manera individual de las que hablábamos antes para poder ver mejor sus características y comprobar que la optimización del ajuste a funcionado:

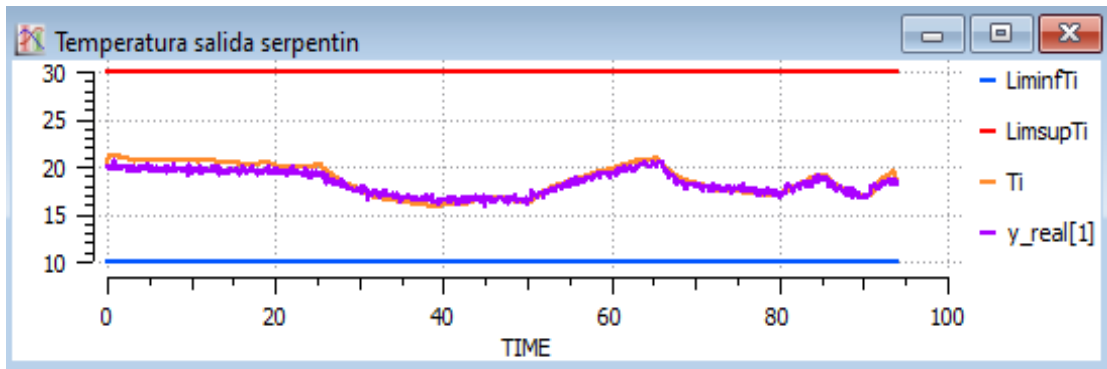


Figura 85 Comprobación del ajuste realizado en la temperatura de salida del serpentín, dinámica y real con sus límites ( $T_i$ ,  $y\_real[1]$ ,  $LiminfT_i$ ,  $LimsupT_i$ ).

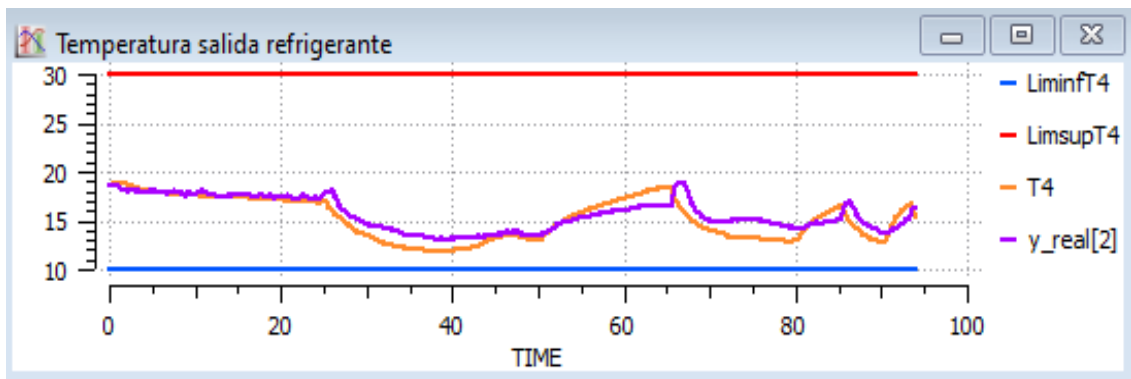


Figura 86 Comprobación del ajuste realizado en la temperatura de salida del refrigerante, dinámica y real con sus límites ( $T_4$ ,  $y\_real[2]$ ,  $LiminfT_4$ ,  $LimsupT_4$ ).



## CAPÍTULO 8: VALIDACIÓN DEL MODELO DINÁMICO:

### Validación:

Para la realización de la validación hemos tomado de nuevo datos experimentales de la planta real, con unos valores de entrada distintos a los tomados en el ajuste realizado anteriormente. Hemos creado unas nuevas tablas en formato (.txt) de donde el nuevo modelo tomara los datos para realizar las iteraciones y el ajuste.

Por tanto, hemos creado un nuevo modelo llamado “Validacion.el” con el cual validaremos la planta. Igual al anterior “calenta.el” incorporando los valores obtenidos en la optimización del ajuste.

Entonces los pasos a seguir para realizar la validación de la planta son los siguientes y en este orden: Experimento en la planta real (tomar los datos registrados en la experimentación), análisis y filtrado de los datos, elección de los parámetros a identificar (identificar la estructura y cálculo de sensibilidades), re parametrización opcional del modelo para evitar posibles colinealidades, estimaciones iniciales y rangos de los parámetros, seleccionar la función de costo, estimar los parámetros para la optimización, validación del modelo, estimar residuos y bandas de confianza de los parámetros. El proceso de validación los llevaremos a cabo en el siguiente capítulo.

Por tanto, la validación de un modelo sirve para implementar varias pruebas, si el modelo responde de manera adecuada a las pruebas, se obtiene una cierta confianza en su solidez con los objetivos para los que se creó. No hay una prueba que determine la validez del modelo, sino un cierto grado de confianza en los resultados obtenidos en las pruebas realizadas. Si hay algún resultado no positivo esa validez se puede perder.

$$\min_p J = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e(t_i)^2 = \min_p \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y(u, p, t_i) - y_p(t_i)]^2$$

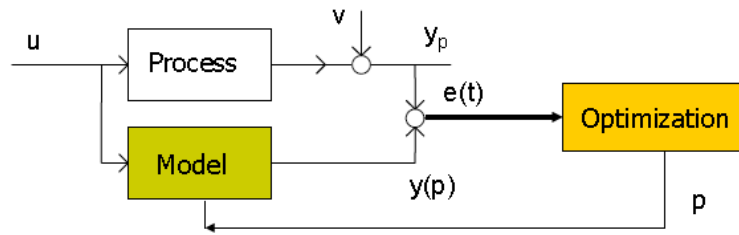


Figura 87 Formula y representación gráfica de la ecuación encargada de la validación.

El conjunto de pruebas con resultados buenos o malos permite determinar una validez del modelo. Las diferentes situaciones deben tratarse con diferentes métodos a la hora de realizar la validación. O bien el proceso existe y se construye un modelo que reproduzca el comportamiento o por el contrario el proceso no existe aún y el propósito del modelo es diseñarlo y mejorar su comportamiento futuro para optimizarlo. Estas pruebas entre ellas tienen características muy dispares.

La validación debe realizarse en todo momento en todas las partes dentro de la construcción del modelo: Hipótesis, formulación, software, métodos numéricos y en la aplicación.

Algunos métodos para realizar la validación son: Respuesta del modelo cualitativas, ajuste de datos experimentales, pruebas estadísticas, los análisis de sensibilidad, las capacidades de predicción, distorsión de parámetros y la coherencia entre diferentes modelos.

Las respuestas del modelo son la evaluación de las respuestas del modelo con una serie de entradas estándar, la comprobación y valoración de estas a través de expertos. Se puede hacer la prueba de Turing: Hay que preguntarse si es posible distinguir el modelo y las respuestas ante una misma entrada si tienen un mismo formato. Examinar la evolución temporal de las variables.

Cuando utilizas los datos experimentales tienes que comparar la respuesta del modelo ante las mismas entradas, con un conjunto de datos diferentes a los utilizados en la parametrización del modelo.

Tendremos que comparar las correspondientes respuestas del modelo  $y(t)$  y los datos experimentales  $y_p(t)$ . Una vez comparados seleccionaremos el que mejor se ajuste a la realidad que tiene el proceso.

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y(t_i) - y_p(t_i))^2$$

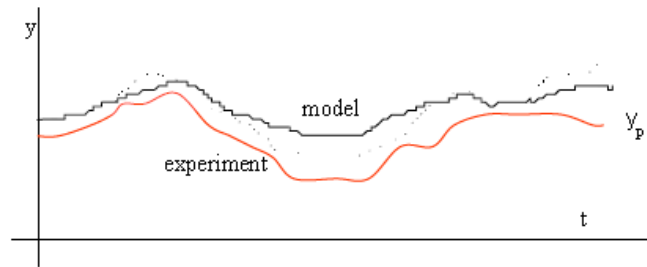
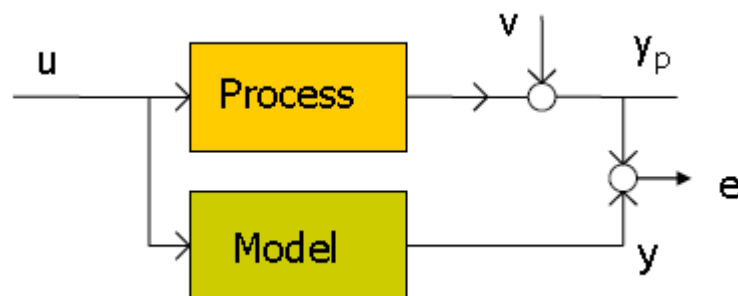


Figura 88 Comparación entre la respuesta del modelo  $y(t)$  y los datos experimentales obtenidos  $y_p(t)$ .

Las fuentes de errores relacionadas con la validación de datos son: La perturbación provocada por ruidos, se pueden caracterizar midiendo las variables de salida mientras mantenemos las entradas constantes en el proceso. Unas condiciones de inicio desconocidas, esta influencia desaparecerá después de un periodo de tiempo relacionado con el transitorio inicial. También hay errores estructurales o paramétricos en el modelo durante el proceso, si el modelo fuera perfecto, el ruido debería ser similar a las del ruido de salida y sus perturbaciones, si el modelo es adecuado, los residuos no deben tener una estructura sistematizada o invariable, sino ser el resultado del ruido estocástico y las perturbaciones que actúan sobre el proceso



Residuals  $e(t) = y(t) - y_p(t)$

Figura 89 Errores relacionados con los ajustes de datos.

Finalmente hemos credo y validado una nueva partición de nuestro modelo y posteriormente hemos realizado un experimento “Valid.exp” como viene siendo habitual. Este experimento le hemos simulado y hemos podido comprobar que los valores obtenidos entre la planta real y modelo son bastantes semejantes. En las siguientes imágenes vemos la simulación y a continuación veremos las gráficas que nos resulten más interesantes. Estas son: la temperatura de salida del serpentín ( $T_i$ ), con sus límites tanto inferior como superior ( $\text{Liminf}T_i$ ,  $\text{Limsup}T_i$ ), el valor real de la planta ( $y_{\text{real}}[1]$ ) y por otro lado, la temperatura de salida del refrigerante ( $T_4$ ), sus límites tanto inferior como superior ( $\text{Liminf}T_4$ ,  $\text{Limsup}T_4$ ) y el valor real de la planta ( $y_{\text{real}}[2]$ ).

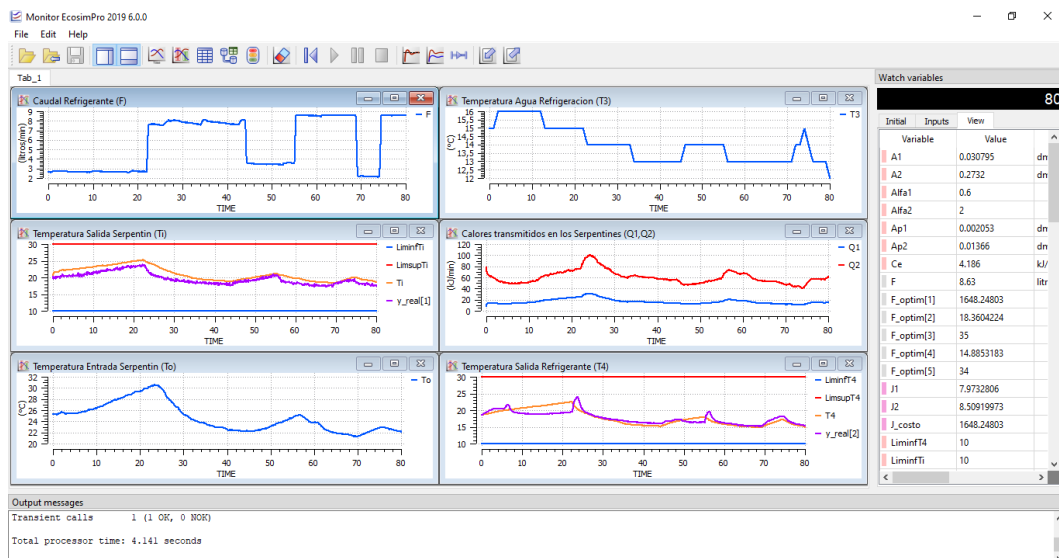


Figura 90 Simulación de la validación del ajuste realizado anteriormente.

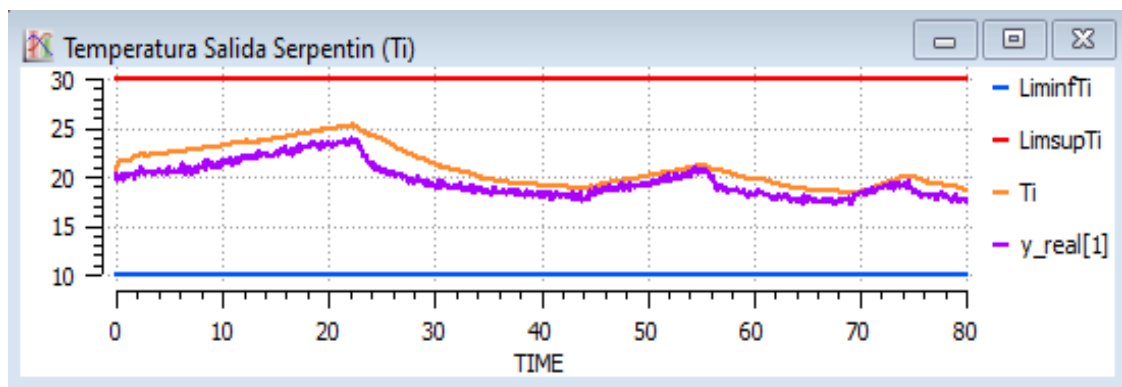


Figura 91 Gráfica temperatura salida serpentín ( $T_i$ ) en la validación.

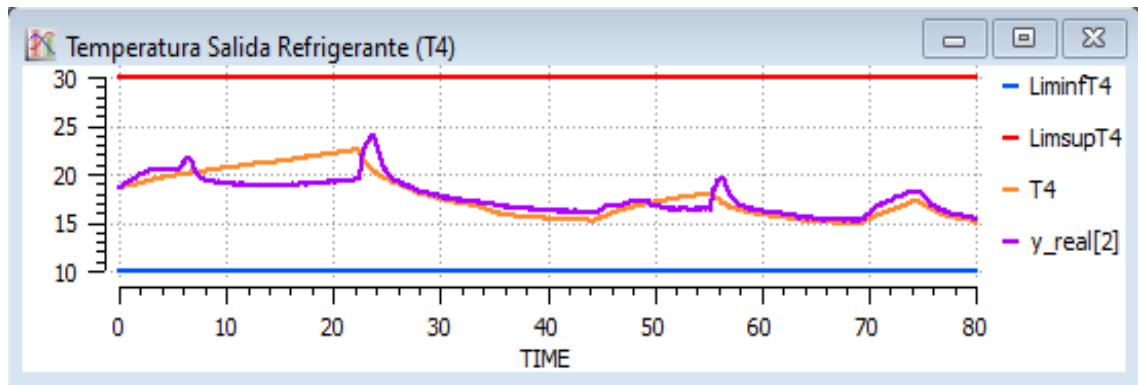


Figura 92 Gráfica temperatura salida refrigerante (T4) en la validación.

Por tanto, podemos concluir que la validación realizada, demuestra que el ajuste realizado anteriormente es favorable. Es decir, tenemos una simulación dinámica de la planta que tenemos en el Laboratorio bastante óptima que se ajusta a la realidad en gran medida. En esta podremos realizar los ensayos que consideremos oportunos.



## CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS:

### Conclusiones:

Finalmente, podemos llegar a la conclusión de que los parámetros obtenidos en la simulación dinámica de la planta en el intercambio de calor que hemos realizado con el programa EcosimPro, son muy semejantes a los obtenidos en la experimentación en la planta física.

Por tanto, tenemos una aproximación bastante adecuada entre los valores reales y los valores simulados, esto nos ayudara a trabajar con la planta en un sistema digital a través de un ordenador sin tener que realizar experimentaciones en el entorno real, ahorrándonos mucho tiempo y evitando tener que estar físicamente en el laboratorio para realizar estudios en la planta.

### Líneas Futuras:

Para continuar con este proyecto en un futuro se proponen la siguiente línea de mejora e investigación:

En el futuro, en el control de la planta con intercambiadores de calor, se podría introducir alguna variable más como podría ser la regulación de la temperatura del agua caliente del depósito compartimentado, introduciéndolo como una variable de entrada a mayores capaz de regularse. Esta tiene una resistencia térmica ajustable que permite cambiar la temperatura manualmente. Esto provocaría otros cambios en nuestro sistema real que sería interesante poder cuantificar mediante una nueva simulación con el Software EcosimPro.





## BIBLIOGRAFÍA:

<http://www.isa.cie.uva.es/~prada/>

<http://chem.engr.utc.edu/>

<https://www.ecosimpro.com/>

[http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11946/fichero/3\\_Modelo+en+EcosimPro%252FModelo+en+ECOSIMPRO.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11946/fichero/3_Modelo+en+EcosimPro%252FModelo+en+ECOSIMPRO.pdf)

<https://www.ecosimpro.com/download/videos-step-by-step-manual/>

[https://www.youtube.com/channel/UCyglm\\_rxC-XKujZngy7VUFA](https://www.youtube.com/channel/UCyglm_rxC-XKujZngy7VUFA)

Manual del Software EcosimPro del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.

Manual del Software Regula del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.



## ANEXOS TABLAS:

Programas creados en EcosimPro: la simulación dinámica, el ajuste y optimización con los datos experimentales y la posterior validación de la planta de intercambio de calor que hay en el laboratorio del departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática:

### Modelo dinámico de la planta "MODELO1.EL":

```
1  /*-----*/
2  LIBRARY: MODELODINAMICO
3  FILE: MODELO1
4  CREATION DATE: 22/11/2019
5  /*-----*/
6  USE MATH
7
8  COMPONENT Modelo_Dinamico_Planta
9  DATA
10 REAL Vi = 9.240 "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
11 REAL Vs = 2.240 "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
12 REAL q = 5 "Caudal de la bomba (dm3/min)"
13 REAL P1 = 63.000 "Potencia resistencia 1 (kJ/min)"
14 REAL P2 = 60.000 "Potencia resistencia 2 (kJ/min)"
15 REAL d = 1 "Densidad agua (Kg/dm3)"
16 REAL Ce = 4.186 "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
17 REAL Alfa = 0.15 "Aproximación no valor real"
18 REAL Te = 20 "Temperatura ambiente Grados (°C)"
19 REAL Vss1 = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1(dm3)"
20 REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2(dm3)"
21 REAL T3 = 12 "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
22 REAL U = 180 "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kJ/min-dm2-°C)"
23 REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
24 REAL Np1 = 15 "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
25 REAL m1 = 6.8486 "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
26 REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
27 REAL Np2 = 20 "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
28 REAL m2 = 6.6313 "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
DECLS
REAL T2 "Temperatura variable del primer compartimento del deposito (°C)"
REAL To "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
REAL Ti "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
REAL Ti1 "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
REAL Ti2 "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
REAL T4 "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
REAL T41 "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
REAL T42 "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
REAL Tm1 "Incremento de temperatura 1 (°C)"
REAL Tm2 "Incremento de temperatura 2 (°C)"
DISCR REAL A1 "Sección serpentín completo 1 (dm2)"
DISCR REAL A2 "Sección serpentín completo 2 (dm2)"
REAL F "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
REAL Q1 "Calor Transmitido serpentín 1 (kJ/min)"
REAL Q2 "Calor Transmitido serpentín 2 (kJ/min)"
REAL Qperd "Calor transmitido a la atmosfera"
INIT
A1 = Ap1*Np1
A2 = Ap2*Np2
CONTINUOUS
Vi*T2' = q*(Ti-T2)+(P1/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(T2-Te))
Vs*To' = q*(T2-To)+(P2/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))*(To-Te))
Tm1 = sqrt((To-T41)*(Ti1-T3)*((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
Tm2 = sqrt((To-T42)*(Ti2-T3)*((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
```

```

60     Q1 = U*A1*Tm1
61     Q2 = U*A2*Tm2
62     Qperd = ((Alfa)*(T2-Te))
63
64     Vss1*d*Ce*Til' = (q/2)*d*Ce*(To-Til)-Q1
65     Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2
66     q*d*Ce*Ti = ((q/2)*d*Ce*Til)+((q/2)*d*Ce*Ti2)
67
68     m1*Ce*T41' = (F/2)*d*Ce*(T3-T41)+Q1
69     m2*Ce*T42' = (F/2)*d*Ce*(T3-T42)+Q2
70     F*d*Ce*T4 = ((F/2)*d*Ce*T41)+((F/2)*d*Ce*T42)
71
72
73
74 END COMPONENT

```

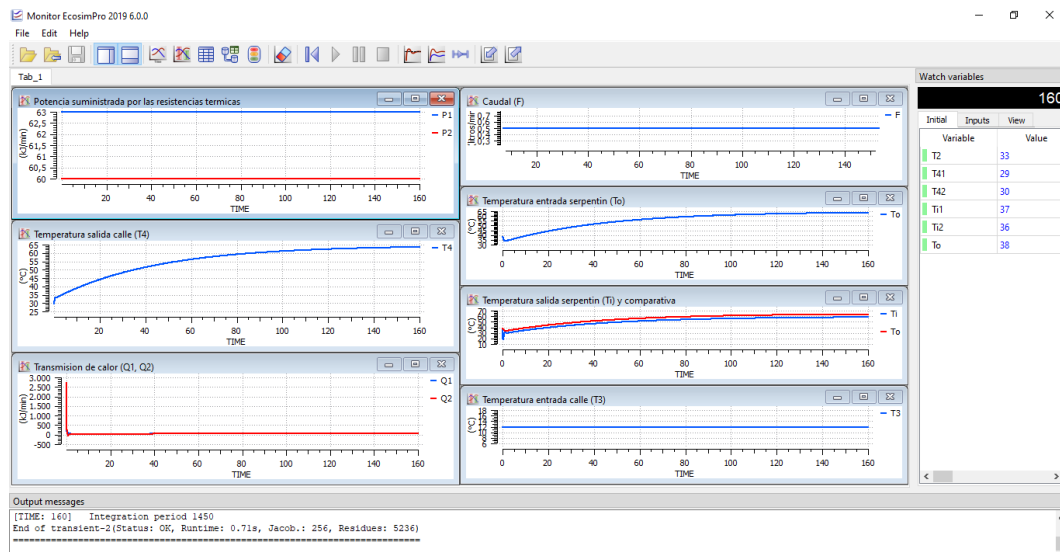
## Experimento modelo dinámico planta (MODELO1.EL) “exp1.exp”:

```

1  /*-----
2  LIBRARY: MODELODINAMICO
3  COMPONENT: Modelo_Dinamico_Planta
4  PARTITION: partition1
5  EXPERIMENT: expl
6  TEMPLATE: TRANSIENT
7  CREATION DATE: 23/01/2020
8  -----*/
9
10 EXPERIMENT expl ON Modelo_Dinamico_Planta.partition1
11   DECLS
12   OBJECTS
13   INIT
14     -- initial values for state variables
15     T2 = 33
16     To = 38
17     Til = 37
18     Ti2 = 36
19     T41 = 29
20     T42 = 30
21
22   BOUNDS
23     -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
24     F = 0.5
25   BODY
26     -- creates an ASCII file with the results in table format
27     -- REPORT_TABLE("results.rpt", "",TRUE)
28
29     -- set the debug level (valid range [0,4])
30     DEBUG_LEVEL= 1
31     -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE), CVODE_
32     IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
33
34     -- set tolerances and other important inputs
35     REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
36     ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
37     TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
38     INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimati
39     MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimatio
40     NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
41     REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detecti
42
43     -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
44     TIME = 0
45     TSTOP = 15
46     CINT = 0.1
47     INTEG()
48 END EXPERIMENT

```

## Simulación del experimento "exp1.exp":



## Modelo de ajuste del sistema dinámico "calenta.el":

```

1 USE MATH
2 --USE ESNOPT
3
4 COMPONENT calenta (INTEGER nent =2, INTEGER nsal = 2)
5
6 DATA
7
8   --Parametros constantes
9
10    REAL Vi = 9.240      "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
11    REAL Vs = 2.240     "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
12    REAL q = 5          "Caudal de la bomba (dm3/min)"
13    REAL d = 1          "Densidad agua (Kg/dm3)"
14    REAL Ce = 4.186     "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
15    REAL Vss1 = 0.2194  "Volumen de agua del serpentín 1 (dm3)"
16    REAL Vss2 = 0.4373  "Volumen de agua del serpentín 2 (dm3)"
17    REAL Ap1 = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
18    REAL Np1 = 15        "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
19    REAL m1 = 6.8486     "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
20    REAL Ap2 = 0.01366  "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
21    REAL Np2 = 20        "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
22    REAL m2 = 6.6313     "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"
23    REAL Te = 20        "Temperatura ambiente Grados (°C)"
24    REAL P1 = 63.000     "Potencia resistencia 1 (kJ/min)"
25    REAL P2 = 60.000     "Potencia resistencia 2 (kJ/min)"
26    REAL A1 = 0.030795  "Sección serpentín completo 1 (dm2)"
27    REAL A2 = 0.2732    "Sección serpentín completo 2 (dm2)"
28
29    -- Parámetros a estimar sin escalar, aquí se dan unos valores iniciales
30
31    REAL Alfa1 = 1       "Aproximación no valor real"
32    REAL Alfa2 = 1       "Aproximación no valor real"
33    REAL U = 180        "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kJ/min-dm2-°C)"

```

```

34
35
36     REAL tsamp = 1/60 -- Periodo de muestreo de recogida de datos (min)
37
38     INTEGER N1 = 1    -- Inicio horizonte de estimación
39     INTEGER NE = 451 -- Número de muestras, datos reales tomados
40
41 -- Pesos en el coste para las diferencias entre predicciones y datos reales
42     REAL pesos[2] = {100.0, 100.0}    -- pesos[nsal]
43
44 -- Valores medios de los datos experimentales, factor de escala
45     REAL media[2] = {37, 31}    -- Temperatura
46
47     REAL LiminfTi = 10
48     REAL LimsupTi = 30
49     REAL LiminfT4 = 10
50     REAL LimsupT4 = 30
51
52
53 DECLS
54 -- Variables manipuladas
55
56     REAL F          "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
57     REAL To         "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
58     REAL Ti1        "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
59     REAL Ti2        "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
60     REAL T41        "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
61     REAL T42        "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
62     REAL Ti = 35    "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
63     REAL T4 = 34    "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
64     REAL Q1         "Calor Transmitido serpentín 1 (kJ/min)"
65     REAL Q2         "Calor Transmitido serpentín 2 (kJ/min)"
66     REAL Tm1        "Incremento de temperatura 1 (°C)"
67
68     REAL Tm2        "Incremento de temperatura 2 (°C)"
69     REAL T3         "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
70
71 -- Salidas medidas del proceso
72 -- Ti, T4
73
74 -- Variables manipuladas
75 -- set point de F, To
76
77 -- Parametros
78 -- T3, Te, q
79
80     REAL y_modelo[nsal] -- Salidas del modelo que se quiere ajustar
81     REAL y_real[nsal]   -- Salidas muestreadas experimentales
82     REAL u_real[nent]   -- Entradas experimentales
83
84     REAL coef = 0      -- Coeficiente que activa la función de coste
85     DISCR REAL J1      -- Subtotal del índice de coste
86     DISCR REAL J2      -- Subtotal del índice de coste
87
88     BOOLEAN Sample = TRUE -- Variable bucles
89
90 -- Tablas correspondientes a los datos experimentales
91     TABLE_ID tabF, tabTo, tabTi, tabT4, tabT3
92
93 -- El índice que se minimiza
94     DISCR REAL J_costo
95
96 -- Vector con la función objetivo y las restricciones no lineales
97     REAL F_optim[5]

```

```

97
98 --Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura Ti
99   DISCR REAL Timin, Timax
100
101 -- Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura T4
102   DISCR REAL T4min, T4max
103
104
105 INIT
106
107     J_costo = 0.0
108     J1 = 0.0
109     J2 = 0.0
110
111
112 -- Entradas
113   readTableCols1D ("Caudal.txt",1,2,tabF)
114   u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME)
115   F = u_real[1]
116
117   readTableCols1D ("Temp_ent_cal.txt",1,2,tabTo)
118   u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME)
119   To = u_real[2]
120
121   readTableCols1D ("Temp_T3_calle.txt",1,2,tabT3)
122   T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
123
124
125
126 -- Salidas
127   readTableCols1D ("Temp_sal_cal.txt",1,2,tabTi)
128   y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME) -- valor real, leído de planta
129   Ti1 = y_real[1] -- valor inicial para el modelo
130   Ti2 = y_real[1]
131   y_modelo[1] = y_real[1] -- valor para el modelo
132
133   readTableCols1D ("Temp_sal_frio.txt",1,2,tabT4)
134   y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME) -- valor real, leído de planta
135   T41 = y_real[2] -- valor inicial para el modelo
136   T42 = y_real[2]
137   y_modelo[2] = y_real[2] -- valor del modelo
138
139
140 -- coeficiente que activa el índice de coste
141   coef = 1
142 -- coef = 1 AFTER N1*tsamp
143
144 -- Inicializacion de variables auxiliares
145   T4min = T4
146   T4max = T4
147
148   Timin = Ti
149   Timax = Ti
150

```

```

151 -- calculo de la funcion de costo a minimizar
152 DISCRETE
153
154     WHEN (Sample) THEN
155
156     -- Subtotales del indice de coste
157     J1 += coef*((y_modelo[1] - y_real[1])/media[1])**2
158     J2 += coef*((y_modelo[2] - y_real[2])/media[2])**2
159     J_costo = pesos[1]*J1 + pesos[2]*J2
160
161     Sample = FALSE
162     Sample = TRUE AFTER tsamp
163
164     END WHEN
165
166 CONTINUOUS
167
168 -- Entradas medibles
169 u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME) -- valor real, leído de planta
170 F = u_real[1] -- Caudal de liquido del exterior (litros/min)
171
172 u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME) -- valor real, leído de planta
173 To = u_real[2] -- Temperatura real del liquido (°C)
174
175 T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
176
177 -- Salidas medibles
178 y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME) -- Temperatura (Ti)
179 y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME) -- Temperatura (T4)
180
181 -- ECUACIONES DIFERENCIALES DEL MODELO
182
183 -- Vi*T2' = q*(Ti-T2)+(P1/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))* (T2-Te))
184 -- Vs*To' = q*(T2-To)+(P2/(d*Ce))-((Alfa/(d*Ce))* (To-Te))
185
186 Tm1 = sqrt((To-T41)*(Ti1-T3)*((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
187 Tm2 = sqrt((To-T42)*(Ti2-T3)*((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
188
189 Q1 = U*A1*Tm1
190 Q2 = U*A2*Tm2
191
192 Vss1*d*Ce*Ti1' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti1)-Q1
193 Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2
194 q*d*Ce*Ti = ((q/2)*d*Ce*Ti1)+((q/2)*d*Ce*Ti2)
195
196 Alfa1*m1*Ce*T41' = (F/2)*d*Ce*(T3-T41)+ Q1
197 Alfa2*m2*Ce*T42' = (F/2)*d*Ce*(T3-T42)+ Q2
198 F*d*Ce*T4 = ((F/2)*d*Ce*T41)+((F/2)*d*Ce*T42)
199
200 -- calcular las restricciones no lineales (expresiones c(x) <= 0)
201
202 F_optim[1] = J_costo
203 F_optim[2] = minabs(Ti,Timin)
204 F_optim[3] = maxabs(Ti,Timax)
205 F_optim[4] = minabs(T4,T4min)
206 F_optim[5] = maxabs(T4,T4max)
207
208
209 -- Asignación de valores del modelo
210 y_modelo[1] = Ti
211 y_modelo[2] = T4
212
213 END COMPONENT

```



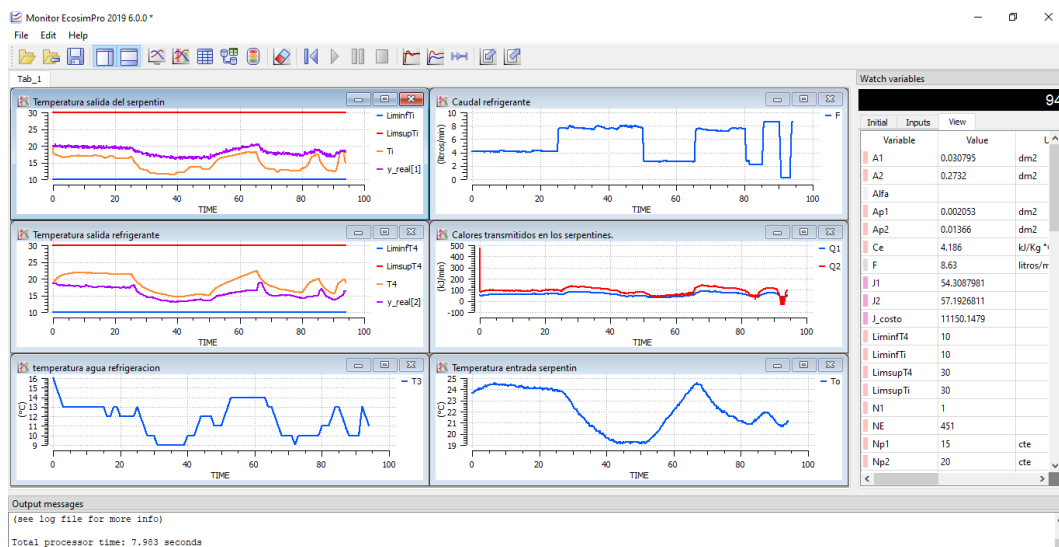
## Experimento del modelo (calenta.el) "simu.exp":

```

1  /*-----*/
2  LIBRARY: MODEL DINAMICO
3  COMPONENT: calenta
4  PARTITION: partition1
5  EXPERIMENT: simu
6  TEMPLATE: TRANSIENT
7  CREATION DATE: 15/01/2020
8  -----*/
9
10 EXPERIMENT simu ON calenta.partition1
11   DECLS
12   OBJECTS
13   INIT
14     -- initial values for state variables
15
16
17   BOUNDS
18     -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
19     coef = 1
20
21   BODY
22     -- creates an ASCII file with the results in table format
23     -- REPORT_TABLE("results.rpt", "*",TRUE)
24
25     -- set the debug level (valid range [0,4])
26     DEBUG_LEVEL= 1
27     -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE),
28     IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
29     -- set tolerances and other important inputs
30     REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
31     ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
32     TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
33
34     INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimation)
35     MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimation)
36     NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
37     REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detection. Ot
38
39     -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
40     TIME = 0
41     TSTOP = 94
42     CINT = 0.01
43     INTEG()
44 END EXPERIMENT

```

## Simulación del experimento "simu.exp":



## Optimización con los datos experimentales de la planta (calenta.el) “Optim.exp”:

```

1  /*-----*/
2  LIBRARY: MODELODINAMICO
3  COMPONENT: calenta
4  PARTITION: partition1
5  EXPERIMENT: Optim
6  TEMPLATE: TRANSIENT
7  CREATION DATE: 15/01/2020
8  /*-----*/
9  --USE ESNOPT
10 USE OPTIM_METHODS
11
12 FUNCTION INTEGER coste_y_restricciones(IN REAL esnopt_x[], IN INTEGER needF, OUT REAL esnopt_F[], IN INTEGER n)
13
14 BODY
15
16     RESET_VARIABLES ()
17
18     -- WRITE ("costeyrestricciones2 esnoptx:  %f %f %f %f\n", esnopt_x[1], esnopt_x[2], esnopt_x[3], esnopt_x[4])
19
20     Alfa1  = esnopt_x[1]
21     U      = esnopt_x[2]
22     Alfa2  = esnopt_x[3]
23
24     -- RESET_EVENTS()
25     SET_INIT_ACTIVE(TRUE)
26
27     TIME = 0
28     TSTOP = 94
29     CINT = 0.2
30
31     INTEG()
32
33     esnopt_F[1] = F_optim[1]
34     esnopt_F[2] = F_optim[2]
35     esnopt_F[3] = F_optim[3]
36     esnopt_F[4] = F_optim[4]
37     esnopt_F[5] = F_optim[5]
38
39     RETURN 0
40 END FUNCTION
41
42 EXPERIMENT Optim ON calenta.partition1
43
44 DECLS
45
46     INTEGER n_dec_vars = 3      -- numero de variables de decision
47     INTEGER n_constraints = 4  -- numero restricciones
48     INTEGER n_total      -- (numero restricciones + una funcion objetivo)
49
50     REAL param_estim[3]      -- variables de decision, size n_dec_var
51
52     REAL xlow[3]             -- valor inferior de las variables de decision, size n_dec_var
53     REAL xupp[3]             -- valor superior de las variables de decision, size n_dec_var
54
55     REAL Flow[5]             -- valor inferior de la funcion objetivo y las restricciones, size n_total
56     REAL Fupp[5]             -- valor superior de la funcion objetivo y las restricciones, size n_total
57
58
59 OBJECTS
60 INIT
61     -- initial values for state variables
62     T11 = T1
63     T12 = T1
64     T41 = T4
65     T42 = T4
66
67 BOUNDS
68     -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
69     coef = 1
70
71 BODY
72
73     -- Inicializaciones
74     Alfa1 = 1      -- correct value  0.1556
75     U = 180        -- correct value  180
76     Alfa2 = 1
77     n_total = n_constraints + 1

```

```

78      -      -
79      -- Formar vector de variables de decisión
80
81      param_estim[1] = Alfa1
82      param_estim[2] = U
83      param_estim[3] = Alfa2
84
85      -- Limites de las variables de decision
86      -- Alfa1
87      xlow[1] = 0.1
88      xupp[1] = 1
89
90      -- U
91      xlow[2] = 20
92      xupp[2] = 200
93
94      -- Alfa2
95      xlow[3] = 0.5
96      xupp[3] = 1.2
97
98
99      Flow[1] = -1.0e6
100     Fupp[1] = 1.0e6
101
102     Flow[2] = LiminfT1
103     Fupp[2] = LimsupT1
104
105     Flow[3] = LiminfT1
106     Fupp[3] = LimsupT1
107
108     Flow[4] = LiminfT4
109     Fupp[4] = LimsupT4
110
111     Flow[5] = LiminfT4
112     Fupp[5] = LimsupT4
113
114
115     --Optimization extern routine call
116     setSilentMode(TRUE)
117     SET_REPORT_ACTIVE("#MONITOR",FALSE)
118
119     OPTIM_METHODS.esnopt_init (n_dec_vars, n_constraints)
120
121     OPTIM_METHODS.esnopt_set_variables_bounds_and_initial_values (xlow, xupp, param_estim)
122
123     /* Unneeded, because ESnopt init them to this values by default */
124     //esnopt_set_cost_function_bounds_and_initial_value (-Flow[1], Fupp[1], F[1])
125
126     OPTIM_METHODS.esnopt_set_constraints_bounds_and_initial_values (Flow, Fupp, F_optim)
127
128     OPTIM_METHODS.esnopt_set_cost_function_and_constraints (coste_y_restricciones)
129
130     OPTIM_METHODS.esnopt_set_explicit_derivatives (0)
131
132     OPTIM_METHODS.esnopt_set_function_precision (1.0e-6)
133     REL_ERROR = 1.0e-7
134     -- for STEADY Calls TOLERANCE = 1.0e-7
135
136     OPTIM_METHODS.esnopt_set_iterations_limit (200)
137
138
139     -- esnopt_set_convert_to_nonlinear_constraints (1)
140 //     esnopt_print_data ()
141
142     OPTIM_METHODS.esnopt ()
143
144     setSilentMode(FALSE)
145     SET_REPORT_ACTIVE("#MONITOR",TRUE)
146
147     RESET_VARIABLES ()
148
149     OPTIM_METHODS.esnopt_get_variables_values(param_estim)
150     -- esnopt_get_cost_function_and_constraints_values(F_optim)
151     -- esnopt_get_lagrange_multipliers_values( )
152
153     OPTIM_METHODS.esnopt_free ()
154
155     Alfa1 = param_estim[1]
156     U = param_estim[2]
157     Alfa2 = param_estim[3]
158
159
160     SET_INIT_ACTIVE(TRUE)
161

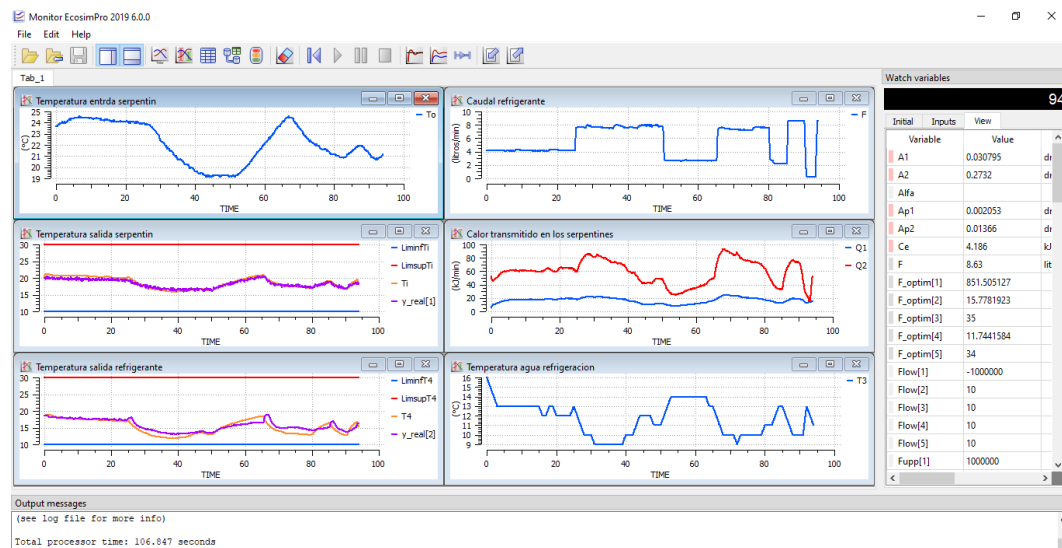
```

```

162
163 WRITE("\nVariables de decisión:\n")
164 FOR (i IN 1,n_dec_vars)
165     WRITE ("%f\t", param_estim[i])
166 END FOR
167 WRITE ("\n\n")
168
169 -- report results in file reportAll.rpt
170 -- REPORT_TABLE("reportAll.rpt", "*",TRUE)
171 -- integrate the model 15 seconds and obtain results every 0.1 seconds
172
173 -- creates an ASCII file with the results in table format
174 -- REPORT_TABLE("results.rpt", "*",TRUE)
175
176 -- set the debug level (valid range [0,4])
177 DEBUG_LEVEL= 1
178 -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE), CVODE_BDF(_SPAR
179 IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
180 -- set tolerances and other important inputs
181 REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
182 ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
183 TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
184 INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimation)
185 MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimation)
186 NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
187 REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detection. Other valid
188
189 -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
190 TIME = 0
191 TSTOP = 94
192 CINT = 0.1
193 INTEG()
194 END EXPERIMENT

```

## Simulación de la optimización a los datos experimentales "Optim.exp":



## Modelo de validación del sistema dinámico "validacion.el":

```

1 USE MATH
2 --USE ESNOPT
3
4 COMPONENT Validacion (INTEGER nent =2, INTEGER nsal = 2)
5
6 DATA
7
8   --Parametros constantes
9
10  REAL Vi = 9.240    "Volumen primer compartimento del depósito (dm3)"
11  REAL Vs = 2.240    "Volumen segundo compartimento del depósito (dm3)"
12  REAL q = 5         "Caudal de la bomba (dm3/min)"
13  REAL d = 1         "Densidad agua (Kg/dm3)"
14  REAL Ce = 4.186    "Calor Especifico del agua (kJ/Kg °C)"
15  REAL Vssl = 0.2194 "Volumen de agua del serpentín 1(dm3)"
16  REAL Vss2 = 0.4373 "Volumen de agua del serpentín 2(dm3)"
17  REAL Apl = 0.002053 "Sección una vuelta del serpentín 1 (dm2)"
18  REAL Np1 = 15      "Número de vueltas del serpentín 1 (cte)"
19  REAL m1 = 6.8486   "Masa de agua depósito cilindrico 1 (Kg)"
20  REAL Ap2 = 0.01366 "Sección una vuelta del serpentín 2 (dm2)"
21  REAL Np2 = 20      "Número de vueltas del serpentín 2 (cte)"
22  REAL m2 = 6.6313   "Masa de agua depósito cilindrico 2 (Kg)"
23  REAL Te = 20       "Temperatura ambiente Grados (°C)"
24  REAL P1 = 63.000   "Potencia resistencia 1 (kJ/min)"
25  REAL P2 = 60.000   "Potencia resistencia 2 (kJ/min)"
26  REAL A1 = 0.030795 "Sección serpentín completo 1 (dm2)"
27  REAL A2 = 0.2732   "Sección serpentín completo 2 (dm2)"
28
29  -- Parámetros a estimar sin escalar, aquí se dan unos valores iniciales
30
31  REAL Alfa1 = 0.6   "Aproximación no valor real"
32  REAL Alfa2 = 2     "Aproximación no valor real"
33  REAL U = 20        "Coeficiente global aproximado de transmisión de calor (kJ/min-dm2-°C)"
34
35
36  REAL tsamp = 1/60 -- Periodo de muestreo de recogida de datos (min)
37
38  INTEGER N1 = 1     -- Inicio horizonte de estimación
39  INTEGER NE = 451  -- Número de muestras, datos reales tomados
40
41  -- Pesos en el coste para las diferencias entre predicciones y datos reales
42  REAL pesos[2] = {100.0, 100.0} -- pesos[nsal]
43
44  -- Valores medios de los datos experimentales, factor de escala
45  REAL media[2] = {37, 31} -- Temperatura
46
47  REAL LiminfTi = 10
48  REAL LimsupTi = 30
49  REAL LiminfT4 = 10
50  REAL LimsupT4 = 30
51
52
53 DECLS
54   -- Variables manipuladas
55
56  REAL F          "Caudal de liquido del exterior (litros/min)"
57  REAL To         "Temperatura variable del segundo compartimento del deposito (°C)"
58  REAL Ti1        "Temperatura variable de la salida del serpentín 1 (°C)"
59  REAL Ti2        "Temperatura variable de la salida del serpentín 2 (°C)"
60  REAL T41        "Temperatura variable de la salida deposito 1 a la calle (°C)"
61  REAL T42        "Temperatura variable de la salida deposito 2 a la calle (°C)"
62  REAL T1 = 35    "Temperatura variable de la salida mezclada de los serpentines (°C)"
63  REAL T4 = 34    "Temperatura variable de la salida mezclada de los depositos a la calle (°C)"
64  REAL Q1         "Calor Transmitido serpentín 1 (kJ/min)"
65  REAL Q2         "Calor Transmitido serpentín 2 (kJ/min)"
66  REAL Tm1        "Incremento de temperatura 1 (°C)"

```

```

67     REAL Tm2           "Incremento de temperatura 2 (°C)"
68     REAL T3           "Temperatura agua de la calle Grados (°C)"
69
70     -- Salidas medidas del proceso
71     -- Ti, T4
72
73     -- Variables manipuladas
74     -- set point de F, To
75
76     -- Parametros
77     -- T3, Te, q
78
79     REAL y_modelo[nsal]  -- Salidas del modelo que se quiere ajustar
80     REAL y_real[nsal]   -- Salidas muestreadas experimentales
81     REAL u_real[nent]   -- Entradas experimentales
82
83     REAL coef = 0       -- Coeficiente que activa la función de coste
84     DISCR REAL J1       -- Subtotal del índice de coste
85     DISCR REAL J2       -- Subtotal del índice de coste
86
87     BOOLEAN Sample = TRUE -- Variable bucles
88
89     -- Tablas correspondientes a los datos experimentales
90     TABLE_ID tabF, tabTo, tabTi, tabT4, tabT3
91
92     -- El índice que se minimiza
93     DISCR REAL J_costo
94
95     -- Vector con la función objetivo y las restricciones no lineales
96     REAL F_optim[5]
97
98     --Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura Ti
99     DISCR REAL Timin, Tmax
100
101     -- Variable auxiliar para el calculo de maximos y minimos de temperatura T4
102     DISCR REAL T4min, T4max
103
104
105 INIT
106
107     J_costo = 0.0
108     J1 = 0.0
109     J2 = 0.0
110
111
112     -- Entradas
113     readTableCols1D ("Caudal_Validacion.txt",1,2,tabF)
114     u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME)
115     F = u_real[1]
116
117     readTableCols1D ("Temp_ent_cal_Validacion.txt",1,2,tabTo)
118     u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME)
119     To = u_real[2]
120
121     readTableCols1D ("Temp_T3_calle_Validacion.txt",1,2,tabT3)
122     T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
123
124
125

```

```

126 -- Salidas
127 readTableCols1D ("Temp_sal_cal_Validacion.txt",1,2,tabTi)
128 y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME) -- valor real, leído de planta
129 Ti1 = y_real[1] -- valor inicial para el modelo
130 Ti2 = y_real[1]
131 y_modelo[1] = y_real[1] -- valor para el modelo
132
133 readTableCols1D ("Temp_sal_frio_Validacion.txt",1,2,tabT4)
134 y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME) -- valor real, leído de planta
135 T41 = y_real[2] -- valor inicial para el modelo
136 T42 = y_real[2]
137 y_modelo[2] = y_real[2] -- valor del modelo
138
139
140 -- coeficiente que activa el índice de coste
141 coef = 1
142 -- coef = 1 AFTER N1*tsamp
143
144 -- Inicializacion de variables auxiliares
145 T4min = T4
146 T4max = T4
147
148 Timin = Ti
149 Timax = Ti
150
151 -- calculo de la funcion de costo a minimizar
152 DISCRETE
153
154 WHEN (Sample) THEN
155
156 -- Subtotales del índice de coste
157 J1 += coef*((y_modelo[1] - y_real[1])/media[1])**2
158 J2 += coef*((y_modelo[2] - y_real[2])/media[2])**2
159 J_costo = pesos[1]*J1 + pesos[2]*J2
160
161 Sample = FALSE
162 Sample = TRUE AFTER tsamp
163
164 END WHEN
165
166 CONTINUOUS
167
168 -- Entradas medibles
169 u_real[1] = linearInterp1D (tabF, TIME) -- valor real, leído de planta
170 F = u_real[1] -- Caudal de liquido del exterior (litros/min)
171
172 u_real[2] = linearInterp1D (tabTo, TIME) -- valor real, leído de planta
173 To = u_real[2] -- Temperatura real del liquido (°C)
174
175 T3 = linearInterp1D (tabT3, TIME)
176
177 -- Salidas medibles
178 y_real[1] = linearInterp1D (tabTi, TIME) -- Temperatura(Ti)
179 y_real[2] = linearInterp1D (tabT4, TIME) -- Temperatura(T4)
180
181 -- ECUACIONES DIFERENCIALES DEL MODELO
182
183 Tm1 = sqrt((To-T41)*(Ti1-T3)*((To-T41)+(Ti1-T3))/2)
184 Tm2 = sqrt((To-T42)*(Ti2-T3)*((To-T42)+(Ti2-T3))/2)
185
186 Q1 = U*A1*Tm1

```

```

187     Q2 = U*A2*Tm2
188
189     Vss1*d*Ce*Til' = (q/2)*d*Ce*(To-Til)-Q1
190     Vss2*d*Ce*Ti2' = (q/2)*d*Ce*(To-Ti2)-Q2
191     q*d*Ce*Ti = ((q/2)*d*Ce*Til)+((q/2)*d*Ce*Ti2)
192
193     Alfa1*m1*Ce*T41' = (F/2)*d*Ce*(T3-T41)+ Q1
194     Alfa2*m2*Ce*T42' = (F/2)*d*Ce*(T3-T42)+ Q2
195     F*d*Ce*T4 = ((F/2)*d*Ce*T41)+((F/2)*d*Ce*T42)
196
197     -- calcular las restricciones no lineales (expresiones c(x) <= 0)
198
199     F_optim[1] = J_costo
200     F_optim[2] = minabs(Ti,Timin)
201     F_optim[3] = maxabs(Ti,Timax)
202     F_optim[4] = minabs(T4,T4min)
203     F_optim[5] = maxabs(T4,T4max)
204
205
206     -- Asignación de valores del modelo
207     y_modelo[1] = Ti
208     y_modelo[2] = T4
209
210 END COMPONENT
211

```

## Experimento de validación del modelo de (Validacion.el) "Valid.exp":

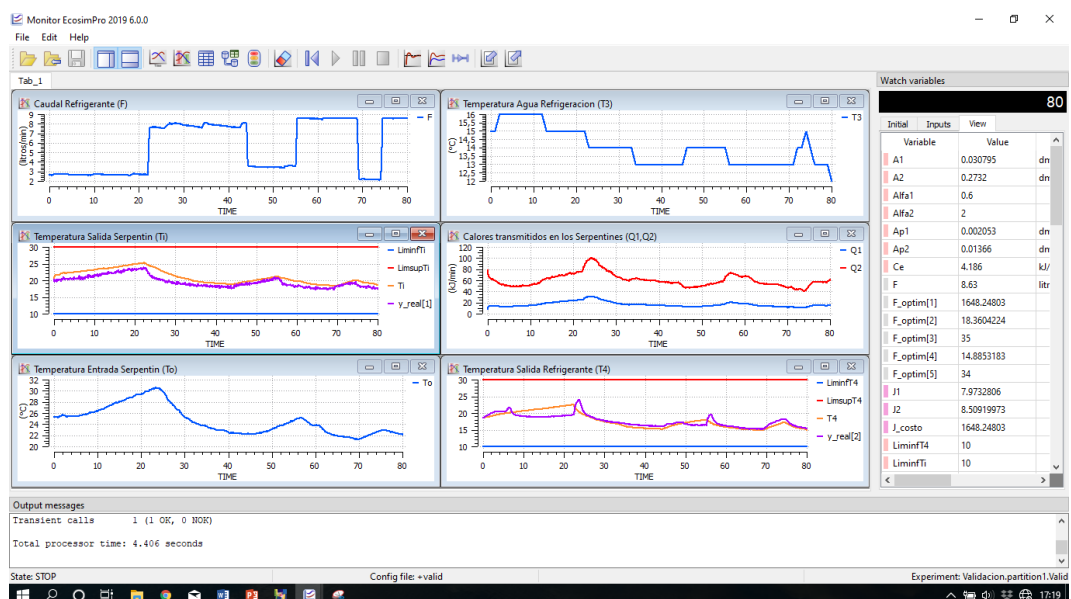
```

1  /-----
2  LIBRARY: MODELODINAMICO
3  COMPONENT: Validacion
4  PARTITION: partition1
5  EXPERIMENT: Valid
6  TEMPLATE: TRANSIENT
7  CREATION DATE: 11/02/2020
8  -----*/
9
10 EXPERIMENT Valid ON Validacion.partition1
11   DECLS
12   OBJECTS
13   INIT
14     -- initial values for state variables
15
16   BOUNDS
17     -- Set equations for boundaries: boundVar = f(TIME;...)
18     coef = 1
19
20   BODY
21     -- creates an ASCII file with the results in table format
22     -- REPORT_TABLE("results.rpt", "")
23
24     -- set the debug level (valid range [0,4])
25     DEBUG_LEVEL= 1
26     -- select default integration solver. Valid methods are IDAS (_SPARSE), DASSL(_SPARSE), CVODE_BDF(_SPARSE)
27     IMETHOD= IDAS -- default is DASSL, recommended is either IDAS or IDAS_SPARSE
28     -- set tolerances and other important inputs
29     REL_ERROR = 1e-06 -- transient solver relative tolerance
30     ABS_ERROR = 1e-06 -- transient solver absolute tolerance
31     TOLERANCE = 1e-06 -- steady solver relative tolerance
32     INIT_INTEG_STEP = -1 -- initial integration step size (-1 means use the solver estimation)
33     MAX_INTEG_STEP = -1 -- maximum integration step size (-1 means use the solver estimation)
34     NSTEPS = 1 -- Only for explicit solvers use CINT/NSTEPS as integration step size
35     REPORT_MODE = IS_EVENT -- by default it reports results at every CINT and event detection. Other valid option
36
37     -- simulate a transient in range[TIME,TSTOP] reporting every CINT
38     TIME = 0
39     TSTOP = 80
40     CINT = 0.1
41     INTEG()
42 END EXPERIMENT

```



**Simulación con la validación de los datos experimentales tomados de nuevo del experimento "Valid.exp":**



Tablas creadas en formato (.txt), con los datos experimentales que contrastaran con los valores del modelo para la realización del ajuste la optimización y la validación del sistema dinámico:

<b>Temperatura entrada caliente experimental (To):</b>					
TIEMPO	VALOR				
0.000000	23.7	0.750000	23.83	1.750000	23.96
0.083333	23.7	0.833333	23.83	1.833333	24.08
0.166667	23.7	0.916667	23.83	1.916667	23.96
0.250000	23.7	1.000000	23.96	2.000000	23.96
0.333333	23.7	1.083333	23.83	2.083333	23.96
0.416667	23.7	1.166667	23.96	2.166667	23.96
0.500000	23.83	1.250000	23.96	2.250000	24.08
0.583333	23.83	1.333333	23.96	2.333333	24.08
0.666667	23.83	1.416667	23.96	2.416667	24.08
		1.500000	23.96	2.500000	23.96
		1.583333	23.96	2.583333	23.96
		1.666667	23.96	2.666667	24.08

2.750000	23.96	5.083333	24.34	7.416667	24.46
2.833333	24.08	5.166667	24.46	7.500000	24.46
2.916667	24.08	5.250000	24.46	7.583333	24.46
3.000000	24.08	5.333333	24.46	7.666667	24.46
3.083333	24.08	5.416667	24.46	7.750000	24.46
3.166667	24.08	5.500000	24.46	7.833333	24.46
3.250000	24.08	5.583333	24.46	7.916667	24.46
3.333333	24.21	5.666667	24.46	8.000000	24.34
3.416667	24.21	5.750000	24.46	8.083333	24.34
3.500000	24.21	5.833333	24.46	8.166667	24.46
3.583333	24.21	5.916667	24.46	8.250000	24.46
3.666667	24.21	6.000000	24.46	8.333333	24.46
3.750000	24.21	6.083333	24.46	8.416667	24.46
3.833333	24.21	6.166667	24.46	8.500000	24.46
3.916667	24.34	6.250000	24.46	8.583333	24.46
4.000000	24.21	6.333333	24.46	8.666667	24.46
4.083333	24.34	6.416667	24.46	8.750000	24.46
4.166667	24.21	6.500000	24.46	8.833333	24.46
4.250000	24.21	6.583333	24.59	8.916667	24.34
4.333333	24.34	6.666667	24.46	9.000000	24.46
4.416667	24.34	6.750000	24.46	9.083333	24.46
4.500000	24.34	6.833333	24.46	9.166667	24.34
4.583333	24.34	6.916667	24.46	9.250000	24.46
4.666667	24.34	7.000000	24.46	9.333333	24.46
4.750000	24.34	7.083333	24.46	9.416667	24.46
4.833333	24.34	7.166667	24.59	9.500000	24.46
4.916667	24.34	7.250000	24.46	9.583333	24.34
5.000000	24.34	7.333333	24.46	9.666667	24.46

9.750000	24.46	12.083333	24.34	14.416667	24.21
9.833333	24.46	12.166667	24.34	14.500000	24.21
9.916667	24.46	12.250000	24.34	14.583333	24.21
10.000000	24.34	12.333333	24.34	14.666667	24.34
10.083333	24.34	12.416667	24.34	14.750000	24.21
10.166667	24.34	12.500000	24.34	14.833333	24.21
10.250000	24.34	12.583333	24.34	14.916667	24.21
10.333333	24.34	12.666667	24.34	15.000000	24.21
10.416667	24.34	12.750000	24.21	15.083333	24.21
10.500000	24.34	12.833333	24.34	15.166667	24.21
10.583333	24.34	12.916667	24.34	15.250000	24.21
10.666667	24.21	13.000000	24.21	15.333333	24.08
10.750000	24.34	13.083333	24.21	15.416667	24.08
10.833333	24.34	13.166667	24.21	15.500000	24.21
10.916667	24.34	13.250000	24.21	15.583333	24.08
11.000000	24.34	13.333333	24.21	15.666667	24.21
11.083333	24.34	13.416667	24.21	15.750000	24.08
11.166667	24.34	13.500000	24.21	15.833333	24.08
11.250000	24.34	13.583333	24.21	15.916667	24.08
11.333333	24.46	13.666667	24.21	16.000000	24.08
11.416667	24.46	13.750000	24.21	16.083333	24.21
11.500000	24.46	13.833333	24.08	16.166667	24.08
11.583333	24.34	13.916667	24.21	16.250000	24.08
11.666667	24.34	14.000000	24.21	16.333333	24.21
11.750000	24.34	14.083333	24.34	16.416667	24.21
11.833333	24.34	14.166667	24.21	16.500000	24.21
11.916667	24.34	14.250000	24.21	16.583333	24.21
12.000000	24.34	14.333333	24.34	16.666667	24.21

16.750000	24.08	19.083333	24.08	21.416667	24.08
16.833333	24.08	19.166667	24.08	21.500000	24.08
16.916667	24.08	19.250000	24.08	21.583333	24.08
17.000000	24.08	19.333333	24.08	21.666667	24.08
17.083333	24.08	19.416667	24.08	21.750000	24.08
17.166667	24.08	19.500000	24.08	21.833333	24.08
17.250000	24.08	19.583333	24.08	21.916667	24.08
17.333333	24.08	19.666667	24.08	22.000000	24.08
17.416667	24.08	19.750000	24.08	22.083333	24.08
17.500000	24.08	19.833333	24.08	22.166667	24.08
17.583333	24.08	19.916667	24.08	22.250000	24.08
17.666667	24.08	20.000000	24.08	22.333333	24.08
17.750000	24.08	20.083333	24.08	22.416667	24.08
17.833333	24.08	20.166667	24.08	22.500000	23.96
17.916667	24.08	20.250000	24.08	22.583333	23.96
18.000000	24.08	20.333333	24.21	22.666667	23.96
18.083333	24.08	20.416667	24.08	22.750000	23.96
18.166667	24.08	20.500000	24.08	22.833333	24.08
18.250000	24.08	20.583333	24.08	22.916667	24.08
18.333333	24.08	20.666667	24.08	23.000000	23.96
18.416667	24.08	20.750000	23.96	23.083333	23.96
18.500000	24.08	20.833333	23.96	23.166667	23.96
18.583333	24.21	20.916667	23.96	23.250000	24.08
18.666667	24.08	21.000000	24.08	23.333333	24.08
18.750000	24.08	21.083333	24.08	23.416667	24.08
18.833333	24.08	21.166667	24.08	23.500000	24.08
18.916667	24.08	21.250000	24.08	23.583333	23.96
19.000000	24.08	21.333333	23.96	23.666667	24.08

23.750000	23.96	26.083333	23.96	28.416667	23.32
23.833333	23.96	26.166667	23.83	28.500000	23.2
23.916667	23.96	26.250000	23.83	28.583333	23.2
24.000000	23.96	26.333333	23.83	28.666667	23.2
24.083333	23.96	26.416667	23.83	28.750000	23.2
24.166667	23.83	26.500000	23.83	28.833333	23.2
24.250000	23.96	26.583333	23.83	28.916667	23.07
24.333333	23.96	26.666667	23.83	29.000000	23.07
24.416667	23.96	26.750000	23.83	29.083333	23.07
24.500000	23.96	26.833333	23.83	29.166667	22.94
24.583333	23.83	26.916667	23.7	29.250000	22.94
24.666667	23.96	27.000000	23.83	29.333333	22.94
24.750000	23.83	27.083333	23.7	29.416667	22.82
24.833333	23.96	27.166667	23.7	29.500000	22.82
24.916667	23.96	27.250000	23.7	29.583333	22.82
25.000000	23.96	27.333333	23.58	29.666667	22.69
25.083333	23.96	27.416667	23.58	29.750000	22.56
25.166667	23.96	27.500000	23.58	29.833333	22.56
25.250000	23.96	27.583333	23.58	29.916667	22.56
25.333333	23.96	27.666667	23.58	30.000000	22.44
25.416667	23.83	27.750000	23.45	30.083333	22.44
25.500000	23.83	27.833333	23.45	30.166667	22.44
25.583333	23.83	27.916667	23.45	30.250000	22.31
25.666667	23.96	28.000000	23.45	30.333333	22.31
25.750000	23.83	28.083333	23.32	30.416667	22.31
25.833333	23.96	28.166667	23.32	30.500000	22.31
25.916667	23.83	28.250000	23.32	30.583333	22.18
26.000000	23.83	28.333333	23.32	30.666667	22.18

30.750000	22.18	33.083333	21.42	35.416667	20.66
30.833333	22.18	33.166667	21.42	35.500000	20.66
30.916667	22.18	33.250000	21.42	35.583333	20.66
31.000000	22.18	33.333333	21.42	35.666667	20.79
31.083333	22.18	33.416667	21.3	35.750000	20.66
31.166667	22.06	33.500000	21.3	35.833333	20.66
31.250000	22.06	33.583333	21.3	35.916667	20.66
31.333333	21.93	33.666667	21.17	36.000000	20.66
31.416667	21.93	33.750000	21.17	36.083333	20.66
31.500000	21.93	33.833333	21.17	36.166667	20.66
31.583333	21.93	33.916667	21.17	36.250000	20.53
31.666667	21.8	34.000000	21.04	36.333333	20.53
31.750000	21.8	34.083333	21.04	36.416667	20.53
31.833333	21.68	34.166667	21.04	36.500000	20.53
31.916667	21.8	34.250000	21.04	36.583333	20.41
32.000000	21.8	34.333333	21.04	36.666667	20.41
32.083333	21.8	34.416667	20.91	36.750000	20.41
32.166667	21.68	34.500000	21.04	36.833333	20.41
32.250000	21.68	34.583333	20.91	36.916667	20.28
32.333333	21.68	34.666667	20.91	37.000000	20.28
32.416667	21.55	34.750000	20.91	37.083333	20.28
32.500000	21.68	34.833333	20.79	37.166667	20.28
32.583333	21.55	34.916667	20.66	37.250000	20.28
32.666667	21.55	35.000000	20.79	37.333333	20.28
32.750000	21.42	35.083333	20.66	37.416667	20.28
32.833333	21.42	35.166667	20.66	37.500000	20.28
32.916667	21.42	35.250000	20.66	37.583333	20.28
33.000000	21.55	35.333333	20.66	37.666667	20.28

37.750000	20.28	40.083333	19.65	42.416667	19.27
37.833333	20.28	40.166667	19.65	42.500000	19.27
37.916667	20.15	40.250000	19.65	42.583333	19.27
38.000000	20.28	40.333333	19.65	42.666667	19.27
38.083333	20.15	40.416667	19.65	42.750000	19.27
38.166667	20.15	40.500000	19.65	42.833333	19.27
38.250000	20.03	40.583333	19.65	42.916667	19.27
38.333333	20.03	40.666667	19.52	43.000000	19.27
38.416667	20.03	40.750000	19.52	43.083333	19.14
38.500000	19.9	40.833333	19.52	43.166667	19.14
38.583333	20.03	40.916667	19.39	43.250000	19.14
38.666667	20.03	41.000000	19.39	43.333333	19.27
38.750000	19.9	41.083333	19.39	43.416667	19.27
38.833333	19.9	41.166667	19.39	43.500000	19.14
38.916667	19.9	41.250000	19.39	43.583333	19.27
39.000000	20.03	41.333333	19.39	43.666667	19.27
39.083333	20.03	41.416667	19.52	43.750000	19.27
39.166667	19.9	41.500000	19.39	43.833333	19.27
39.250000	19.9	41.583333	19.39	43.916667	19.27
39.333333	19.9	41.666667	19.52	44.000000	19.14
39.416667	19.9	41.750000	19.39	44.083333	19.14
39.500000	19.77	41.833333	19.52	44.166667	19.27
39.583333	19.77	41.916667	19.52	44.250000	19.14
39.666667	19.77	42.000000	19.39	44.333333	19.27
39.750000	19.77	42.083333	19.39	44.416667	19.27
39.833333	19.65	42.166667	19.27	44.500000	19.14
39.916667	19.65	42.250000	19.39	44.583333	19.14
40.000000	19.65	42.333333	19.39	44.666667	19.14

44.750000	19.14	47.083333	19.27	49.416667	19.27
44.833333	19.14	47.166667	19.14	49.500000	19.27
44.916667	19.27	47.250000	19.27	49.583333	19.14
45.000000	19.14	47.333333	19.14	49.666667	19.14
45.083333	19.14	47.416667	19.27	49.750000	19.14
45.166667	19.27	47.500000	19.14	49.833333	19.27
45.250000	19.14	47.583333	19.14	49.916667	19.14
45.333333	19.14	47.666667	19.27	50.000000	19.14
45.416667	19.27	47.750000	19.27	50.083333	19.27
45.500000	19.27	47.833333	19.27	50.166667	19.14
45.583333	19.27	47.916667	19.27	50.250000	19.14
45.666667	19.27	48.000000	19.27	50.333333	19.14
45.750000	19.27	48.083333	19.27	50.416667	19.27
45.833333	19.27	48.166667	19.27	50.500000	19.27
45.916667	19.27	48.250000	19.27	50.583333	19.14
46.000000	19.27	48.333333	19.27	50.666667	19.27
46.083333	19.27	48.416667	19.27	50.750000	19.27
46.166667	19.27	48.500000	19.27	50.833333	19.27
46.250000	19.27	48.583333	19.27	50.916667	19.27
46.333333	19.27	48.666667	19.27	51.000000	19.27
46.416667	19.27	48.750000	19.27	51.083333	19.27
46.500000	19.27	48.833333	19.27	51.166667	19.27
46.583333	19.27	48.916667	19.27	51.250000	19.14
46.666667	19.27	49.000000	19.27	51.333333	19.14
46.750000	19.27	49.083333	19.27	51.416667	19.27
46.833333	19.27	49.166667	19.27	51.500000	19.14
46.916667	19.14	49.250000	19.27	51.583333	19.14
47.000000	19.14	49.333333	19.27	51.666667	19.27



51.750000	19.27	54.083333	19.9	56.416667	20.66
51.833333	19.27	54.166667	19.9	56.500000	20.79
51.916667	19.27	54.250000	19.9	56.583333	20.79
52.000000	19.27	54.333333	19.9	56.666667	20.79
52.083333	19.27	54.416667	19.9	56.750000	20.91
52.166667	19.27	54.500000	20.03	56.833333	20.91
52.250000	19.27	54.583333	20.03	56.916667	21.04
52.333333	19.39	54.666667	20.03	57.000000	21.04
52.416667	19.39	54.750000	20.03	57.083333	20.91
52.500000	19.27	54.833333	20.15	57.166667	21.04
52.583333	19.39	54.916667	20.15	57.250000	21.04
52.666667	19.39	55.000000	20.15	57.333333	21.17
52.750000	19.52	55.083333	20.15	57.416667	21.17
52.833333	19.52	55.166667	20.28	57.500000	21.17
52.916667	19.52	55.250000	20.28	57.583333	21.3
53.000000	19.52	55.333333	20.28	57.666667	21.3
53.083333	19.65	55.416667	20.28	57.750000	21.3
53.166667	19.52	55.500000	20.28	57.833333	21.42
53.250000	19.65	55.583333	20.41	57.916667	21.3
53.333333	19.65	55.666667	20.41	58.000000	21.42
53.416667	19.65	55.750000	20.41	58.083333	21.42
53.500000	19.77	55.833333	20.41	58.166667	21.42
53.583333	19.77	55.916667	20.53	58.250000	21.42
53.666667	19.77	56.000000	20.53	58.333333	21.42
53.750000	19.77	56.083333	20.53	58.416667	21.55
53.833333	19.77	56.166667	20.53	58.500000	21.55
53.916667	19.77	56.250000	20.66	58.583333	21.55
54.000000	19.77	56.333333	20.66	58.666667	21.55

58.750000	21.68	61.083333	22.56	63.416667	23.45
58.833333	21.68	61.166667	22.56	63.500000	23.45
58.916667	21.68	61.250000	22.69	63.583333	23.58
59.000000	21.68	61.333333	22.56	63.666667	23.58
59.083333	21.68	61.416667	22.69	63.750000	23.58
59.166667	21.8	61.500000	22.56	63.833333	23.58
59.250000	21.8	61.583333	22.56	63.916667	23.7
59.333333	21.93	61.666667	22.69	64.000000	23.58
59.416667	21.8	61.750000	22.69	64.083333	23.7
59.500000	21.93	61.833333	22.82	64.166667	23.7
59.583333	21.93	61.916667	22.82	64.250000	23.7
59.666667	21.93	62.000000	22.82	64.333333	23.7
59.750000	22.06	62.083333	22.82	64.416667	23.7
59.833333	21.93	62.166667	22.82	64.500000	23.83
59.916667	22.06	62.250000	22.94	64.583333	23.83
60.000000	22.18	62.333333	23.07	64.666667	23.96
60.083333	22.18	62.416667	22.94	64.750000	23.83
60.166667	22.18	62.500000	23.07	64.833333	23.96
60.250000	22.18	62.583333	23.07	64.916667	23.96
60.333333	22.18	62.666667	23.07	65.000000	23.96
60.416667	22.31	62.750000	23.2	65.083333	24.08
60.500000	22.31	62.833333	23.2	65.166667	24.08
60.583333	22.31	62.916667	23.2	65.250000	24.08
60.666667	22.31	63.000000	23.2	65.333333	24.08
60.750000	22.31	63.083333	23.32	65.416667	24.21
60.833333	22.44	63.166667	23.32	65.500000	24.08
60.916667	22.44	63.250000	23.45	65.583333	24.21
61.000000	22.44	63.333333	23.45	65.666667	24.21

65.750000	24.21	68.083333	24.34	70.416667	23.32
65.833333	24.21	68.166667	24.34	70.500000	23.32
65.916667	24.34	68.250000	24.34	70.583333	23.32
66.000000	24.34	68.333333	24.21	70.666667	23.2
66.083333	24.34	68.416667	24.08	70.750000	23.2
66.166667	24.46	68.500000	24.08	70.833333	23.2
66.250000	24.34	68.583333	24.08	70.916667	23.2
66.333333	24.34	68.666667	24.08	71.000000	23.07
66.416667	24.46	68.750000	23.96	71.083333	23.07
66.500000	24.46	68.833333	23.96	71.166667	22.94
66.583333	24.46	68.916667	23.83	71.250000	22.94
66.666667	24.46	69.000000	23.83	71.333333	22.82
66.750000	24.59	69.083333	23.96	71.416667	22.82
66.833333	24.59	69.166667	23.83	71.500000	22.82
66.916667	24.59	69.250000	23.83	71.583333	22.82
67.000000	24.46	69.333333	23.83	71.666667	22.82
67.083333	24.46	69.416667	23.83	71.750000	22.69
67.166667	24.46	69.500000	23.7	71.833333	22.82
67.250000	24.46	69.583333	23.7	71.916667	22.69
67.333333	24.46	69.666667	23.7	72.000000	22.69
67.416667	24.46	69.750000	23.58	72.083333	22.69
67.500000	24.46	69.833333	23.45	72.166667	22.56
67.583333	24.46	69.916667	23.58	72.250000	22.56
67.666667	24.46	70.000000	23.45	72.333333	22.56
67.750000	24.46	70.083333	23.45	72.416667	22.56
67.833333	24.46	70.166667	23.45	72.500000	22.56
67.916667	24.46	70.250000	23.45	72.583333	22.56
68.000000	24.34	70.333333	23.32	72.666667	22.44

72.750000	22.44	75.083333	21.93	77.416667	21.55
72.833333	22.31	75.166667	21.93	77.500000	21.55
72.916667	22.31	75.250000	21.93	77.583333	21.55
73.000000	22.31	75.333333	21.93	77.666667	21.55
73.083333	22.44	75.416667	21.93	77.750000	21.55
73.166667	22.44	75.500000	21.93	77.833333	21.55
73.250000	22.31	75.583333	21.93	77.916667	21.42
73.333333	22.31	75.666667	21.8	78.000000	21.42
73.416667	22.31	75.750000	21.8	78.083333	21.42
73.500000	22.31	75.833333	21.8	78.166667	21.55
73.583333	22.18	75.916667	21.8	78.250000	21.42
73.666667	22.18	76.000000	21.68	78.333333	21.42
73.750000	22.18	76.083333	21.68	78.416667	21.42
73.833333	22.18	76.166667	21.68	78.500000	21.3
73.916667	22.06	76.250000	21.68	78.583333	21.42
74.000000	22.18	76.333333	21.68	78.666667	21.3
74.083333	22.06	76.416667	21.68	78.750000	21.3
74.166667	22.06	76.500000	21.55	78.833333	21.3
74.250000	22.06	76.583333	21.55	78.916667	21.17
74.333333	21.93	76.666667	21.55	79.000000	21.3
74.416667	22.06	76.750000	21.55	79.083333	21.17
74.500000	21.93	76.833333	21.55	79.166667	21.17
74.583333	21.93	76.916667	21.55	79.250000	21.17
74.666667	21.93	77.000000	21.55	79.333333	21.17
74.750000	21.93	77.083333	21.55	79.416667	21.17
74.833333	22.06	77.166667	21.55	79.500000	21.17
74.916667	22.06	77.250000	21.55	79.583333	21.17
75.000000	22.06	77.333333	21.68	79.666667	21.17

79.750000	21.17	82.083333	20.91	84.416667	21.17
79.833333	21.17	82.166667	20.91	84.500000	21.3
79.916667	21.17	82.250000	20.91	84.583333	21.3
80.000000	21.17	82.333333	20.91	84.666667	21.3
80.083333	21.17	82.416667	20.91	84.750000	21.3
80.166667	21.17	82.500000	20.91	84.833333	21.3
80.250000	21.17	82.583333	20.91	84.916667	21.42
80.333333	21.17	82.666667	20.79	85.000000	21.3
80.416667	21.04	82.750000	20.91	85.083333	21.42
80.500000	21.04	82.833333	20.91	85.166667	21.42
80.583333	21.17	82.916667	20.91	85.250000	21.55
80.666667	21.04	83.000000	20.91	85.333333	21.42
80.750000	21.04	83.083333	20.91	85.416667	21.55
80.833333	21.04	83.166667	20.91	85.500000	21.55
80.916667	21.04	83.250000	20.91	85.583333	21.55
81.000000	21.04	83.333333	20.91	85.666667	21.55
81.083333	21.04	83.416667	21.04	85.750000	21.55
81.166667	21.04	83.500000	21.04	85.833333	21.68
81.250000	21.04	83.583333	21.04	85.916667	21.68
81.333333	21.04	83.666667	21.04	86.000000	21.68
81.416667	20.91	83.750000	21.04	86.083333	21.68
81.500000	20.91	83.833333	21.17	86.166667	21.68
81.583333	20.91	83.916667	21.17	86.250000	21.8
81.666667	20.91	84.000000	21.17	86.333333	21.8
81.750000	20.91	84.083333	21.17	86.416667	21.8
81.833333	20.91	84.166667	21.3	86.500000	21.8
81.916667	20.91	84.250000	21.3	86.583333	21.93
82.000000	20.91	84.333333	21.3	86.666667	21.93

86.750000	21.93	89.083333	21.55	91.416667	20.79
86.833333	21.93	89.166667	21.42	91.500000	20.79
86.916667	21.8	89.250000	21.55	91.583333	20.79
87.000000	21.93	89.333333	21.55	91.666667	20.66
87.083333	21.93	89.416667	21.42	91.750000	20.66
87.166667	21.93	89.500000	21.42	91.833333	20.66
87.250000	21.93	89.583333	21.42	91.916667	20.66
87.333333	21.93	89.666667	21.42	92.000000	20.66
87.416667	21.93	89.750000	21.3	92.083333	20.79
87.500000	21.93	89.833333	21.3	92.166667	20.66
87.583333	21.93	89.916667	21.3	92.250000	20.66
87.666667	21.93	90.000000	21.3	92.333333	20.66
87.750000	21.93	90.083333	21.17	92.416667	20.66
87.833333	21.93	90.166667	21.17	92.500000	20.79
87.916667	21.93	90.250000	21.17	92.583333	20.66
88.000000	21.8	90.333333	21.17	92.666667	20.79
88.083333	21.93	90.416667	21.04	92.750000	20.79
88.166667	21.8	90.500000	21.04	92.833333	20.79
88.250000	21.8	90.583333	21.04	92.916667	20.79
88.333333	21.8	90.666667	20.91	93.000000	20.91
88.416667	21.8	90.750000	20.91	93.083333	20.79
88.500000	21.8	90.833333	20.91	93.166667	20.91
88.583333	21.68	90.916667	20.91	93.250000	20.91
88.666667	21.68	91.000000	20.91	93.333333	20.91
88.750000	21.55	91.083333	20.79	93.416667	20.91
88.833333	21.55	91.166667	20.91	93.500000	20.91
88.916667	21.55	91.250000	20.79	93.583333	21.04
89.000000	21.55	91.333333	20.79	93.666667	21.04

93.750000	21.04	1.7500000	19.77	4.0833333	20.03
93.833333	21.04	1.8333333	20.03	4.1666667	19.9
93.916667	21.17	1.9166667	20.15	4.2500000	19.65
94.000000	21.17	2.0000000	19.77	4.3333333	19.52
<b><u>Temperatura salida</u></b>		2.0833333	20.28	4.4166667	20.03
<b><u>caliente experimental</u></b>		2.1666667	20.15	4.5000000	19.77
<b><u>(Ti):</u></b>		2.2500000	20.15	4.5833333	19.77
TIEMPO	VALOR	2.3333333	19.77	4.6666667	20.15
0.0000000	20.03	2.4166667	19.77	4.7500000	20.15
0.0833333	19.9	2.5000000	19.52	4.8333333	19.77
0.1666667	19.9	2.5833333	19.9	4.9166667	20.03
0.2500000	20.03	2.6666667	19.77	5.0000000	20.15
0.3333333	19.65	2.7500000	19.52	5.0833333	19.77
0.4166667	19.9	2.8333333	19.9	5.1666667	19.65
0.5000000	20.15	2.9166667	20.15	5.2500000	20.15
0.5833333	19.9	3.0000000	19.65	5.3333333	19.77
0.6666667	19.77	3.0833333	19.65	5.4166667	19.65
0.7500000	20.03	3.1666667	19.65	5.5000000	19.65
0.8333333	20.66	3.2500000	19.9	5.5833333	20.03
0.9166667	19.52	3.3333333	19.77	5.6666667	19.65
1.0000000	20.28	3.4166667	19.9	5.7500000	19.65
1.0833333	20.03	3.5000000	19.52	5.8333333	19.52
1.1666667	19.65	3.5833333	20.03	5.9166667	20.03
1.2500000	20.28	3.6666667	19.77	6.0000000	19.39
1.3333333	19.9	3.7500000	19.77	6.0833333	19.77
1.4166667	19.9	3.8333333	20.03	6.1666667	19.52
1.5000000	20.15	3.9166667	19.39	6.2500000	19.9
1.5833333	19.77	4.0000000	19.9	6.3333333	19.65
1.6666667	20.03				

6.4166667	19.52	8.7500000	19.65	11.0833333	19.65
6.5000000	19.65	8.8333333	19.9	11.1666667	19.9
6.5833333	19.65	8.9166667	19.65	11.2500000	19.14
6.6666667	19.39	9.0000000	19.52	11.3333333	19.27
6.7500000	19.77	9.0833333	19.9	11.4166667	19.77
6.8333333	20.03	9.1666667	19.9	11.5000000	19.65
6.9166667	20.03	9.2500000	19.65	11.5833333	19.39
7.0000000	19.52	9.3333333	19.9	11.6666667	19.52
7.0833333	19.39	9.4166667	19.77	11.7500000	19.9
7.1666667	19.9	9.5000000	19.77	11.8333333	19.39
7.2500000	19.65	9.5833333	19.14	11.9166667	19.77
7.3333333	19.65	9.6666667	19.65	12.0000000	19.77
7.4166667	19.9	9.7500000	20.15	12.0833333	19.65
7.5000000	19.52	9.8333333	20.15	12.1666667	19.52
7.5833333	19.65	9.9166667	19.77	12.2500000	19.65
7.6666667	19.65	10.0000000	19.9	12.3333333	19.52
7.7500000	19.77	10.0833333	19.39	12.4166667	19.9
7.8333333	19.9	10.1666667	19.65	12.5000000	19.77
7.9166667	20.15	10.2500000	19.9	12.5833333	19.52
8.0000000	20.03	10.3333333	19.9	12.6666667	19.65
8.0833333	19.65	10.4166667	19.77	12.7500000	19.52
8.1666667	19.65	10.5000000	19.9	12.8333333	20.03
8.2500000	19.39	10.5833333	19.39	12.9166667	19.39
8.3333333	19.9	10.6666667	19.77	13.0000000	19.27
8.4166667	19.77	10.7500000	19.52	13.0833333	20.03
8.5000000	19.77	10.8333333	20.03	13.1666667	19.77
8.5833333	19.77	10.9166667	19.52	13.2500000	19.65
8.6666667	19.9	11.0000000	19.14	13.3333333	19.14



13.4166667	19.65	15.7500000	19.14	18.0833333	19.27
13.5000000	20.03	15.8333333	19.52	18.1666667	19.39
13.5833333	19.39	15.9166667	19.65	18.2500000	19.52
13.6666667	19.39	16.0000000	19.65	18.3333333	19.52
13.7500000	19.65	16.0833333	19.39	18.4166667	19.39
13.8333333	19.65	16.1666667	19.9	18.5000000	19.39
13.9166667	19.01	16.2500000	19.77	18.5833333	19.52
14.0000000	19.27	16.3333333	19.27	18.6666667	19.65
14.0833333	19.52	16.4166667	19.39	18.7500000	19.77
14.1666667	19.39	16.5000000	19.39	18.8333333	19.65
14.2500000	19.77	16.5833333	19.39	18.9166667	19.77
14.3333333	19.39	16.6666667	19.65	19.0000000	19.27
14.4166667	19.65	16.7500000	19.65	19.0833333	19.27
14.5000000	19.65	16.8333333	19.39	19.1666667	19.39
14.5833333	19.9	16.9166667	19.65	19.2500000	19.39
14.6666667	20.03	17.0000000	19.27	19.3333333	19.9
14.7500000	19.39	17.0833333	19.52	19.4166667	19.27
14.8333333	19.77	17.1666667	19.77	19.5000000	19.39
14.9166667	19.52	17.2500000	20.15	19.5833333	19.39
15.0000000	19.65	17.3333333	19.65	19.6666667	19.52
15.0833333	19.52	17.4166667	19.65	19.7500000	19.39
15.1666667	19.39	17.5000000	19.52	19.8333333	19.27
15.2500000	19.65	17.5833333	19.52	19.9166667	19.65
15.3333333	20.03	17.6666667	19.52	20.0000000	19.9
15.4166667	19.39	17.7500000	19.39	20.0833333	19.77
15.5000000	19.52	17.8333333	19.39	20.1666667	19.9
15.5833333	19.14	17.9166667	19.14	20.2500000	19.39
15.6666667	19.77	18.0000000	19.77	20.3333333	19.27

20.4166667	19.77	22.7500000	19.39	25.0833333	19.27
20.5000000	19.65	22.8333333	19.52	25.1666667	19.01
20.5833333	19.39	22.9166667	19.27	25.2500000	19.14
20.6666667	19.52	23.0000000	19.27	25.3333333	19.39
20.7500000	19.27	23.0833333	19.52	25.4166667	19.39
20.8333333	19.39	23.1666667	19.14	25.5000000	19.14
20.9166667	19.65	23.2500000	19.01	25.5833333	19.39
21.0000000	19.52	23.3333333	19.14	25.6666667	19.14
21.0833333	19.65	23.4166667	19.39	25.7500000	18.89
21.1666667	19.01	23.5000000	19.77	25.8333333	18.63
21.2500000	19.77	23.5833333	19.14	25.9166667	18.63
21.3333333	19.14	23.6666667	19.39	26.0000000	18.76
21.4166667	19.52	23.7500000	19.52	26.0833333	18.25
21.5000000	19.52	23.8333333	19.52	26.1666667	19.01
21.5833333	19.39	23.9166667	18.89	26.2500000	18.76
21.6666667	19.27	24.0000000	19.27	26.3333333	18.51
21.7500000	19.27	24.0833333	19.14	26.4166667	18.51
21.8333333	19.77	24.1666667	18.89	26.5000000	18.25
21.9166667	19.77	24.2500000	19.52	26.5833333	18.63
22.0000000	20.03	24.3333333	19.01	26.6666667	18.38
22.0833333	19.27	24.4166667	19.65	26.7500000	18.25
22.1666667	19.14	24.5000000	19.52	26.8333333	18.13
22.2500000	19.39	24.5833333	19.39	26.9166667	18.51
22.3333333	19.39	24.6666667	19.14	27.0000000	18.13
22.4166667	19.27	24.7500000	19.27	27.0833333	18.25
22.5000000	19.52	24.8333333	19.52	27.1666667	18.38
22.5833333	19.52	24.9166667	19.27	27.2500000	18.63
22.6666667	19.27	25.0000000	19.52	27.3333333	17.87

27.4166667	18.13	29.7500000	17.87	32.0833333	17.37
27.5000000	18.13	29.8333333	17.49	32.1666667	16.98
27.5833333	18.0	29.9166667	17.49	32.2500000	17.11
27.6666667	18.63	30.0000000	17.75	32.3333333	16.73
27.7500000	18.63	30.0833333	17.87	32.4166667	17.24
27.8333333	18.0	30.1666667	17.62	32.5000000	16.86
27.9166667	18.0	30.2500000	16.98	32.5833333	17.11
28.0000000	18.38	30.3333333	17.24	32.6666667	17.37
28.0833333	18.0	30.4166667	18.0	32.7500000	16.98
28.1666667	17.87	30.5000000	17.87	32.8333333	17.11
28.2500000	18.25	30.5833333	17.62	32.9166667	17.37
28.3333333	18.25	30.6666667	17.62	33.0000000	16.86
28.4166667	17.62	30.7500000	17.75	33.0833333	17.62
28.5000000	17.87	30.8333333	17.24	33.1666667	16.98
28.5833333	17.62	30.9166667	17.37	33.2500000	16.86
28.6666667	18.25	31.0000000	17.62	33.3333333	16.98
28.7500000	17.62	31.0833333	16.6	33.4166667	16.86
28.8333333	17.37	31.1666667	17.24	33.5000000	16.73
28.9166667	17.75	31.2500000	17.11	33.5833333	17.11
29.0000000	17.62	31.3333333	16.98	33.6666667	17.24
29.0833333	17.62	31.4166667	17.11	33.7500000	16.86
29.1666667	17.37	31.5000000	17.49	33.8333333	16.98
29.2500000	17.62	31.5833333	17.37	33.9166667	17.24
29.3333333	17.75	31.6666667	17.62	34.0000000	17.11
29.4166667	17.37	31.7500000	17.62	34.0833333	16.73
29.5000000	17.62	31.8333333	17.37	34.1666667	16.48
29.5833333	17.75	31.9166667	17.24	34.2500000	16.86
29.6666667	17.49	32.0000000	17.37	34.3333333	16.86

34.4166667 16.73	36.7500000 16.73	39.0833333 16.22
34.5000000 17.11	36.8333333 16.48	39.1666667 16.48
34.5833333 16.86	36.9166667 16.6	39.2500000 16.22
34.6666667 16.48	37.0000000 16.86	39.3333333 15.97
34.7500000 16.86	37.0833333 16.6	39.4166667 16.22
34.8333333 16.86	37.1666667 16.48	39.5000000 16.73
34.9166667 16.22	37.2500000 16.48	39.5833333 16.22
35.0000000 16.6	37.3333333 16.86	39.6666667 16.48
35.0833333 16.73	37.4166667 16.73	39.7500000 16.35
35.1666667 16.73	37.5000000 16.48	39.8333333 16.48
35.2500000 16.73	37.5833333 16.22	39.9166667 16.86
35.3333333 16.73	37.6666667 16.86	40.0000000 16.6
35.4166667 16.6	37.7500000 16.86	40.0833333 16.6
35.5000000 16.73	37.8333333 16.35	40.1666667 16.48
35.5833333 16.86	37.9166667 17.11	40.2500000 16.6
35.6666667 16.98	38.0000000 16.86	40.3333333 16.6
35.7500000 16.6	38.0833333 16.48	40.4166667 16.35
35.8333333 16.98	38.1666667 16.73	40.5000000 16.86
35.9166667 16.86	38.2500000 16.35	40.5833333 16.86
36.0000000 16.86	38.3333333 16.6	40.6666667 16.35
36.0833333 16.86	38.4166667 16.22	40.7500000 16.22
36.1666667 16.6	38.5000000 16.73	40.8333333 15.97
36.2500000 16.73	38.5833333 16.98	40.9166667 16.22
36.3333333 16.6	38.6666667 16.6	41.0000000 16.86
36.4166667 16.73	38.7500000 16.48	41.0833333 16.48
36.5000000 16.35	38.8333333 16.22	41.1666667 16.86
36.5833333 16.86	38.9166667 16.6	41.2500000 16.73
36.6666667 16.73	39.0000000 16.1	41.3333333 16.35

41.4166667 16.86	43.7500000 16.48	46.0833333 16.1
41.5000000 16.35	43.8333333 16.98	46.1666667 16.73
41.5833333 16.22	43.9166667 16.73	46.2500000 16.35
41.6666667 15.84	44.0000000 16.35	46.3333333 16.86
41.7500000 16.35	44.0833333 16.73	46.4166667 16.86
41.8333333 16.86	44.1666667 16.73	46.5000000 16.6
41.9166667 16.6	44.2500000 16.22	46.5833333 16.86
42.0000000 16.35	44.3333333 16.86	46.6666667 16.73
42.0833333 16.6	44.4166667 16.6	46.7500000 16.86
42.1666667 16.35	44.5000000 16.35	46.8333333 16.73
42.2500000 16.98	44.5833333 16.6	46.9166667 16.73
42.3333333 16.1	44.6666667 16.86	47.0000000 16.6
42.4166667 16.48	44.7500000 16.35	47.0833333 16.35
42.5000000 16.1	44.8333333 16.98	47.1666667 16.73
42.5833333 16.73	44.9166667 16.22	47.2500000 16.35
42.6666667 16.86	45.0000000 15.84	47.3333333 16.6
42.7500000 16.22	45.0833333 16.86	47.4166667 16.35
42.8333333 16.22	45.1666667 16.6	47.5000000 16.35
42.9166667 16.22	45.2500000 16.22	47.5833333 16.73
43.0000000 16.48	45.3333333 16.73	47.6666667 16.1
43.0833333 16.86	45.4166667 16.48	47.7500000 16.22
43.1666667 16.73	45.5000000 16.35	47.8333333 16.86
43.2500000 16.48	45.5833333 16.22	47.9166667 16.6
43.3333333 16.22	45.6666667 16.98	48.0000000 16.6
43.4166667 16.6	45.7500000 16.48	48.0833333 16.22
43.5000000 16.86	45.8333333 16.6	48.1666667 16.73
43.5833333 16.6	45.9166667 16.35	48.2500000 16.73
43.6666667 16.48	46.0000000 16.86	48.3333333 16.48

48.4166667	16.6	50.7500000	16.73	53.0833333	17.37
48.5000000	16.73	50.8333333	16.98	53.1666667	17.87
48.5833333	17.24	50.9166667	16.98	53.2500000	17.49
48.6666667	16.22	51.0000000	16.73	53.3333333	18.0
48.7500000	16.6	51.0833333	16.86	53.4166667	18.0
48.8333333	16.73	51.1666667	16.86	53.5000000	17.87
48.9166667	16.48	51.2500000	16.98	53.5833333	17.87
49.0000000	16.48	51.3333333	17.11	53.6666667	18.0
49.0833333	16.86	51.4166667	17.37	53.7500000	18.0
49.1666667	16.48	51.5000000	16.98	53.8333333	17.87
49.2500000	16.6	51.5833333	17.24	53.9166667	17.87
49.3333333	16.22	51.6666667	17.11	54.0000000	17.75
49.4166667	16.35	51.7500000	17.24	54.0833333	17.87
49.5000000	16.73	51.8333333	17.24	54.1666667	18.13
49.5833333	16.48	51.9166667	16.86	54.2500000	17.87
49.6666667	16.6	52.0000000	17.37	54.3333333	18.13
49.7500000	16.73	52.0833333	17.37	54.4166667	18.25
49.8333333	16.35	52.1666667	17.62	54.5000000	18.13
49.9166667	16.86	52.2500000	17.11	54.5833333	17.87
50.0000000	15.97	52.3333333	17.11	54.6666667	18.13
50.0833333	16.6	52.4166667	17.75	54.7500000	18.13
50.1666667	16.35	52.5000000	17.37	54.8333333	18.51
50.2500000	16.35	52.5833333	17.62	54.9166667	18.13
50.3333333	16.48	52.6666667	17.37	55.0000000	17.87
50.4166667	16.6	52.7500000	17.49	55.0833333	17.62
50.5000000	16.22	52.8333333	17.49	55.1666667	18.51
50.5833333	17.37	52.9166667	18.0	55.2500000	18.25
50.6666667	16.86	53.0000000	17.62	55.3333333	18.13

55.4166667	18.13	57.7500000	18.89	60.0833333	19.39
55.5000000	18.25	57.8333333	18.76	60.1666667	19.39
55.5833333	17.87	57.9166667	19.14	60.2500000	19.39
55.6666667	19.14	58.0000000	19.27	60.3333333	19.01
55.7500000	18.51	58.0833333	18.76	60.4166667	19.27
55.8333333	18.25	58.1666667	19.27	60.5000000	19.52
55.9166667	18.25	58.2500000	18.89	60.5833333	19.27
56.0000000	18.25	58.3333333	19.27	60.6666667	19.01
56.0833333	18.63	58.4166667	19.14	60.7500000	19.9
56.1666667	18.51	58.5000000	18.89	60.8333333	19.77
56.2500000	18.63	58.5833333	18.76	60.9166667	19.39
56.3333333	18.38	58.6666667	18.89	61.0000000	19.52
56.4166667	18.25	58.7500000	19.14	61.0833333	19.9
56.5000000	18.38	58.8333333	19.65	61.1666667	19.65
56.5833333	18.51	58.9166667	19.01	61.2500000	19.65
56.6666667	18.25	59.0000000	19.27	61.3333333	19.27
56.7500000	18.51	59.0833333	19.27	61.4166667	19.65
56.8333333	18.76	59.1666667	19.39	61.5000000	19.9
56.9166667	18.63	59.2500000	19.27	61.5833333	19.77
57.0000000	18.76	59.3333333	19.27	61.6666667	19.52
57.0833333	18.76	59.4166667	19.01	61.7500000	19.52
57.1666667	18.76	59.5000000	19.27	61.8333333	20.03
57.2500000	18.76	59.5833333	19.27	61.9166667	19.77
57.3333333	18.76	59.6666667	18.89	62.0000000	19.52
57.4166667	18.51	59.7500000	18.76	62.0833333	20.03
57.5000000	18.51	59.8333333	19.52	62.1666667	19.9
57.5833333	18.63	59.9166667	19.65	62.2500000	19.77
57.6666667	18.51	60.0000000	19.01	62.3333333	19.77

62.4166667	19.52	64.7500000	20.28	67.0833333	19.27
62.5000000	19.9	64.8333333	20.28	67.1666667	19.14
62.5833333	19.77	64.9166667	20.41	67.2500000	19.01
62.6666667	19.39	65.0000000	20.15	67.3333333	19.01
62.7500000	20.03	65.0833333	20.53	67.4166667	18.89
62.8333333	20.03	65.1666667	20.53	67.5000000	18.51
62.9166667	19.9	65.2500000	20.28	67.5833333	18.38
63.0000000	19.65	65.3333333	20.28	67.6666667	18.13
63.0833333	19.9	65.4166667	19.9	67.7500000	18.38
63.1666667	19.9	65.5000000	20.53	67.8333333	18.25
63.2500000	20.03	65.5833333	20.28	67.9166667	18.51
63.3333333	20.15	65.6666667	20.41	68.0000000	18.51
63.4166667	20.03	65.7500000	20.41	68.0833333	18.38
63.5000000	20.15	65.8333333	20.41	68.1666667	18.38
63.5833333	20.28	65.9166667	20.41	68.2500000	18.25
63.6666667	20.41	66.0000000	20.41	68.3333333	18.38
63.7500000	20.41	66.0833333	19.9	68.4166667	18.51
63.8333333	20.41	66.1666667	20.03	68.5000000	17.87
63.9166667	19.9	66.2500000	19.77	68.5833333	18.63
64.0000000	20.15	66.3333333	19.65	68.6666667	17.62
64.0833333	20.41	66.4166667	19.52	68.7500000	18.13
64.1666667	20.41	66.5000000	19.39	68.8333333	18.0
64.2500000	20.28	66.5833333	19.39	68.9166667	17.49
64.3333333	19.9	66.6666667	19.52	69.0000000	18.0
64.4166667	20.28	66.7500000	18.63	69.0833333	18.25
64.5000000	19.9	66.8333333	18.89	69.1666667	18.13
64.5833333	20.03	66.9166667	19.27	69.2500000	18.0
64.6666667	20.15	67.0000000	19.01	69.3333333	18.25



69.4166667 18.0	71.7500000 17.87	74.0833333 17.87
69.5000000 18.0	71.8333333 17.87	74.1666667 17.75
69.5833333 18.25	71.9166667 17.37	74.2500000 17.24
69.6666667 17.87	72.0000000 17.49	74.3333333 17.87
69.7500000 17.87	72.0833333 18.13	74.4166667 17.62
69.8333333 17.87	72.1666667 18.13	74.5000000 17.75
69.9166667 18.25	72.2500000 17.87	74.5833333 17.49
70.0000000 17.87	72.3333333 17.37	74.6666667 17.87
70.0833333 18.25	72.4166667 17.62	74.7500000 18.0
70.1666667 17.87	72.5000000 17.75	74.8333333 17.62
70.2500000 18.0	72.5833333 17.87	74.9166667 17.62
70.3333333 17.87	72.6666667 17.62	75.0000000 17.87
70.4166667 18.13	72.7500000 18.13	75.0833333 18.0
70.5000000 17.62	72.8333333 17.49	75.1666667 18.0
70.5833333 18.13	72.9166667 17.75	75.2500000 17.87
70.6666667 17.75	73.0000000 17.37	75.3333333 18.13
70.7500000 17.87	73.0833333 17.62	75.4166667 17.24
70.8333333 17.87	73.1666667 17.75	75.5000000 17.75
70.9166667 17.24	73.2500000 17.24	75.5833333 17.87
71.0000000 17.75	73.3333333 18.0	75.6666667 17.75
71.0833333 17.87	73.4166667 17.49	75.7500000 18.13
71.1666667 17.87	73.5000000 17.49	75.8333333 17.75
71.2500000 18.0	73.5833333 17.49	75.9166667 17.62
71.3333333 17.87	73.6666667 17.87	76.0000000 18.0
71.4166667 17.87	73.7500000 17.87	76.0833333 17.37
71.5000000 18.0	73.8333333 17.87	76.1666667 17.75
71.5833333 17.75	73.9166667 17.75	76.2500000 17.87
71.6666667 17.24	74.0000000 18.25	76.3333333 17.37

76.4166667 17.37	78.7500000 17.37	81.0833333 17.87
76.5000000 17.62	78.8333333 17.24	81.1666667 17.87
76.5833333 17.62	78.9166667 17.49	81.2500000 17.62
76.6666667 17.37	79.0000000 17.24	81.3333333 17.87
76.7500000 17.62	79.0833333 17.62	81.4166667 17.62
76.8333333 17.75	79.1666667 17.37	81.5000000 18.0
76.9166667 17.37	79.2500000 16.98	81.5833333 17.24
77.0000000 17.62	79.3333333 16.86	81.6666667 17.62
77.0833333 17.87	79.4166667 17.49	81.7500000 17.37
77.1666667 17.11	79.5000000 17.24	81.8333333 17.87
77.2500000 17.75	79.5833333 17.11	81.9166667 17.87
77.3333333 17.11	79.6666667 17.24	82.0000000 18.25
77.4166667 17.24	79.7500000 16.86	82.0833333 17.87
77.5000000 16.98	79.8333333 17.37	82.1666667 18.13
77.5833333 17.24	79.9166667 17.24	82.2500000 17.75
77.6666667 17.24	80.0000000 16.98	82.3333333 17.62
77.7500000 17.11	80.0833333 16.86	82.4166667 18.25
77.8333333 17.62	80.1666667 16.98	82.5000000 17.75
77.9166667 17.62	80.2500000 17.11	82.5833333 18.25
78.0000000 17.24	80.3333333 16.86	82.6666667 18.38
78.0833333 17.49	80.4166667 17.24	82.7500000 18.38
78.1666667 17.62	80.5000000 17.24	82.8333333 18.13
78.2500000 16.98	80.5833333 17.11	82.9166667 18.25
78.3333333 17.24	80.6666667 17.37	83.0000000 18.51
78.4166667 17.24	80.7500000 17.87	83.0833333 17.75
78.5000000 17.75	80.8333333 17.87	83.1666667 18.13
78.5833333 17.11	80.9166667 18.13	83.2500000 18.38
78.6666667 17.75	81.0000000 17.75	83.3333333 18.13

83.4166667 17.87	85.7500000 18.76	88.0833333 17.87
83.5000000 18.63	85.8333333 18.51	88.1666667 17.37
83.5833333 18.25	85.9166667 18.0	88.2500000 17.11
83.6666667 18.13	86.0000000 18.0	88.3333333 17.24
83.7500000 18.51	86.0833333 18.0	88.4166667 17.11
83.8333333 18.25	86.1666667 18.38	88.5000000 16.98
83.9166667 17.87	86.2500000 18.38	88.5833333 16.86
84.0000000 18.38	86.3333333 18.0	88.6666667 16.86
84.0833333 18.25	86.4166667 18.13	88.7500000 17.62
84.1666667 19.01	86.5000000 17.75	88.8333333 16.86
84.2500000 18.63	86.5833333 17.37	88.9166667 17.75
84.3333333 18.38	86.6666667 17.49	89.0000000 16.98
84.4166667 18.63	86.7500000 17.75	89.0833333 17.24
84.5000000 18.38	86.8333333 17.49	89.1666667 16.86
84.5833333 19.01	86.9166667 17.62	89.2500000 17.24
84.6666667 18.76	87.0000000 17.62	89.3333333 16.6
84.7500000 18.76	87.0833333 17.62	89.4166667 17.24
84.8333333 18.63	87.1666667 18.0	89.5000000 16.73
84.9166667 18.63	87.2500000 17.49	89.5833333 16.73
85.0000000 18.63	87.3333333 17.49	89.6666667 16.86
85.0833333 18.89	87.4166667 17.62	89.7500000 16.86
85.1666667 18.63	87.5000000 17.11	89.8333333 16.73
85.2500000 18.76	87.5833333 17.37	89.9166667 16.86
85.3333333 19.01	87.6666667 17.24	90.0000000 16.73
85.4166667 18.89	87.7500000 17.62	90.0833333 16.86
85.5000000 18.63	87.8333333 17.24	90.1666667 16.98
85.5833333 18.63	87.9166667 16.73	90.2500000 16.86
85.6666667 18.63	88.0000000 17.62	90.3333333 16.98

90.4166667	16.6	91.6666667	17.87	92.9166667	18.38
90.5000000	16.98	91.7500000	17.62	93.0000000	18.51
90.5833333	17.11	91.8333333	17.87	93.0833333	18.89
90.6666667	17.24	91.9166667	17.87	93.1666667	18.51
90.7500000	17.24	92.0000000	17.87	93.2500000	18.25
90.8333333	17.37	92.0833333	18.0	93.3333333	18.51
90.9166667	17.75	92.1666667	18.38	93.4166667	18.63
91.0000000	17.87	92.2500000	18.0	93.5000000	18.51
91.0833333	17.75	92.3333333	18.38	93.5833333	18.51
91.1666667	18.13	92.4166667	18.25	93.6666667	18.25
91.2500000	18.13	92.5000000	18.13	93.7500000	18.76
91.3333333	18.0	92.5833333	18.51	93.8333333	18.51
91.4166667	17.62	92.6666667	18.38	93.9166667	18.25
91.5000000	17.75	92.7500000	18.25		
91.5833333	17.87	92.8333333	18.51		
<u>Temperatura salida</u>		0.8333333	18.51	1.9166667	18.13
<u>frio experimental</u>		0.9166667	18.51	2.0000000	18.13
<u>(T4):</u>		1.0000000	18.51	2.0833333	18.13
TIEMPO	VALOR	1.0833333	18.38	2.1666667	18.13
0.0000000	18.63	1.1666667	18.25	2.2500000	18.0
0.0833333	18.63	1.2500000	18.25	2.3333333	18.13
0.1666667	18.63	1.3333333	18.25	2.4166667	18.13
0.2500000	18.51	1.4166667	18.25	2.5000000	18.13
0.3333333	18.51	1.5000000	18.25	2.5833333	18.13
0.4166667	18.51	1.5833333	18.13	2.6666667	18.13
0.5000000	18.51	1.6666667	18.13	2.7500000	18.13
0.5833333	18.63	1.7500000	18.13	2.8333333	18.13
0.6666667	18.51	1.8333333	18.25	2.9166667	18.13
0.7500000	18.51				

3.0000000	18.13	5.3333333	18.0	7.6666667	17.87
3.0833333	18.13	5.4166667	18.0	7.7500000	17.87
3.1666667	18.0	5.5000000	18.0	7.8333333	17.87
3.2500000	18.13	5.5833333	18.0	7.9166667	17.87
3.3333333	18.13	5.6666667	17.87	8.0000000	17.87
3.4166667	18.13	5.7500000	18.0	8.0833333	17.87
3.5000000	18.0	5.8333333	18.0	8.1666667	17.87
3.5833333	18.0	5.9166667	18.0	8.2500000	17.87
3.6666667	18.0	6.0000000	18.0	8.3333333	17.75
3.7500000	18.0	6.0833333	17.87	8.4166667	17.75
3.8333333	17.87	6.1666667	18.0	8.5000000	17.62
3.9166667	17.87	6.2500000	17.87	8.5833333	17.62
4.0000000	18.0	6.3333333	17.87	8.6666667	17.62
4.0833333	18.0	6.4166667	17.87	8.7500000	17.49
4.1666667	18.0	6.5000000	17.75	8.8333333	17.49
4.2500000	18.0	6.5833333	17.75	8.9166667	17.62
4.3333333	18.0	6.6666667	17.75	9.0000000	17.75
4.4166667	18.0	6.7500000	17.75	9.0833333	17.75
4.5000000	17.87	6.8333333	17.75	9.1666667	17.87
4.5833333	18.0	6.9166667	17.87	9.2500000	17.87
4.6666667	18.0	7.0000000	17.87	9.3333333	17.75
4.7500000	18.13	7.0833333	18.0	9.4166667	17.75
4.8333333	18.0	7.1666667	18.0	9.5000000	17.75
4.9166667	18.0	7.2500000	18.0	9.5833333	17.62
5.0000000	18.0	7.3333333	17.87	9.6666667	17.62
5.0833333	18.0	7.4166667	18.0	9.7500000	17.62
5.1666667	18.13	7.5000000	18.13	9.8333333	17.62
5.2500000	18.13	7.5833333	18.0	9.9166667	17.49

10.0000000 17.62	12.3333333 17.62	14.6666667 17.75
10.0833333 17.62	12.4166667 17.49	14.7500000 17.62
10.1666667 17.75	12.5000000 17.49	14.8333333 17.75
10.2500000 17.87	12.5833333 17.49	14.9166667 17.75
10.3333333 17.87	12.6666667 17.37	15.0000000 17.75
10.4166667 18.0	12.7500000 17.49	15.0833333 17.75
10.5000000 18.0	12.8333333 17.37	15.1666667 17.75
10.5833333 18.13	12.9166667 17.37	15.2500000 17.75
10.6666667 18.13	13.0000000 17.37	15.3333333 17.62
10.7500000 18.0	13.0833333 17.37	15.4166667 17.62
10.8333333 18.0	13.1666667 17.62	15.5000000 17.62
10.9166667 17.87	13.2500000 17.49	15.5833333 17.75
11.0000000 17.87	13.3333333 17.37	15.6666667 17.62
11.0833333 17.87	13.4166667 17.49	15.7500000 17.62
11.1666667 17.87	13.5000000 17.49	15.8333333 17.75
11.2500000 17.75	13.5833333 17.37	15.9166667 17.62
11.3333333 17.75	13.6666667 17.49	16.0000000 17.62
11.4166667 17.62	13.7500000 17.49	16.0833333 17.62
11.5000000 17.62	13.8333333 17.49	16.1666667 17.75
11.5833333 17.75	13.9166667 17.62	16.2500000 17.62
11.6666667 17.75	14.0000000 17.49	16.3333333 17.62
11.7500000 17.75	14.0833333 17.49	16.4166667 17.62
11.8333333 17.75	14.1666667 17.37	16.5000000 17.49
11.9166667 17.75	14.2500000 17.62	16.5833333 17.49
12.0000000 17.75	14.3333333 17.62	16.6666667 17.37
12.0833333 17.62	14.4166667 17.62	16.7500000 17.49
12.1666667 17.62	14.5000000 17.75	16.8333333 17.49
12.2500000 17.75	14.5833333 17.75	16.9166667 17.49

17.0000000 17.49	19.3333333 17.37	21.6666667 17.11
17.0833333 17.37	19.4166667 17.37	21.7500000 17.24
17.1666667 17.37	19.5000000 17.37	21.8333333 17.24
17.2500000 17.49	19.5833333 17.37	21.9166667 17.24
17.3333333 17.62	19.6666667 17.49	22.0000000 17.24
17.4166667 17.62	19.7500000 17.49	22.0833333 17.37
17.5000000 17.62	19.8333333 17.49	22.1666667 17.49
17.5833333 17.49	19.9166667 17.49	22.2500000 17.49
17.6666667 17.62	20.0000000 17.37	22.3333333 17.49
17.7500000 17.62	20.0833333 17.37	22.4166667 17.62
17.8333333 17.62	20.1666667 17.37	22.5000000 17.62
17.9166667 17.49	20.2500000 17.37	22.5833333 17.62
18.0000000 17.49	20.3333333 17.37	22.6666667 17.49
18.0833333 17.49	20.4166667 17.49	22.7500000 17.49
18.1666667 17.49	20.5000000 17.49	22.8333333 17.49
18.2500000 17.62	20.5833333 17.49	22.9166667 17.37
18.3333333 17.62	20.6666667 17.49	23.0000000 17.49
18.4166667 17.49	20.7500000 17.62	23.0833333 17.24
18.5000000 17.62	20.8333333 17.49	23.1666667 17.24
18.5833333 17.49	20.9166667 17.49	23.2500000 17.24
18.6666667 17.62	21.0000000 17.49	23.3333333 17.11
18.7500000 17.49	21.0833333 17.49	23.4166667 17.24
18.8333333 17.37	21.1666667 17.49	23.5000000 17.24
18.9166667 17.37	21.2500000 17.37	23.5833333 17.24
19.0000000 17.24	21.3333333 17.24	23.6666667 17.24
19.0833333 17.37	21.4166667 17.24	23.7500000 17.24
19.1666667 17.37	21.5000000 17.24	23.8333333 17.37
19.2500000 17.24	21.5833333 17.11	23.9166667 17.37

24.0000000 17.37	26.3333333 17.37	28.6666667 15.21
24.0833333 17.37	26.4166667 17.24	28.7500000 15.21
24.1666667 17.24	26.5000000 16.98	28.8333333 15.21
24.2500000 17.11	26.5833333 16.86	28.9166667 15.08
24.3333333 17.24	26.6666667 16.73	29.0000000 15.08
24.4166667 17.11	26.7500000 16.6	29.0833333 14.96
24.5000000 17.24	26.8333333 16.48	29.1666667 14.96
24.5833333 17.24	26.9166667 16.35	29.2500000 14.96
24.6666667 17.37	27.0000000 16.22	29.3333333 14.96
24.7500000 17.37	27.0833333 16.1	29.4166667 14.83
24.8333333 17.49	27.1666667 16.1	29.5000000 14.83
24.9166667 17.62	27.2500000 15.97	29.5833333 14.83
25.0000000 17.75	27.3333333 15.97	29.6666667 14.58
25.0833333 17.87	27.4166667 15.84	29.7500000 14.7
25.1666667 17.87	27.5000000 15.72	29.8333333 14.7
25.2500000 17.87	27.5833333 15.72	29.9166667 14.7
25.3333333 18.0	27.6666667 15.59	30.0000000 14.58
25.4166667 18.0	27.7500000 15.59	30.0833333 14.58
25.5000000 18.0	27.8333333 15.59	30.1666667 14.45
25.5833333 18.0	27.9166667 15.59	30.2500000 14.58
25.6666667 18.0	28.0000000 15.46	30.3333333 14.45
25.7500000 18.0	28.0833333 15.46	30.4166667 14.45
25.8333333 18.13	28.1666667 15.46	30.5000000 14.45
25.9166667 18.13	28.2500000 15.34	30.5833333 14.45
26.0000000 18.13	28.3333333 15.34	30.6666667 14.45
26.0833333 17.87	28.4166667 15.34	30.7500000 14.58
26.1666667 17.75	28.5000000 15.34	30.8333333 14.45
26.2500000 17.62	28.5833333 15.21	30.9166667 14.45



31.0000000	14.45	33.3333333	13.94	35.6666667	13.44
31.0833333	14.45	33.4166667	13.94	35.7500000	13.44
31.1666667	14.45	33.5000000	13.94	35.8333333	13.44
31.2500000	14.45	33.5833333	13.82	35.9166667	13.44
31.3333333	14.32	33.6666667	13.82	36.0000000	13.44
31.4166667	14.45	33.7500000	13.82	36.0833333	13.44
31.5000000	14.32	33.8333333	13.82	36.1666667	13.44
31.5833333	14.32	33.9166667	13.69	36.2500000	13.44
31.6666667	14.32	34.0000000	13.82	36.3333333	13.31
31.7500000	14.32	34.0833333	13.69	36.4166667	13.44
31.8333333	14.32	34.1666667	13.69	36.5000000	13.44
31.9166667	14.2	34.2500000	13.56	36.5833333	13.31
32.0000000	14.2	34.3333333	13.69	36.6666667	13.31
32.0833333	14.2	34.4166667	13.69	36.7500000	13.31
32.1666667	14.32	34.5000000	13.56	36.8333333	13.18
32.2500000	14.2	34.5833333	13.56	36.9166667	13.31
32.3333333	14.2	34.6666667	13.56	37.0000000	13.31
32.4166667	14.2	34.7500000	13.56	37.0833333	13.18
32.5000000	14.2	34.8333333	13.56	37.1666667	13.31
32.5833333	14.07	34.9166667	13.56	37.2500000	13.18
32.6666667	14.07	35.0000000	13.56	37.3333333	13.31
32.7500000	14.07	35.0833333	13.56	37.4166667	13.18
32.8333333	14.07	35.1666667	13.56	37.5000000	13.18
32.9166667	13.94	35.2500000	13.56	37.5833333	13.18
33.0000000	14.07	35.3333333	13.56	37.6666667	13.18
33.0833333	13.94	35.4166667	13.56	37.7500000	13.18
33.1666667	13.94	35.5000000	13.44	37.8333333	13.06
33.2500000	13.82	35.5833333	13.44	37.9166667	13.06

38.0000000 13.18	40.3333333 13.18	42.6666667 13.18
38.0833333 13.06	40.4166667 13.18	42.7500000 13.31
38.1666667 13.18	40.5000000 13.18	42.8333333 13.31
38.2500000 13.18	40.5833333 13.18	42.9166667 13.18
38.3333333 13.06	40.6666667 13.18	43.0000000 13.31
38.4166667 13.18	40.7500000 13.31	43.0833333 13.44
38.5000000 13.18	40.8333333 13.31	43.1666667 13.31
38.5833333 13.18	40.9166667 13.18	43.2500000 13.31
38.6666667 13.18	41.0000000 13.18	43.3333333 13.31
38.7500000 13.06	41.0833333 13.18	43.4166667 13.31
38.8333333 13.06	41.1666667 13.18	43.5000000 13.44
38.9166667 13.18	41.2500000 13.18	43.5833333 13.44
39.0000000 13.06	41.3333333 13.18	43.6666667 13.31
39.0833333 13.06	41.4166667 13.18	43.7500000 13.44
39.1666667 13.18	41.5000000 13.18	43.8333333 13.31
39.2500000 13.06	41.5833333 13.31	43.9166667 13.44
39.3333333 13.06	41.6666667 13.18	44.0000000 13.44
39.4166667 13.18	41.7500000 13.31	44.0833333 13.44
39.5000000 13.06	41.8333333 13.31	44.1666667 13.44
39.5833333 13.18	41.9166667 13.18	44.2500000 13.44
39.6666667 13.06	42.0000000 13.18	44.3333333 13.44
39.7500000 13.18	42.0833333 13.31	44.4166667 13.56
39.8333333 13.18	42.1666667 13.31	44.5000000 13.44
39.9166667 13.18	42.2500000 13.18	44.5833333 13.56
40.0000000 13.06	42.3333333 13.31	44.6666667 13.44
40.0833333 13.18	42.4166667 13.31	44.7500000 13.56
40.1666667 13.18	42.5000000 13.18	44.8333333 13.56
40.2500000 13.18	42.5833333 13.18	44.9166667 13.44

45.0000000 13.44	47.3333333 13.82	49.6666667 13.44
45.0833333 13.56	47.4166667 13.94	49.7500000 13.44
45.1666667 13.56	47.5000000 13.82	49.8333333 13.56
45.2500000 13.56	47.5833333 13.82	49.9166667 13.56
45.3333333 13.69	47.6666667 13.69	50.0000000 13.56
45.4166667 13.56	47.7500000 13.82	50.0833333 13.44
45.5000000 13.56	47.8333333 13.69	50.1666667 13.56
45.5833333 13.56	47.9166667 13.69	50.2500000 13.56
45.6666667 13.69	48.0000000 13.56	50.3333333 13.69
45.7500000 13.69	48.0833333 13.56	50.4166667 13.56
45.8333333 13.82	48.1666667 13.56	50.5000000 13.56
45.9166667 13.82	48.2500000 13.56	50.5833333 13.69
46.0000000 13.82	48.3333333 13.56	50.6666667 13.82
46.0833333 13.82	48.4166667 13.56	50.7500000 13.69
46.1666667 13.82	48.5000000 13.56	50.8333333 13.82
46.2500000 13.82	48.5833333 13.56	50.9166667 13.82
46.3333333 13.94	48.6666667 13.56	51.0000000 13.82
46.4166667 13.94	48.7500000 13.56	51.0833333 13.94
46.5000000 13.82	48.8333333 13.56	51.1666667 13.94
46.5833333 13.82	48.9166667 13.56	51.2500000 13.94
46.6666667 13.82	49.0000000 13.44	51.3333333 13.94
46.7500000 13.82	49.0833333 13.56	51.4166667 14.07
46.8333333 13.82	49.1666667 13.56	51.5000000 14.2
46.9166667 13.94	49.2500000 13.56	51.5833333 14.2
47.0000000 13.82	49.3333333 13.44	51.6666667 14.2
47.0833333 13.82	49.4166667 13.56	51.7500000 14.2
47.1666667 13.94	49.5000000 13.56	51.8333333 14.32
47.2500000 13.94	49.5833333 13.56	51.9166667 14.32

52.0000000 14.32	54.3333333 15.21	56.6666667 15.59
52.0833333 14.32	54.4166667 15.21	56.7500000 15.59
52.1666667 14.45	54.5000000 15.21	56.8333333 15.72
52.2500000 14.58	54.5833333 15.21	56.9166667 15.59
52.3333333 14.58	54.6666667 15.34	57.0000000 15.72
52.4166667 14.58	54.7500000 15.34	57.0833333 15.72
52.5000000 14.58	54.8333333 15.21	57.1666667 15.72
52.5833333 14.7	54.9166667 15.34	57.2500000 15.59
52.6666667 14.7	55.0000000 15.21	57.3333333 15.72
52.7500000 14.83	55.0833333 15.34	57.4166667 15.72
52.8333333 14.83	55.1666667 15.34	57.5000000 15.72
52.9166667 14.7	55.2500000 15.34	57.5833333 15.72
53.0000000 14.83	55.3333333 15.34	57.6666667 15.84
53.0833333 14.83	55.4166667 15.46	57.7500000 15.84
53.1666667 14.96	55.5000000 15.34	57.8333333 15.72
53.2500000 14.96	55.5833333 15.46	57.9166667 15.84
53.3333333 14.96	55.6666667 15.34	58.0000000 15.84
53.4166667 15.08	55.7500000 15.46	58.0833333 15.72
53.5000000 14.96	55.8333333 15.46	58.1666667 15.72
53.5833333 14.96	55.9166667 15.46	58.2500000 15.84
53.6666667 14.96	56.0000000 15.46	58.3333333 15.84
53.7500000 14.96	56.0833333 15.59	58.4166667 15.84
53.8333333 15.08	56.1666667 15.59	58.5000000 15.97
53.9166667 15.08	56.2500000 15.59	58.5833333 15.84
54.0000000 15.08	56.3333333 15.59	58.6666667 15.97
54.0833333 15.08	56.4166667 15.59	58.7500000 15.97
54.1666667 15.08	56.5000000 15.59	58.8333333 15.84
54.2500000 15.08	56.5833333 15.72	58.9166667 15.97

59.0000000	15.97	61.3333333	16.35	63.6666667	16.6
59.0833333	15.97	61.4166667	16.35	63.7500000	16.6
59.1666667	15.97	61.5000000	16.35	63.8333333	16.48
59.2500000	15.97	61.5833333	16.35	63.9166667	16.48
59.3333333	15.97	61.6666667	16.48	64.0000000	16.48
59.4166667	16.1	61.7500000	16.35	64.0833333	16.48
59.5000000	16.1	61.8333333	16.35	64.1666667	16.6
59.5833333	16.1	61.9166667	16.48	64.2500000	16.6
59.6666667	16.1	62.0000000	16.35	64.3333333	16.6
59.7500000	15.97	62.0833333	16.48	64.4166667	16.6
59.8333333	16.1	62.1666667	16.48	64.5000000	16.6
59.9166667	16.1	62.2500000	16.48	64.5833333	16.6
60.0000000	16.1	62.3333333	16.48	64.6666667	16.6
60.0833333	16.1	62.4166667	16.48	64.7500000	16.6
60.1666667	16.1	62.5000000	16.48	64.8333333	16.6
60.2500000	16.1	62.5833333	16.48	64.9166667	16.6
60.3333333	16.1	62.6666667	16.48	65.0000000	16.6
60.4166667	16.1	62.7500000	16.48	65.0833333	16.48
60.5000000	16.1	62.8333333	16.35	65.1666667	16.48
60.5833333	16.22	62.9166667	16.6	65.2500000	16.48
60.6666667	16.1	63.0000000	16.6	65.3333333	16.6
60.7500000	16.35	63.0833333	16.48	65.4166667	16.6
60.8333333	16.22	63.1666667	16.6	65.5000000	16.6
60.9166667	16.22	63.2500000	16.48	65.5833333	16.73
61.0000000	16.35	63.3333333	16.6	65.6666667	17.24
61.0833333	16.35	63.4166667	16.48	65.7500000	17.75
61.1666667	16.35	63.5000000	16.6	65.8333333	18.13
61.2500000	16.35	63.5833333	16.6	65.9166667	18.25

66.0000000	18.51	68.3333333	16.1	70.6666667	14.96
66.0833333	18.63	68.4166667	15.84	70.7500000	14.96
66.1666667	18.76	68.5000000	15.97	70.8333333	14.83
66.2500000	18.76	68.5833333	15.84	70.9166667	14.96
66.3333333	18.76	68.6666667	15.72	71.0000000	14.96
66.4166667	18.89	68.7500000	15.72	71.0833333	14.83
66.5000000	18.89	68.8333333	15.59	71.1666667	14.83
66.5833333	18.89	68.9166667	15.59	71.2500000	14.83
66.6666667	18.89	69.0000000	15.46	71.3333333	14.96
66.7500000	18.89	69.0833333	15.46	71.4166667	14.83
66.8333333	18.89	69.1666667	15.34	71.5000000	14.83
66.9166667	18.89	69.2500000	15.21	71.5833333	14.96
67.0000000	18.76	69.3333333	15.21	71.6666667	14.96
67.0833333	18.76	69.4166667	15.21	71.7500000	14.83
67.1666667	18.51	69.5000000	15.08	71.8333333	14.83
67.2500000	18.38	69.5833333	15.08	71.9166667	14.83
67.3333333	18.13	69.6666667	15.08	72.0000000	14.83
67.4166667	17.87	69.7500000	15.08	72.0833333	14.96
67.5000000	17.62	69.8333333	15.08	72.1666667	14.96
67.5833333	17.37	69.9166667	15.08	72.2500000	14.83
67.6666667	17.24	70.0000000	15.08	72.3333333	14.83
67.7500000	16.98	70.0833333	14.96	72.4166667	14.96
67.8333333	16.86	70.1666667	14.96	72.5000000	14.96
67.9166667	16.73	70.2500000	14.96	72.5833333	14.96
68.0000000	16.6	70.3333333	14.96	72.6666667	15.08
68.0833333	16.35	70.4166667	14.96	72.7500000	15.08
68.1666667	16.35	70.5000000	14.83	72.8333333	15.08
68.2500000	16.22	70.5833333	14.96	72.9166667	15.08

73.0000000 15.08	75.3333333 15.08	77.6666667 14.7
73.0833333 14.96	75.4166667 15.08	77.7500000 14.58
73.1666667 14.96	75.5000000 15.21	77.8333333 14.58
73.2500000 15.08	75.5833333 15.08	77.9166667 14.58
73.3333333 15.08	75.6666667 15.08	78.0000000 14.58
73.4166667 15.08	75.7500000 15.08	78.0833333 14.58
73.5000000 15.08	75.8333333 15.08	78.1666667 14.58
73.5833333 15.08	75.9166667 15.08	78.2500000 14.45
73.6666667 15.08	76.0000000 15.08	78.3333333 14.45
73.7500000 15.08	76.0833333 14.96	78.4166667 14.45
73.8333333 15.08	76.1666667 15.08	78.5000000 14.45
73.9166667 15.21	76.2500000 14.96	78.5833333 14.45
74.0000000 15.21	76.3333333 14.96	78.6666667 14.32
74.0833333 15.21	76.4166667 14.96	78.7500000 14.32
74.1666667 15.08	76.5000000 14.96	78.8333333 14.32
74.2500000 15.21	76.5833333 14.96	78.9166667 14.45
74.3333333 15.08	76.6666667 14.96	79.0000000 14.32
74.4166667 15.08	76.7500000 14.96	79.0833333 14.2
74.5000000 15.08	76.8333333 14.83	79.1666667 14.2
74.5833333 15.08	76.9166667 14.83	79.2500000 14.32
74.6666667 15.21	77.0000000 14.83	79.3333333 14.32
74.7500000 15.08	77.0833333 14.7	79.4166667 14.32
74.8333333 14.96	77.1666667 14.83	79.5000000 14.32
74.9166667 15.08	77.2500000 14.7	79.5833333 14.2
75.0000000 15.08	77.3333333 14.7	79.6666667 14.32
75.0833333 15.08	77.4166667 14.7	79.7500000 14.2
75.1666667 15.08	77.5000000 14.7	79.8333333 14.07
75.2500000 15.08	77.5833333 14.7	79.9166667 14.2

80.0000000 14.2	82.3333333 14.83	84.6666667 14.96
80.0833333 14.2	82.4166667 14.7	84.7500000 15.08
80.1666667 14.2	82.5000000 14.7	84.8333333 14.96
80.2500000 14.2	82.5833333 14.7	84.9166667 14.96
80.3333333 14.2	82.6666667 14.7	85.0000000 15.08
80.4166667 14.2	82.7500000 14.83	85.0833333 15.08
80.5000000 14.2	82.8333333 14.7	85.1666667 15.08
80.5833333 14.2	82.9166667 14.7	85.2500000 15.21
80.6666667 14.2	83.0000000 14.7	85.3333333 15.34
80.7500000 14.2	83.0833333 14.7	85.4166667 15.59
80.8333333 14.2	83.1666667 14.7	85.5000000 15.97
80.9166667 14.2	83.2500000 14.83	85.5833333 16.35
81.0000000 14.32	83.3333333 14.83	85.6666667 16.48
81.0833333 14.32	83.4166667 14.7	85.7500000 16.73
81.1666667 14.32	83.5000000 14.83	85.8333333 16.6
81.2500000 14.45	83.5833333 14.83	85.9166667 16.73
81.3333333 14.45	83.6666667 14.83	86.0000000 16.86
81.4166667 14.45	83.7500000 14.83	86.0833333 16.86
81.5000000 14.58	83.8333333 14.83	86.1666667 16.98
81.5833333 14.58	83.9166667 14.83	86.2500000 16.86
81.6666667 14.58	84.0000000 14.96	86.3333333 16.86
81.7500000 14.58	84.0833333 14.96	86.4166667 16.73
81.8333333 14.58	84.1666667 14.83	86.5000000 16.6
81.9166667 14.7	84.2500000 14.96	86.5833333 16.48
82.0000000 14.7	84.3333333 14.96	86.6666667 16.35
82.0833333 14.7	84.4166667 14.96	86.7500000 16.22
82.1666667 14.7	84.5000000 14.96	86.8333333 15.97
82.2500000 14.7	84.5833333 14.96	86.9166667 15.97



87.0000000 15.72	89.3333333 14.07	91.6666667 14.32
87.0833333 15.59	89.4166667 13.94	91.7500000 14.2
87.1666667 15.46	89.5000000 13.94	91.8333333 14.32
87.2500000 15.34	89.5833333 13.94	91.9166667 14.32
87.3333333 15.21	89.6666667 13.94	92.0000000 14.32
87.4166667 15.08	89.7500000 13.82	92.0833333 14.58
87.5000000 15.08	89.8333333 13.82	92.1666667 14.58
87.5833333 14.96	89.9166667 13.82	92.2500000 14.58
87.6666667 14.83	90.0000000 13.82	92.3333333 14.7
87.7500000 14.83	90.0833333 13.82	92.4166667 14.7
87.8333333 14.7	90.1666667 13.82	92.5000000 14.7
87.9166667 14.7	90.2500000 13.69	92.5833333 14.83
88.0000000 14.7	90.3333333 13.56	92.6666667 14.96
88.0833333 14.58	90.4166667 13.82	92.7500000 14.96
88.1666667 14.58	90.5000000 13.69	92.8333333 15.08
88.2500000 14.45	90.5833333 13.69	92.9166667 15.21
88.3333333 14.45	90.6666667 13.82	93.0000000 15.08
88.4166667 14.45	90.7500000 13.69	93.0833333 15.21
88.5000000 14.32	90.8333333 13.82	93.1666667 15.21
88.5833333 14.32	90.9166667 13.94	93.2500000 15.21
88.6666667 14.32	91.0000000 13.94	93.3333333 15.46
88.7500000 14.32	91.0833333 13.94	93.4166667 15.59
88.8333333 14.2	91.1666667 13.94	93.5000000 15.84
88.9166667 14.2	91.2500000 14.07	93.5833333 16.1
89.0000000 14.2	91.3333333 14.07	93.6666667 16.35
89.0833333 14.2	91.4166667 14.07	93.7500000 16.35
89.1666667 14.07	91.5000000 14.2	93.8333333 16.35
89.2500000 14.07	91.5833333 14.2	93.9166667 16.22

<u>Temperatura entrada</u>		25	13	53	14
<u>calle experimental</u>		26	12	54	14
<u>(T3):</u>		27	11	55	14
TIEMPO	VALOR	28	10	56	14
0	16	29	10	57	14
1	15	30	10	58	14
2	14	31	9	59	14
3	13	32	9	60	14
4	13	33	9	61	14
5	13	34	9	62	14
6	13	35	9	63	14
7	13	36	9	64	13
8	13	37	9	65	13
9	13	38	9	66	12
10	13	39	9	67	11
11	13	40	10	68	10
12	13	41	10	69	10
13	13	42	10	70	10
14	13	43	11	71	10
15	13	44	12	72	9
16	12	45	12	73	10
17	12	46	12	74	10
18	13	47	12	75	10
19	13	48	11	76	10
20	12	49	11	77	10
21	12	50	11	78	10
22	12	51	12	79	10
23	12	52	13	80	11
24	12				

81	11			86	12			91	10
82	11			87	11			92	13
83	12			88	10			93	12
84	13			89	10				
85	13			90	10				
<b><u>Caudal experimental</u></b>				0.7000000	4.2			1.4666667	4.18
<b>(F):</b>				0.7333333	4.2			1.5000000	4.18
TIEMPO		VALOR		0.7666667	4.2			1.5333333	4.2
0.0000000		4.22		0.8000000	4.18			1.5666667	4.18
0.0333333		4.2		0.8333333	4.2			1.6000000	4.18
0.0666667		4.2		0.8666667	4.2			1.6333333	4.18
0.1000000		4.2		0.9000000	4.2			1.6666667	4.2
0.1333333		4.22		0.9333333	4.2			1.7000000	4.2
0.1666667		4.22		0.9666667	4.2			1.7333333	4.18
0.2000000		4.22		1.0000000	4.2			1.7666667	4.18
0.2333333		4.24		1.0333333	4.2			1.8000000	4.18
0.2666667		4.2		1.0666667	4.18			1.8333333	4.18
0.3000000		4.2		1.1000000	4.2			1.8666667	4.18
0.3333333		4.2		1.1333333	4.2			1.9000000	4.18
0.3666667		4.2		1.1666667	4.22			1.9333333	4.16
0.4000000		4.2		1.2000000	4.22			1.9666667	4.2
0.4333333		4.2		1.2333333	4.18			2.0000000	4.22
0.4666667		4.2		1.2666667	4.18			2.0333333	4.22
0.5000000		4.22		1.3000000	4.2			2.0666667	4.22
0.5333333		4.18		1.3333333	4.16			2.1000000	4.22
0.5666667		4.18		1.3666667	4.18			2.1333333	4.2
0.6000000		4.2		1.4000000	4.2			2.1666667	4.2
0.6333333		4.22		1.4333333	4.16			2.2000000	4.2
0.6666667		4.18							

2.2333333	4.2	3.1666667	4.16	4.1000000	4.14
2.2666667	4.18	3.2000000	4.16	4.1333333	4.14
2.3000000	4.14	3.2333333	4.18	4.1666667	4.16
2.3333333	4.16	3.2666667	4.14	4.2000000	4.16
2.3666667	4.16	3.3000000	4.14	4.2333333	4.16
2.4000000	4.18	3.3333333	4.16	4.2666667	4.14
2.4333333	4.16	3.3666667	4.18	4.3000000	4.14
2.4666667	4.16	3.4000000	4.16	4.3333333	4.16
2.5000000	4.18	3.4333333	4.16	4.3666667	4.16
2.5333333	4.18	3.4666667	4.16	4.4000000	4.14
2.5666667	4.16	3.5000000	4.18	4.4333333	4.14
2.6000000	4.18	3.5333333	4.12	4.4666667	4.14
2.6333333	4.2	3.5666667	4.14	4.5000000	4.16
2.6666667	4.18	3.6000000	4.18	4.5333333	4.14
2.7000000	4.18	3.6333333	4.16	4.5666667	4.12
2.7333333	4.16	3.6666667	4.16	4.6000000	4.12
2.7666667	4.18	3.7000000	4.16	4.6333333	4.16
2.8000000	4.18	3.7333333	4.14	4.6666667	4.18
2.8333333	4.18	3.7666667	4.14	4.7000000	4.18
2.8666667	4.16	3.8000000	4.12	4.7333333	4.18
2.9000000	4.16	3.8333333	4.16	4.7666667	4.16
2.9333333	4.14	3.8666667	4.16	4.8000000	4.18
2.9666667	4.16	3.9000000	4.14	4.8333333	4.16
3.0000000	4.16	3.9333333	4.16	4.8666667	4.18
3.0333333	4.16	3.9666667	4.16	4.9000000	4.16
3.0666667	4.16	4.0000000	4.16	4.9333333	4.18
3.1000000	4.16	4.0333333	4.16	4.9666667	4.16
3.1333333	4.16	4.0666667	4.14	5.0000000	4.14

5.0333333	4.16	5.9666667	4.12	6.9000000	4.12
5.0666667	4.09	6.0000000	4.12	6.9333333	4.07
5.1000000	4.14	6.0333333	4.14	6.9666667	4.09
5.1333333	4.16	6.0666667	4.14	7.0000000	4.07
5.1666667	4.12	6.1000000	4.14	7.0333333	4.12
5.2000000	4.07	6.1333333	4.14	7.0666667	4.09
5.2333333	4.12	6.1666667	4.12	7.1000000	4.14
5.2666667	4.14	6.2000000	4.12	7.1333333	4.14
5.3000000	4.12	6.2333333	4.12	7.1666667	4.14
5.3333333	4.12	6.2666667	4.12	7.2000000	4.14
5.3666667	4.12	6.3000000	4.14	7.2333333	4.16
5.4000000	4.12	6.3333333	4.12	7.2666667	4.14
5.4333333	4.14	6.3666667	4.14	7.3000000	4.07
5.4666667	4.12	6.4000000	4.12	7.3333333	4.09
5.5000000	4.12	6.4333333	4.12	7.3666667	4.07
5.5333333	4.12	6.4666667	4.12	7.4000000	4.05
5.5666667	4.14	6.5000000	4.12	7.4333333	4.09
5.6000000	4.16	6.5333333	4.09	7.4666667	4.12
5.6333333	4.14	6.5666667	4.09	7.5000000	4.09
5.6666667	4.12	6.6000000	4.05	7.5333333	4.01
5.7000000	4.12	6.6333333	4.09	7.5666667	4.07
5.7333333	4.14	6.6666667	4.12	7.6000000	4.14
5.7666667	4.14	6.7000000	4.12	7.6333333	4.16
5.8000000	4.14	6.7333333	4.09	7.6666667	4.09
5.8333333	4.14	6.7666667	4.09	7.7000000	4.07
5.8666667	4.14	6.8000000	4.07	7.7333333	4.05
5.9000000	4.12	6.8333333	4.09	7.7666667	4.09
5.9333333	4.12	6.8666667	4.14	7.8000000	4.14

7.8333333	4.05	8.7666667	4.32	9.7000000	4.22
7.8666667	4.09	8.8000000	4.32	9.7333333	4.2
7.9000000	4.01	8.8333333	4.35	9.7666667	4.22
7.9333333	4.03	8.8666667	4.32	9.8000000	4.24
7.9666667	4.09	8.9000000	4.32	9.8333333	4.22
8.0000000	4.16	8.9333333	4.32	9.8666667	4.2
8.0333333	4.18	8.9666667	4.3	9.9000000	4.2
8.0666667	4.22	9.0000000	4.28	9.9333333	4.22
8.1000000	4.26	9.0333333	4.28	9.9666667	4.24
8.1333333	4.26	9.0666667	4.26	10.0000000	4.2
8.1666667	4.26	9.1000000	4.28	10.0333333	4.22
8.2000000	4.28	9.1333333	4.26	10.0666667	4.2
8.2333333	4.26	9.1666667	4.28	10.1000000	4.22
8.2666667	4.24	9.2000000	4.24	10.1333333	4.2
8.3000000	4.28	9.2333333	4.26	10.1666667	4.2
8.3333333	4.26	9.2666667	4.18	10.2000000	4.2
8.3666667	4.28	9.3000000	4.26	10.2333333	4.18
8.4000000	4.3	9.3333333	4.26	10.2666667	4.22
8.4333333	4.3	9.3666667	4.24	10.3000000	4.24
8.4666667	4.32	9.4000000	4.26	10.3333333	4.24
8.5000000	4.3	9.4333333	4.24	10.3666667	4.24
8.5333333	4.32	9.4666667	4.24	10.4000000	4.2
8.5666667	4.32	9.5000000	4.22	10.4333333	4.2
8.6000000	4.32	9.5333333	4.2	10.4666667	4.22
8.6333333	4.32	9.5666667	4.22	10.5000000	4.2
8.6666667	4.3	9.6000000	4.22	10.5333333	4.2
8.7000000	4.3	9.6333333	4.22	10.5666667	4.22
8.7333333	4.3	9.6666667	4.2	10.6000000	4.22

10.6333333 4.2	11.5666667 4.16	12.5000000 4.18
10.6666667 4.2	11.6000000 4.18	12.5333333 4.18
10.7000000 4.22	11.6333333 4.18	12.5666667 4.16
10.7333333 4.2	11.6666667 4.16	12.6000000 4.18
10.7666667 4.18	11.7000000 4.16	12.6333333 4.16
10.8000000 4.18	11.7333333 4.18	12.6666667 4.16
10.8333333 4.18	11.7666667 4.2	12.7000000 4.16
10.8666667 4.18	11.8000000 4.2	12.7333333 4.16
10.9000000 4.2	11.8333333 4.2	12.7666667 4.16
10.9333333 4.2	11.8666667 4.2	12.8000000 4.18
10.9666667 4.2	11.9000000 4.2	12.8333333 4.18
11.0000000 4.2	11.9333333 4.2	12.8666667 4.14
11.0333333 4.18	11.9666667 4.2	12.9000000 4.14
11.0666667 4.18	12.0000000 4.2	12.9333333 4.16
11.1000000 4.2	12.0333333 4.18	12.9666667 4.16
11.1333333 4.18	12.0666667 4.16	13.0000000 4.18
11.1666667 4.18	12.1000000 4.18	13.0333333 4.16
11.2000000 4.18	12.1333333 4.2	13.0666667 4.14
11.2333333 4.16	12.1666667 4.2	13.1000000 4.12
11.2666667 4.18	12.2000000 4.2	13.1333333 4.12
11.3000000 4.18	12.2333333 4.18	13.1666667 4.14
11.3333333 4.16	12.2666667 4.18	13.2000000 4.12
11.3666667 4.2	12.3000000 4.18	13.2333333 4.14
11.4000000 4.2	12.3333333 4.2	13.2666667 4.14
11.4333333 4.18	12.3666667 4.18	13.3000000 4.14
11.4666667 4.18	12.4000000 4.18	13.3333333 4.16
11.5000000 4.16	12.4333333 4.18	13.3666667 4.12
11.5333333 4.16	12.4666667 4.18	13.4000000 4.14

13.4333333 4.09	14.3666667 4.12	15.3000000 4.14
13.4666667 4.12	14.4000000 4.12	15.3333333 4.16
13.5000000 4.14	14.4333333 4.12	15.3666667 4.16
13.5333333 4.14	14.4666667 4.14	15.4000000 4.14
13.5666667 4.14	14.5000000 4.12	15.4333333 4.14
13.6000000 4.12	14.5333333 4.14	15.4666667 4.14
13.6333333 4.14	14.5666667 4.16	15.5000000 4.14
13.6666667 4.12	14.6000000 4.14	15.5333333 4.14
13.7000000 4.14	14.6333333 4.14	15.5666667 4.14
13.7333333 4.12	14.6666667 4.14	15.6000000 4.12
13.7666667 4.14	14.7000000 4.14	15.6333333 4.14
13.8000000 4.14	14.7333333 4.12	15.6666667 4.14
13.8333333 4.12	14.7666667 4.14	15.7000000 4.14
13.8666667 4.12	14.8000000 4.12	15.7333333 4.16
13.9000000 4.12	14.8333333 4.14	15.7666667 4.16
13.9333333 4.09	14.8666667 4.12	15.8000000 4.12
13.9666667 4.12	14.9000000 4.12	15.8333333 4.12
14.0000000 4.12	14.9333333 4.14	15.8666667 4.12
14.0333333 4.12	14.9666667 4.12	15.9000000 4.12
14.0666667 4.12	15.0000000 4.09	15.9333333 4.12
14.1000000 4.12	15.0333333 4.14	15.9666667 4.12
14.1333333 4.12	15.0666667 4.16	16.0000000 4.12
14.1666667 4.12	15.1000000 4.16	16.0333333 4.12
14.2000000 4.12	15.1333333 4.14	16.0666667 4.12
14.2333333 4.12	15.1666667 4.14	16.1000000 4.12
14.2666667 4.12	15.2000000 4.12	16.1333333 4.12
14.3000000 4.12	15.2333333 4.12	16.1666667 4.12
14.3333333 4.12	15.2666667 4.14	16.2000000 4.14



16.2333333 4.14	17.1666667 4.12	18.1000000 4.26
16.2666667 4.12	17.2000000 4.12	18.1333333 4.28
16.3000000 4.12	17.2333333 4.12	18.1666667 4.3
16.3333333 4.12	17.2666667 4.12	18.2000000 4.3
16.3666667 4.09	17.3000000 4.09	18.2333333 4.3
16.4000000 4.12	17.3333333 4.09	18.2666667 4.28
16.4333333 4.09	17.3666667 4.14	18.3000000 4.3
16.4666667 4.12	17.4000000 4.14	18.3333333 4.3
16.5000000 4.12	17.4333333 4.18	18.3666667 4.3
16.5333333 4.12	17.4666667 4.24	18.4000000 4.28
16.5666667 4.12	17.5000000 4.22	18.4333333 4.3
16.6000000 4.09	17.5333333 4.2	18.4666667 4.28
16.6333333 4.12	17.5666667 4.22	18.5000000 4.28
16.6666667 4.12	17.6000000 4.24	18.5333333 4.3
16.7000000 4.09	17.6333333 4.24	18.5666667 4.3
16.7333333 4.09	17.6666667 4.24	18.6000000 4.3
16.7666667 4.12	17.7000000 4.24	18.6333333 4.3
16.8000000 4.12	17.7333333 4.24	18.6666667 4.32
16.8333333 4.12	17.7666667 4.24	18.7000000 4.3
16.8666667 4.16	17.8000000 4.26	18.7333333 4.3
16.9000000 4.14	17.8333333 4.24	18.7666667 4.28
16.9333333 4.12	17.8666667 4.26	18.8000000 4.3
16.9666667 4.07	17.9000000 4.22	18.8333333 4.3
17.0000000 4.09	17.9333333 4.24	18.8666667 4.3
17.0333333 4.12	17.9666667 4.28	18.9000000 4.3
17.0666667 4.09	18.0000000 4.26	18.9333333 4.3
17.1000000 4.12	18.0333333 4.28	18.9666667 4.3
17.1333333 4.09	18.0666667 4.28	19.0000000 4.3

19.0333333 4.3	19.9666667 4.26	20.9000000 4.22
19.0666667 4.3	20.0000000 4.26	20.9333333 4.2
19.1000000 4.3	20.0333333 4.26	20.9666667 4.22
19.1333333 4.3	20.0666667 4.28	21.0000000 4.2
19.1666667 4.3	20.1000000 4.28	21.0333333 4.22
19.2000000 4.28	20.1333333 4.26	21.0666667 4.22
19.2333333 4.28	20.1666667 4.26	21.1000000 4.22
19.2666667 4.28	20.2000000 4.24	21.1333333 4.22
19.3000000 4.26	20.2333333 4.26	21.1666667 4.22
19.3333333 4.28	20.2666667 4.26	21.2000000 4.24
19.3666667 4.28	20.3000000 4.24	21.2333333 4.24
19.4000000 4.28	20.3333333 4.26	21.2666667 4.2
19.4333333 4.3	20.3666667 4.24	21.3000000 4.22
19.4666667 4.28	20.4000000 4.26	21.3333333 4.22
19.5000000 4.28	20.4333333 4.26	21.3666667 4.2
19.5333333 4.28	20.4666667 4.2	21.4000000 4.22
19.5666667 4.28	20.5000000 4.24	21.4333333 4.22
19.6000000 4.26	20.5333333 4.24	21.4666667 4.2
19.6333333 4.28	20.5666667 4.22	21.5000000 4.18
19.6666667 4.28	20.6000000 4.22	21.5333333 4.22
19.7000000 4.28	20.6333333 4.24	21.5666667 4.2
19.7333333 4.28	20.6666667 4.24	21.6000000 4.2
19.7666667 4.28	20.7000000 4.22	21.6333333 4.2
19.8000000 4.28	20.7333333 4.22	21.6666667 4.18
19.8333333 4.28	20.7666667 4.24	21.7000000 4.2
19.8666667 4.26	20.8000000 4.24	21.7333333 4.2
19.9000000 4.26	20.8333333 4.24	21.7666667 4.2
19.9333333 4.26	20.8666667 4.22	21.8000000 4.2

21.8333333 4.2	22.7666667 4.2	23.7000000 4.22
21.8666667 4.2	22.8000000 4.2	23.7333333 4.2
21.9000000 4.2	22.8333333 4.2	23.7666667 4.18
21.9333333 4.18	22.8666667 4.2	23.8000000 4.2
21.9666667 4.18	22.9000000 4.18	23.8333333 4.2
22.0000000 4.24	22.9333333 4.16	23.8666667 4.22
22.0333333 4.2	22.9666667 4.18	23.9000000 4.22
22.0666667 4.2	23.0000000 4.18	23.9333333 4.22
22.1000000 4.2	23.0333333 4.18	23.9666667 4.2
22.1333333 4.2	23.0666667 4.18	24.0000000 4.2
22.1666667 4.18	23.1000000 4.2	24.0333333 4.2
22.2000000 4.2	23.1333333 4.22	24.0666667 4.2
22.2333333 4.18	23.1666667 4.22	24.1000000 4.18
22.2666667 4.2	23.2000000 4.22	24.1333333 4.18
22.3000000 4.2	23.2333333 4.2	24.1666667 4.2
22.3333333 4.2	23.2666667 4.2	24.2000000 4.18
22.3666667 4.2	23.3000000 4.18	24.2333333 4.18
22.4000000 4.2	23.3333333 4.2	24.2666667 4.2
22.4333333 4.2	23.3666667 4.2	24.3000000 4.18
22.4666667 4.18	23.4000000 4.2	24.3333333 4.18
22.5000000 4.18	23.4333333 4.18	24.3666667 4.18
22.5333333 4.18	23.4666667 4.2	24.4000000 4.18
22.5666667 4.2	23.5000000 4.18	24.4333333 4.18
22.6000000 4.22	23.5333333 4.18	24.4666667 4.18
22.6333333 4.24	23.5666667 4.2	24.5000000 4.18
22.6666667 4.2	23.6000000 4.2	24.5333333 4.18
22.7000000 4.18	23.6333333 4.2	24.5666667 4.18
22.7333333 4.18	23.6666667 4.22	24.6000000 4.16

24.6333333 4.18	25.5666667 7.67	26.5000000 7.69
24.6666667 4.2	25.6000000 7.69	26.5333333 7.69
24.7000000 4.2	25.6333333 7.71	26.5666667 7.69
24.7333333 4.18	25.6666667 7.71	26.6000000 7.69
24.7666667 4.18	25.7000000 7.69	26.6333333 7.69
24.8000000 4.2	25.7333333 7.71	26.6666667 7.69
24.8333333 4.2	25.7666667 7.71	26.7000000 7.67
24.8666667 4.2	25.8000000 7.71	26.7333333 7.67
24.9000000 4.22	25.8333333 7.71	26.7666667 7.65
24.9333333 4.2	25.8666667 7.71	26.8000000 7.65
24.9666667 4.2	25.9000000 7.71	26.8333333 7.67
25.0000000 4.2	25.9333333 7.73	26.8666667 7.67
25.0333333 4.2	25.9666667 7.73	26.9000000 7.67
25.0666667 4.2	26.0000000 7.71	26.9333333 7.63
25.1000000 4.2	26.0333333 7.71	26.9666667 7.65
25.1333333 4.72	26.0666667 7.69	27.0000000 7.63
25.1666667 5.22	26.1000000 7.71	27.0333333 7.63
25.2000000 5.72	26.1333333 7.71	27.0666667 7.63
25.2333333 6.22	26.1666667 7.71	27.1000000 7.63
25.2666667 6.72	26.2000000 7.71	27.1333333 7.63
25.3000000 7.5	26.2333333 7.69	27.1666667 7.65
25.3333333 7.5	26.2666667 7.69	27.2000000 7.65
25.3666667 7.52	26.3000000 7.69	27.2333333 7.65
25.4000000 7.54	26.3333333 7.71	27.2666667 7.63
25.4333333 7.54	26.3666667 7.69	27.3000000 7.63
25.4666667 7.54	26.4000000 7.71	27.3333333 7.63
25.5000000 7.56	26.4333333 7.69	27.3666667 7.61
25.5333333 7.63	26.4666667 7.71	27.4000000 7.63

27.4333333 7.63	28.3666667 7.86	29.3000000 7.88
27.4666667 7.63	28.4000000 7.9	29.3333333 7.88
27.5000000 7.61	28.4333333 7.96	29.3666667 7.9
27.5333333 7.58	28.4666667 7.94	29.4000000 7.9
27.5666667 7.61	28.5000000 8.02	29.4333333 7.88
27.6000000 7.58	28.5333333 8.04	29.4666667 7.86
27.6333333 7.56	28.5666667 7.98	29.5000000 7.9
27.6666667 7.56	28.6000000 7.98	29.5333333 7.84
27.7000000 7.61	28.6333333 7.98	29.5666667 7.79
27.7333333 7.58	28.6666667 8.02	29.6000000 7.77
27.7666667 7.56	28.7000000 7.96	29.6333333 7.73
27.8000000 7.56	28.7333333 7.96	29.6666667 7.79
27.8333333 7.56	28.7666667 8.0	29.7000000 7.79
27.8666667 7.54	28.8000000 7.98	29.7333333 7.79
27.9000000 7.54	28.8333333 8.02	29.7666667 7.79
27.9333333 7.54	28.8666667 7.98	29.8000000 7.75
27.9666667 7.54	28.9000000 7.86	29.8333333 7.71
28.0000000 7.54	28.9333333 7.81	29.8666667 7.73
28.0333333 7.52	28.9666667 7.86	29.9000000 7.75
28.0666667 7.56	29.0000000 7.92	29.9333333 7.75
28.1000000 7.61	29.0333333 7.94	29.9666667 7.71
28.1333333 7.69	29.0666667 7.94	30.0000000 7.71
28.1666667 7.71	29.1000000 7.9	30.0333333 7.71
28.2000000 7.75	29.1333333 7.92	30.0666667 7.71
28.2333333 7.79	29.1666667 7.92	30.1000000 7.67
28.2666667 7.84	29.2000000 7.86	30.1333333 7.67
28.3000000 7.86	29.2333333 7.81	30.1666667 7.73
28.3333333 7.86	29.2666667 7.84	30.2000000 7.73

30.2333333 7.73	31.1666667 7.67	32.1000000 7.63
30.2666667 7.71	31.2000000 7.69	32.1333333 7.61
30.3000000 7.71	31.2333333 7.69	32.1666667 7.63
30.3333333 7.71	31.2666667 7.73	32.2000000 7.65
30.3666667 7.73	31.3000000 7.71	32.2333333 7.69
30.4000000 7.71	31.3333333 7.71	32.2666667 7.67
30.4333333 7.71	31.3666667 7.67	32.3000000 7.63
30.4666667 7.69	31.4000000 7.69	32.3333333 7.61
30.5000000 7.71	31.4333333 7.67	32.3666667 7.63
30.5333333 7.71	31.4666667 7.69	32.4000000 7.67
30.5666667 7.73	31.5000000 7.71	32.4333333 7.67
30.6000000 7.71	31.5333333 7.69	32.4666667 7.63
30.6333333 7.69	31.5666667 7.69	32.5000000 7.61
30.6666667 7.69	31.6000000 7.71	32.5333333 7.61
30.7000000 7.69	31.6333333 7.69	32.5666667 7.63
30.7333333 7.69	31.6666667 7.67	32.6000000 7.61
30.7666667 7.69	31.7000000 7.67	32.6333333 7.63
30.8000000 7.69	31.7333333 7.67	32.6666667 7.61
30.8333333 7.71	31.7666667 7.69	32.7000000 7.61
30.8666667 7.69	31.8000000 7.69	32.7333333 7.63
30.9000000 7.69	31.8333333 7.67	32.7666667 7.63
30.9333333 7.65	31.8666667 7.65	32.8000000 7.63
30.9666667 7.65	31.9000000 7.67	32.8333333 7.63
31.0000000 7.63	31.9333333 7.65	32.8666667 7.63
31.0333333 7.63	31.9666667 7.63	32.9000000 7.63
31.0666667 7.65	32.0000000 7.63	32.9333333 7.61
31.1000000 7.65	32.0333333 7.63	32.9666667 7.63
31.1333333 7.67	32.0666667 7.61	33.0000000 7.63

33.0333333 7.63	33.9666667 7.54	34.9000000 7.52
33.0666667 7.61	34.0000000 7.54	34.9333333 7.5
33.1000000 7.58	34.0333333 7.54	34.9666667 7.5
33.1333333 7.58	34.0666667 7.52	35.0000000 7.5
33.1666667 7.58	34.1000000 7.56	35.0333333 7.5
33.2000000 7.58	34.1333333 7.54	35.0666667 7.54
33.2333333 7.58	34.1666667 7.52	35.1000000 7.54
33.2666667 7.61	34.2000000 7.52	35.1333333 7.54
33.3000000 7.58	34.2333333 7.52	35.1666667 7.54
33.3333333 7.56	34.2666667 7.52	35.2000000 7.52
33.3666667 7.54	34.3000000 7.52	35.2333333 7.52
33.4000000 7.56	34.3333333 7.56	35.2666667 7.54
33.4333333 7.56	34.3666667 7.54	35.3000000 7.54
33.4666667 7.56	34.4000000 7.5	35.3333333 7.54
33.5000000 7.58	34.4333333 7.52	35.3666667 7.52
33.5333333 7.58	34.4666667 7.54	35.4000000 7.5
33.5666667 7.56	34.5000000 7.54	35.4333333 7.48
33.6000000 7.56	34.5333333 7.52	35.4666667 7.48
33.6333333 7.56	34.5666667 7.5	35.5000000 7.5
33.6666667 7.54	34.6000000 7.5	35.5333333 7.48
33.7000000 7.54	34.6333333 7.5	35.5666667 7.48
33.7333333 7.56	34.6666667 7.5	35.6000000 7.48
33.7666667 7.56	34.7000000 7.48	35.6333333 7.48
33.8000000 7.56	34.7333333 7.52	35.6666667 7.46
33.8333333 7.58	34.7666667 7.5	35.7000000 7.46
33.8666667 7.56	34.8000000 7.52	35.7333333 7.46
33.9000000 7.54	34.8333333 7.52	35.7666667 7.46
33.9333333 7.52	34.8666667 7.5	35.8000000 7.46

35.8333333 7.52	36.7666667 8.0	37.7000000 7.9
35.8666667 7.54	36.8000000 8.0	37.7333333 7.9
35.9000000 7.56	36.8333333 8.02	37.7666667 7.86
35.9333333 7.58	36.8666667 8.02	37.8000000 7.88
35.9666667 7.63	36.9000000 8.02	37.8333333 7.88
36.0000000 7.65	36.9333333 8.02	37.8666667 7.86
36.0333333 7.69	36.9666667 8.02	37.9000000 7.84
36.0666667 7.73	37.0000000 8.02	37.9333333 7.84
36.1000000 7.77	37.0333333 8.02	37.9666667 7.84
36.1333333 7.75	37.0666667 8.0	38.0000000 7.81
36.1666667 7.81	37.1000000 8.0	38.0333333 7.81
36.2000000 7.81	37.1333333 8.0	38.0666667 7.79
36.2333333 7.86	37.1666667 8.0	38.1000000 7.77
36.2666667 7.88	37.2000000 7.98	38.1333333 7.75
36.3000000 7.88	37.2333333 7.96	38.1666667 7.75
36.3333333 7.9	37.2666667 7.96	38.2000000 7.75
36.3666667 7.92	37.3000000 7.96	38.2333333 7.75
36.4000000 7.94	37.3333333 7.94	38.2666667 7.75
36.4333333 7.94	37.3666667 7.94	38.3000000 7.77
36.4666667 7.94	37.4000000 7.94	38.3333333 7.77
36.5000000 7.94	37.4333333 7.94	38.3666667 7.77
36.5333333 7.94	37.4666667 7.94	38.4000000 7.75
36.5666667 7.96	37.5000000 7.94	38.4333333 7.75
36.6000000 7.98	37.5333333 7.92	38.4666667 7.73
36.6333333 7.98	37.5666667 7.9	38.5000000 7.75
36.6666667 7.98	37.6000000 7.9	38.5333333 7.75
36.7000000 8.0	37.6333333 7.9	38.5666667 7.75
36.7333333 8.0	37.6666667 7.9	38.6000000 7.75



38.6333333 7.73	39.5666667 7.58	40.5000000 7.67
38.6666667 7.73	39.6000000 7.61	40.5333333 7.67
38.7000000 7.73	39.6333333 7.58	40.5666667 7.67
38.7333333 7.69	39.6666667 7.61	40.6000000 7.67
38.7666667 7.69	39.7000000 7.61	40.6333333 7.67
38.8000000 7.69	39.7333333 7.58	40.6666667 7.69
38.8333333 7.67	39.7666667 7.58	40.7000000 7.67
38.8666667 7.65	39.8000000 7.58	40.7333333 7.65
38.9000000 7.63	39.8333333 7.58	40.7666667 7.67
38.9333333 7.63	39.8666667 7.58	40.8000000 7.67
38.9666667 7.63	39.9000000 7.58	40.8333333 7.65
39.0000000 7.65	39.9333333 7.58	40.8666667 7.67
39.0333333 7.63	39.9666667 7.58	40.9000000 7.69
39.0666667 7.61	40.0000000 7.61	40.9333333 7.67
39.1000000 7.63	40.0333333 7.61	40.9666667 7.65
39.1333333 7.63	40.0666667 7.61	41.0000000 7.65
39.1666667 7.63	40.1000000 7.61	41.0333333 7.65
39.2000000 7.61	40.1333333 7.61	41.0666667 7.63
39.2333333 7.61	40.1666667 7.58	41.1000000 7.65
39.2666667 7.61	40.2000000 7.56	41.1333333 7.65
39.3000000 7.61	40.2333333 7.56	41.1666667 7.63
39.3333333 7.61	40.2666667 7.56	41.2000000 7.61
39.3666667 7.61	40.3000000 7.58	41.2333333 7.61
39.4000000 7.61	40.3333333 7.61	41.2666667 7.61
39.4333333 7.58	40.3666667 7.65	41.3000000 7.63
39.4666667 7.58	40.4000000 7.67	41.3333333 7.63
39.5000000 7.61	40.4333333 7.65	41.3666667 7.61
39.5333333 7.61	40.4666667 7.67	41.4000000 7.61

41.4333333 7.58	42.3666667 7.54	43.3000000 7.9
41.4666667 7.58	42.4000000 7.52	43.3333333 7.88
41.5000000 7.56	42.4333333 7.52	43.3666667 7.88
41.5333333 7.56	42.4666667 7.5	43.4000000 7.9
41.5666667 7.56	42.5000000 7.5	43.4333333 7.92
41.6000000 7.58	42.5333333 7.52	43.4666667 7.88
41.6333333 7.56	42.5666667 7.5	43.5000000 7.94
41.6666667 7.56	42.6000000 7.5	43.5333333 7.98
41.7000000 7.58	42.6333333 7.5	43.5666667 7.9
41.7333333 7.58	42.6666667 7.5	43.6000000 7.9
41.7666667 7.54	42.7000000 7.52	43.6333333 7.92
41.8000000 7.56	42.7333333 7.52	43.6666667 7.86
41.8333333 7.56	42.7666667 7.54	43.7000000 7.9
41.8666667 7.56	42.8000000 7.56	43.7333333 7.81
41.9000000 7.56	42.8333333 7.63	43.7666667 7.81
41.9333333 7.58	42.8666667 7.67	43.8000000 7.9
41.9666667 7.56	42.9000000 7.69	43.8333333 8.04
42.0000000 7.56	42.9333333 7.73	43.8666667 7.98
42.0333333 7.52	42.9666667 7.71	43.9000000 7.88
42.0666667 7.52	43.0000000 7.73	43.9333333 7.86
42.1000000 7.52	43.0333333 7.73	43.9666667 7.88
42.1333333 7.52	43.0666667 7.73	44.0000000 7.92
42.1666667 7.52	43.1000000 7.77	44.0333333 7.96
42.2000000 7.52	43.1333333 7.79	44.0666667 8.02
42.2333333 7.52	43.1666667 7.84	44.1000000 8.13
42.2666667 7.52	43.2000000 7.84	44.1333333 7.94
42.3000000 7.52	43.2333333 7.88	44.1666667 7.92
42.3333333 7.52	43.2666667 7.88	44.2000000 7.98

44.2333333 7.96	45.1666667 7.96	46.1000000 7.86
44.2666667 7.98	45.2000000 8.04	46.1333333 7.98
44.3000000 7.98	45.2333333 8.13	46.1666667 7.96
44.3333333 7.96	45.2666667 8.0	46.2000000 7.94
44.3666667 7.96	45.3000000 7.94	46.2333333 8.07
44.4000000 7.96	45.3333333 7.79	46.2666667 7.86
44.4333333 7.94	45.3666667 7.96	46.3000000 7.84
44.4666667 7.96	45.4000000 7.96	46.3333333 7.81
44.5000000 7.96	45.4333333 7.88	46.3666667 7.84
44.5333333 7.98	45.4666667 7.86	46.4000000 7.9
44.5666667 7.98	45.5000000 7.9	46.4333333 8.02
44.6000000 7.98	45.5333333 7.86	46.4666667 8.02
44.6333333 7.96	45.5666667 7.96	46.5000000 7.88
44.6666667 7.96	45.6000000 7.96	46.5333333 7.92
44.7000000 7.98	45.6333333 7.9	46.5666667 8.02
44.7333333 7.9	45.6666667 7.84	46.6000000 7.98
44.7666667 7.94	45.7000000 7.86	46.6333333 7.9
44.8000000 7.86	45.7333333 7.9	46.6666667 7.9
44.8333333 7.88	45.7666667 7.96	46.7000000 7.92
44.8666667 7.9	45.8000000 7.98	46.7333333 7.9
44.9000000 7.92	45.8333333 7.79	46.7666667 7.79
44.9333333 7.94	45.8666667 7.77	46.8000000 7.67
44.9666667 7.92	45.9000000 7.9	46.8333333 7.71
45.0000000 7.92	45.9333333 7.92	46.8666667 7.75
45.0333333 7.92	45.9666667 7.96	46.9000000 7.84
45.0666667 7.92	46.0000000 7.92	46.9333333 7.94
45.1000000 7.94	46.0333333 7.81	46.9666667 7.92
45.1333333 7.84	46.0666667 7.79	47.0000000 7.84

47.0333333 7.9	47.9666667 8.0	48.9000000 7.77
47.0666667 7.9	48.0000000 8.02	48.9333333 7.77
47.1000000 7.94	48.0333333 8.04	48.9666667 7.81
47.1333333 7.98	48.0666667 7.98	49.0000000 7.73
47.1666667 8.0	48.1000000 7.92	49.0333333 7.77
47.2000000 7.98	48.1333333 7.94	49.0666667 7.77
47.2333333 7.94	48.1666667 7.96	49.1000000 7.75
47.2666667 7.9	48.2000000 7.88	49.1333333 7.75
47.3000000 7.84	48.2333333 7.88	49.1666667 7.75
47.3333333 7.92	48.2666667 7.9	49.2000000 7.75
47.3666667 7.94	48.3000000 7.94	49.2333333 7.79
47.4000000 7.92	48.3333333 8.04	49.2666667 7.81
47.4333333 7.92	48.3666667 8.0	49.3000000 7.79
47.4666667 7.92	48.4000000 7.92	49.3333333 7.77
47.5000000 8.0	48.4333333 7.94	49.3666667 7.75
47.5333333 7.92	48.4666667 7.88	49.4000000 7.77
47.5666667 7.96	48.5000000 7.94	49.4333333 7.77
47.6000000 7.94	48.5333333 7.98	49.4666667 7.75
47.6333333 7.96	48.5666667 7.98	49.5000000 7.71
47.6666667 7.88	48.6000000 7.9	49.5333333 7.75
47.7000000 7.94	48.6333333 7.88	49.5666667 7.73
47.7333333 7.96	48.6666667 7.77	49.6000000 7.75
47.7666667 7.9	48.7000000 7.79	49.6333333 7.77
47.8000000 7.84	48.7333333 7.77	49.6666667 7.75
47.8333333 7.92	48.7666667 7.75	49.7000000 7.73
47.8666667 7.94	48.8000000 7.69	49.7333333 7.73
47.9000000 7.98	48.8333333 7.75	49.7666667 7.71
47.9333333 8.04	48.8666667 7.84	49.8000000 7.73

49.8333333 7.75	50.7666667 2.67	51.7000000 2.67
49.8666667 7.73	50.8000000 2.67	51.7333333 2.65
49.9000000 7.71	50.8333333 2.65	51.7666667 2.65
49.9333333 7.71	50.8666667 2.67	51.8000000 2.67
49.9666667 7.71	50.9000000 2.69	51.8333333 2.65
50.0000000 7.71	50.9333333 2.67	51.8666667 2.67
50.0333333 7.75	50.9666667 2.65	51.9000000 2.65
50.0666667 7.75	51.0000000 2.67	51.9333333 2.65
50.1000000 7.25	51.0333333 2.65	51.9666667 2.65
50.1333333 6.75	51.0666667 2.67	52.0000000 2.65
50.1666667 6.25	51.1000000 2.65	52.0333333 2.67
50.2000000 5.75	51.1333333 2.65	52.0666667 2.65
50.2333333 5.25	51.1666667 2.67	52.1000000 2.65
50.2666667 4.75	51.2000000 2.67	52.1333333 2.67
50.3000000 4.25	51.2333333 2.65	52.1666667 2.67
50.3333333 3.75	51.2666667 2.67	52.2000000 2.61
50.3666667 3.25	51.3000000 2.65	52.2333333 2.65
50.4000000 2.67	51.3333333 2.67	52.2666667 2.67
50.4333333 2.67	51.3666667 2.67	52.3000000 2.67
50.4666667 2.69	51.4000000 2.65	52.3333333 2.67
50.5000000 2.67	51.4333333 2.65	52.3666667 2.67
50.5333333 2.65	51.4666667 2.65	52.4000000 2.65
50.5666667 2.67	51.5000000 2.67	52.4333333 2.65
50.6000000 2.67	51.5333333 2.65	52.4666667 2.65
50.6333333 2.67	51.5666667 2.67	52.5000000 2.67
50.6666667 2.67	51.6000000 2.65	52.5333333 2.67
50.7000000 2.65	51.6333333 2.67	52.5666667 2.65
50.7333333 2.65	51.6666667 2.67	52.6000000 2.65

52.6333333 2.67	53.5666667 2.67	54.5000000 2.63
52.6666667 2.67	53.6000000 2.65	54.5333333 2.63
52.7000000 2.65	53.6333333 2.63	54.5666667 2.63
52.7333333 2.63	53.6666667 2.63	54.6000000 2.65
52.7666667 2.65	53.7000000 2.63	54.6333333 2.65
52.8000000 2.67	53.7333333 2.63	54.6666667 2.65
52.8333333 2.67	53.7666667 2.65	54.7000000 2.65
52.8666667 2.67	53.8000000 2.65	54.7333333 2.65
52.9000000 2.67	53.8333333 2.65	54.7666667 2.63
52.9333333 2.65	53.8666667 2.63	54.8000000 2.65
52.9666667 2.65	53.9000000 2.65	54.8333333 2.65
53.0000000 2.65	53.9333333 2.63	54.8666667 2.65
53.0333333 2.67	53.9666667 2.63	54.9000000 2.63
53.0666667 2.65	54.0000000 2.65	54.9333333 2.63
53.1000000 2.65	54.0333333 2.63	54.9666667 2.61
53.1333333 2.65	54.0666667 2.63	55.0000000 2.61
53.1666667 2.61	54.1000000 2.65	55.0333333 2.63
53.2000000 2.65	54.1333333 2.63	55.0666667 2.61
53.2333333 2.65	54.1666667 2.65	55.1000000 2.63
53.2666667 2.65	54.2000000 2.63	55.1333333 2.65
53.3000000 2.65	54.2333333 2.65	55.1666667 2.61
53.3333333 2.65	54.2666667 2.63	55.2000000 2.61
53.3666667 2.67	54.3000000 2.63	55.2333333 2.61
53.4000000 2.65	54.3333333 2.63	55.2666667 2.65
53.4333333 2.65	54.3666667 2.65	55.3000000 2.63
53.4666667 2.65	54.4000000 2.63	55.3333333 2.63
53.5000000 2.65	54.4333333 2.65	55.3666667 2.65
53.5333333 2.67	54.4666667 2.65	55.4000000 2.65

55.4333333 2.63	56.3666667 2.74	57.3000000 2.72
55.4666667 2.65	56.4000000 2.76	57.3333333 2.72
55.5000000 2.63	56.4333333 2.76	57.3666667 2.72
55.5333333 2.63	56.4666667 2.76	57.4000000 2.72
55.5666667 2.63	56.5000000 2.78	57.4333333 2.69
55.6000000 2.63	56.5333333 2.74	57.4666667 2.69
55.6333333 2.63	56.5666667 2.76	57.5000000 2.72
55.6666667 2.61	56.6000000 2.74	57.5333333 2.69
55.7000000 2.63	56.6333333 2.74	57.5666667 2.69
55.7333333 2.61	56.6666667 2.72	57.6000000 2.69
55.7666667 2.59	56.7000000 2.72	57.6333333 2.69
55.8000000 2.63	56.7333333 2.74	57.6666667 2.69
55.8333333 2.65	56.7666667 2.72	57.7000000 2.69
55.8666667 2.69	56.8000000 2.72	57.7333333 2.72
55.9000000 2.69	56.8333333 2.72	57.7666667 2.69
55.9333333 2.72	56.8666667 2.74	57.8000000 2.72
55.9666667 2.72	56.9000000 2.74	57.8333333 2.69
56.0000000 2.72	56.9333333 2.72	57.8666667 2.69
56.0333333 2.72	56.9666667 2.69	57.9000000 2.69
56.0666667 2.72	57.0000000 2.74	57.9333333 2.69
56.1000000 2.74	57.0333333 2.74	57.9666667 2.69
56.1333333 2.74	57.0666667 2.74	58.0000000 2.69
56.1666667 2.74	57.1000000 2.72	58.0333333 2.69
56.2000000 2.74	57.1333333 2.69	58.0666667 2.69
56.2333333 2.76	57.1666667 2.72	58.1000000 2.69
56.2666667 2.74	57.2000000 2.72	58.1333333 2.67
56.3000000 2.78	57.2333333 2.69	58.1666667 2.67
56.3333333 2.76	57.2666667 2.72	58.2000000 2.69

58.2333333 2.67	59.1666667 2.69	60.1000000 2.67
58.2666667 2.69	59.2000000 2.69	60.1333333 2.67
58.3000000 2.69	59.2333333 2.67	60.1666667 2.67
58.3333333 2.67	59.2666667 2.69	60.2000000 2.67
58.3666667 2.69	59.3000000 2.67	60.2333333 2.67
58.4000000 2.69	59.3333333 2.67	60.2666667 2.67
58.4333333 2.69	59.3666667 2.69	60.3000000 2.65
58.4666667 2.69	59.4000000 2.69	60.3333333 2.67
58.5000000 2.69	59.4333333 2.69	60.3666667 2.67
58.5333333 2.72	59.4666667 2.69	60.4000000 2.67
58.5666667 2.69	59.5000000 2.67	60.4333333 2.65
58.6000000 2.69	59.5333333 2.69	60.4666667 2.65
58.6333333 2.69	59.5666667 2.69	60.5000000 2.65
58.6666667 2.69	59.6000000 2.69	60.5333333 2.65
58.7000000 2.69	59.6333333 2.69	60.5666667 2.67
58.7333333 2.69	59.6666667 2.69	60.6000000 2.67
58.7666667 2.67	59.7000000 2.67	60.6333333 2.67
58.8000000 2.67	59.7333333 2.69	60.6666667 2.67
58.8333333 2.69	59.7666667 2.69	60.7000000 2.67
58.8666667 2.69	59.8000000 2.67	60.7333333 2.67
58.9000000 2.72	59.8333333 2.67	60.7666667 2.67
58.9333333 2.67	59.8666667 2.69	60.8000000 2.67
58.9666667 2.67	59.9000000 2.67	60.8333333 2.65
59.0000000 2.69	59.9333333 2.67	60.8666667 2.65
59.0333333 2.67	59.9666667 2.67	60.9000000 2.67
59.0666667 2.67	60.0000000 2.67	60.9333333 2.69
59.1000000 2.67	60.0333333 2.67	60.9666667 2.69
59.1333333 2.67	60.0666667 2.67	61.0000000 2.67



61.0333333 2.67	61.9666667 2.65	62.9000000 2.65
61.0666667 2.65	62.0000000 2.63	62.9333333 2.65
61.1000000 2.67	62.0333333 2.65	62.9666667 2.65
61.1333333 2.67	62.0666667 2.65	63.0000000 2.65
61.1666667 2.65	62.1000000 2.65	63.0333333 2.63
61.2000000 2.67	62.1333333 2.65	63.0666667 2.65
61.2333333 2.65	62.1666667 2.65	63.1000000 2.65
61.2666667 2.67	62.2000000 2.65	63.1333333 2.65
61.3000000 2.67	62.2333333 2.67	63.1666667 2.67
61.3333333 2.67	62.2666667 2.65	63.2000000 2.65
61.3666667 2.67	62.3000000 2.65	63.2333333 2.67
61.4000000 2.65	62.3333333 2.65	63.2666667 2.65
61.4333333 2.67	62.3666667 2.65	63.3000000 2.67
61.4666667 2.67	62.4000000 2.67	63.3333333 2.67
61.5000000 2.67	62.4333333 2.63	63.3666667 2.67
61.5333333 2.67	62.4666667 2.65	63.4000000 2.65
61.5666667 2.65	62.5000000 2.67	63.4333333 2.63
61.6000000 2.67	62.5333333 2.65	63.4666667 2.63
61.6333333 2.67	62.5666667 2.65	63.5000000 2.65
61.6666667 2.65	62.6000000 2.65	63.5333333 2.65
61.7000000 2.67	62.6333333 2.67	63.5666667 2.65
61.7333333 2.67	62.6666667 2.61	63.6000000 2.65
61.7666667 2.67	62.7000000 2.65	63.6333333 2.65
61.8000000 2.65	62.7333333 2.65	63.6666667 2.65
61.8333333 2.65	62.7666667 2.67	63.7000000 2.65
61.8666667 2.65	62.8000000 2.65	63.7333333 2.65
61.9000000 2.65	62.8333333 2.65	63.7666667 2.61
61.9333333 2.65	62.8666667 2.65	63.8000000 2.65

63.8333333 2.65	64.7666667 2.63	65.7000000 7.38
63.8666667 2.65	64.8000000 2.63	65.7333333 7.38
63.9000000 2.63	64.8333333 2.65	65.7666667 7.4
63.9333333 2.65	64.8666667 2.65	65.8000000 7.4
63.9666667 2.65	64.9000000 2.63	65.8333333 7.4
64.0000000 2.65	64.9333333 2.63	65.8666667 7.42
64.0333333 2.63	64.9666667 2.63	65.9000000 7.46
64.0666667 2.65	65.0000000 2.63	65.9333333 7.5
64.1000000 2.65	65.0333333 2.61	65.9666667 7.54
64.1333333 2.65	65.0666667 2.65	66.0000000 7.54
64.1666667 2.67	65.1000000 2.65	66.0333333 7.54
64.2000000 2.65	65.1333333 2.63	66.0666667 7.54
64.2333333 2.65	65.1666667 2.63	66.1000000 7.52
64.2666667 2.65	65.2000000 2.61	66.1333333 7.54
64.3000000 2.67	65.2333333 2.61	66.1666667 7.5
64.3333333 2.67	65.2666667 2.65	66.2000000 7.52
64.3666667 2.65	65.3000000 2.86	66.2333333 7.52
64.4000000 2.63	65.3333333 3.36	66.2666667 7.54
64.4333333 2.65	65.3666667 3.86	66.3000000 7.54
64.4666667 2.65	65.4000000 4.36	66.3333333 7.52
64.5000000 2.65	65.4333333 4.86	66.3666667 7.54
64.5333333 2.67	65.4666667 5.36	66.4000000 7.61
64.5666667 2.63	65.5000000 5.86	66.4333333 7.61
64.6000000 2.65	65.5333333 6.36	66.4666667 7.65
64.6333333 2.63	65.5666667 7.25	66.5000000 7.67
64.6666667 2.61	65.6000000 7.29	66.5333333 7.67
64.7000000 2.63	65.6333333 7.31	66.5666667 7.67
64.7333333 2.65	65.6666667 7.33	66.6000000 7.67

66.6333333 7.63	67.5666667 7.5	68.5000000 7.44
66.6666667 7.61	67.6000000 7.5	68.5333333 7.42
66.7000000 7.61	67.6333333 7.5	68.5666667 7.42
66.7333333 7.61	67.6666667 7.5	68.6000000 7.42
66.7666667 7.61	67.7000000 7.5	68.6333333 7.42
66.8000000 7.58	67.7333333 7.46	68.6666667 7.4
66.8333333 7.56	67.7666667 7.48	68.7000000 7.4
66.8666667 7.58	67.8000000 7.5	68.7333333 7.38
66.9000000 7.58	67.8333333 7.5	68.7666667 7.38
66.9333333 7.54	67.8666667 7.48	68.8000000 7.38
66.9666667 7.54	67.9000000 7.46	68.8333333 7.38
67.0000000 7.54	67.9333333 7.46	68.8666667 7.36
67.0333333 7.54	67.9666667 7.48	68.9000000 7.38
67.0666667 7.52	68.0000000 7.48	68.9333333 7.4
67.1000000 7.52	68.0333333 7.5	68.9666667 7.4
67.1333333 7.56	68.0666667 7.48	69.0000000 7.38
67.1666667 7.54	68.1000000 7.44	69.0333333 7.4
67.2000000 7.52	68.1333333 7.42	69.0666667 7.38
67.2333333 7.52	68.1666667 7.44	69.1000000 7.36
67.2666667 7.5	68.2000000 7.44	69.1333333 7.33
67.3000000 7.52	68.2333333 7.46	69.1666667 7.33
67.3333333 7.52	68.2666667 7.48	69.2000000 7.33
67.3666667 7.5	68.3000000 7.46	69.2333333 7.33
67.4000000 7.52	68.3333333 7.46	69.2666667 7.36
67.4333333 7.52	68.3666667 7.46	69.3000000 7.36
67.4666667 7.52	68.4000000 7.42	69.3333333 7.36
67.5000000 7.5	68.4333333 7.44	69.3666667 7.36
67.5333333 7.5	68.4666667 7.42	69.4000000 7.33

69.4333333 7.33	70.3666667 7.29	71.3000000 7.27
69.4666667 7.36	70.4000000 7.29	71.3333333 7.29
69.5000000 7.33	70.4333333 7.29	71.3666667 7.27
69.5333333 7.36	70.4666667 7.29	71.4000000 7.27
69.5666667 7.33	70.5000000 7.27	71.4333333 7.27
69.6000000 7.29	70.5333333 7.27	71.4666667 7.27
69.6333333 7.29	70.5666667 7.29	71.5000000 7.29
69.6666667 7.31	70.6000000 7.29	71.5333333 7.29
69.7000000 7.33	70.6333333 7.31	71.5666667 7.27
69.7333333 7.33	70.6666667 7.31	71.6000000 7.25
69.7666667 7.33	70.7000000 7.33	71.6333333 7.25
69.8000000 7.31	70.7333333 7.31	71.6666667 7.27
69.8333333 7.31	70.7666667 7.33	71.7000000 7.27
69.8666667 7.31	70.8000000 7.31	71.7333333 7.25
69.9000000 7.31	70.8333333 7.31	71.7666667 7.27
69.9333333 7.29	70.8666667 7.29	71.8000000 7.27
69.9666667 7.29	70.9000000 7.29	71.8333333 7.27
70.0000000 7.29	70.9333333 7.31	71.8666667 7.27
70.0333333 7.31	70.9666667 7.33	71.9000000 7.27
70.0666667 7.31	71.0000000 7.33	71.9333333 7.25
70.1000000 7.29	71.0333333 7.31	71.9666667 7.25
70.1333333 7.27	71.0666667 7.29	72.0000000 7.25
70.1666667 7.29	71.1000000 7.29	72.0333333 7.27
70.2000000 7.29	71.1333333 7.29	72.0666667 7.25
70.2333333 7.29	71.1666667 7.29	72.1000000 7.25
70.2666667 7.31	71.2000000 7.31	72.1333333 7.25
70.3000000 7.29	71.2333333 7.29	72.1666667 7.25
70.3333333 7.29	71.2666667 7.29	72.2000000 7.25

72.2333333 7.25	73.1666667 7.25	74.1000000 7.21
72.2666667 7.25	73.2000000 7.27	74.1333333 7.21
72.3000000 7.25	73.2333333 7.25	74.1666667 7.21
72.3333333 7.23	73.2666667 7.23	74.2000000 7.23
72.3666667 7.23	73.3000000 7.23	74.2333333 7.23
72.4000000 7.25	73.3333333 7.23	74.2666667 7.23
72.4333333 7.25	73.3666667 7.23	74.3000000 7.21
72.4666667 7.23	73.4000000 7.23	74.3333333 7.23
72.5000000 7.23	73.4333333 7.23	74.3666667 7.21
72.5333333 7.23	73.4666667 7.23	74.4000000 7.21
72.5666667 7.23	73.5000000 7.25	74.4333333 7.21
72.6000000 7.21	73.5333333 7.25	74.4666667 7.21
72.6333333 7.23	73.5666667 7.25	74.5000000 7.19
72.6666667 7.23	73.6000000 7.23	74.5333333 7.21
72.7000000 7.23	73.6333333 7.23	74.5666667 7.19
72.7333333 7.23	73.6666667 7.23	74.6000000 7.21
72.7666667 7.21	73.7000000 7.21	74.6333333 7.21
72.8000000 7.23	73.7333333 7.21	74.6666667 7.21
72.8333333 7.25	73.7666667 7.25	74.7000000 7.19
72.8666667 7.23	73.8000000 7.23	74.7333333 7.19
72.9000000 7.25	73.8333333 7.23	74.7666667 7.21
72.9333333 7.27	73.8666667 7.25	74.8000000 7.21
72.9666667 7.27	73.9000000 7.23	74.8333333 7.21
73.0000000 7.27	73.9333333 7.23	74.8666667 7.21
73.0333333 7.27	73.9666667 7.23	74.9000000 7.19
73.0666667 7.25	74.0000000 7.21	74.9333333 7.19
73.1000000 7.25	74.0333333 7.21	74.9666667 7.19
73.1333333 7.25	74.0666667 7.21	75.0000000 7.19

75.0333333 7.19	75.9666667 7.58	76.9000000 7.63
75.0666667 7.19	76.0000000 7.58	76.9333333 7.65
75.1000000 7.21	76.0333333 7.61	76.9666667 7.67
75.1333333 7.21	76.0666667 7.63	77.0000000 7.65
75.1666667 7.19	76.1000000 7.61	77.0333333 7.65
75.2000000 7.19	76.1333333 7.63	77.0666667 7.65
75.2333333 7.19	76.1666667 7.63	77.1000000 7.65
75.2666667 7.21	76.2000000 7.65	77.1333333 7.69
75.3000000 7.21	76.2333333 7.65	77.1666667 7.67
75.3333333 7.23	76.2666667 7.69	77.2000000 7.67
75.3666667 7.25	76.3000000 7.69	77.2333333 7.67
75.4000000 7.29	76.3333333 7.67	77.2666667 7.67
75.4333333 7.33	76.3666667 7.67	77.3000000 7.67
75.4666667 7.4	76.4000000 7.67	77.3333333 7.65
75.5000000 7.4	76.4333333 7.67	77.3666667 7.65
75.5333333 7.4	76.4666667 7.69	77.4000000 7.65
75.5666667 7.44	76.5000000 7.69	77.4333333 7.63
75.6000000 7.48	76.5333333 7.65	77.4666667 7.61
75.6333333 7.48	76.5666667 7.63	77.5000000 7.58
75.6666667 7.52	76.6000000 7.63	77.5333333 7.61
75.7000000 7.52	76.6333333 7.63	77.5666667 7.58
75.7333333 7.52	76.6666667 7.63	77.6000000 7.58
75.7666667 7.54	76.7000000 7.63	77.6333333 7.58
75.8000000 7.56	76.7333333 7.63	77.6666667 7.61
75.8333333 7.56	76.7666667 7.63	77.7000000 7.61
75.8666667 7.54	76.8000000 7.63	77.7333333 7.61
75.9000000 7.56	76.8333333 7.63	77.7666667 7.61
75.9333333 7.56	76.8666667 7.61	77.8000000 7.61

77.8333333 7.58	78.7666667 7.63	79.7000000 7.56
77.8666667 7.61	78.8000000 7.61	79.7333333 7.61
77.9000000 7.63	78.8333333 7.61	79.7666667 7.61
77.9333333 7.61	78.8666667 7.63	79.8000000 7.61
77.9666667 7.61	78.9000000 7.63	79.8333333 7.61
78.0000000 7.61	78.9333333 7.63	79.8666667 7.61
78.0333333 7.61	78.9666667 7.61	79.9000000 7.58
78.0666667 7.63	79.0000000 7.58	79.9333333 7.56
78.1000000 7.58	79.0333333 7.61	79.9666667 7.58
78.1333333 7.61	79.0666667 7.61	80.0000000 7.58
78.1666667 7.63	79.1000000 7.58	80.0333333 7.54
78.2000000 7.65	79.1333333 7.58	80.0666667 7.54
78.2333333 7.63	79.1666667 7.58	80.1000000 7.58
78.2666667 7.61	79.2000000 7.58	80.1333333 7.58
78.3000000 7.61	79.2333333 7.56	80.1666667 7.08
78.3333333 7.63	79.2666667 7.58	80.2000000 6.58
78.3666667 7.63	79.3000000 7.58	80.2333333 6.08
78.4000000 7.61	79.3333333 7.58	80.2666667 5.58
78.4333333 7.63	79.3666667 7.58	80.3000000 5.08
78.4666667 7.63	79.4000000 7.58	80.3333333 4.58
78.5000000 7.63	79.4333333 7.58	80.3666667 4.08
78.5333333 7.63	79.4666667 7.56	80.4000000 3.58
78.5666667 7.63	79.5000000 7.54	80.4333333 2.74
78.6000000 7.61	79.5333333 7.56	80.4666667 2.74
78.6333333 7.61	79.5666667 7.58	80.5000000 2.74
78.6666667 7.63	79.6000000 7.58	80.5333333 2.74
78.7000000 7.63	79.6333333 7.58	80.5666667 2.74
78.7333333 7.63	79.6666667 7.56	80.6000000 2.74

80.6333333 2.72	81.5666667 2.26	82.5000000 2.21
80.6666667 2.74	81.6000000 2.26	82.5333333 2.21
80.7000000 2.72	81.6333333 2.26	82.5666667 2.19
80.7333333 2.72	81.6666667 2.23	82.6000000 2.21
80.7666667 2.72	81.7000000 2.23	82.6333333 2.21
80.8000000 2.72	81.7333333 2.23	82.6666667 2.21
80.8333333 2.72	81.7666667 2.23	82.7000000 2.19
80.8666667 2.74	81.8000000 2.21	82.7333333 2.21
80.9000000 2.72	81.8333333 2.23	82.7666667 2.19
80.9333333 2.72	81.8666667 2.23	82.8000000 2.21
80.9666667 2.74	81.9000000 2.23	82.8333333 2.19
81.0000000 2.74	81.9333333 2.23	82.8666667 2.21
81.0333333 2.74	81.9666667 2.21	82.9000000 2.19
81.0666667 2.72	82.0000000 2.21	82.9333333 2.21
81.1000000 2.69	82.0333333 2.21	82.9666667 2.19
81.1333333 2.72	82.0666667 2.23	83.0000000 2.19
81.1666667 2.72	82.1000000 2.23	83.0333333 2.19
81.2000000 2.74	82.1333333 2.21	83.0666667 2.19
81.2333333 2.72	82.1666667 2.23	83.1000000 2.19
81.2666667 2.74	82.2000000 2.21	83.1333333 2.19
81.3000000 2.72	82.2333333 2.21	83.1666667 2.19
81.3333333 2.69	82.2666667 2.21	83.2000000 2.19
81.3666667 2.51	82.3000000 2.21	83.2333333 2.19
81.4000000 2.3	82.3333333 2.21	83.2666667 2.19
81.4333333 2.26	82.3666667 2.23	83.3000000 2.19
81.4666667 2.26	82.4000000 2.21	83.3333333 2.21
81.5000000 2.26	82.4333333 2.23	83.3666667 2.19
81.5333333 2.26	82.4666667 2.21	83.4000000 2.19



83.4333333 2.17	84.3666667 2.17	85.3000000 4.15
83.4666667 2.19	84.4000000 2.17	85.3333333 4.65
83.5000000 2.17	84.4333333 2.17	85.3666667 5.15
83.5333333 2.19	84.4666667 2.17	85.4000000 5.65
83.5666667 2.19	84.5000000 2.17	85.4333333 6.15
83.6000000 2.19	84.5333333 2.17	85.4666667 6.65
83.6333333 2.19	84.5666667 2.15	85.5000000 7.15
83.6666667 2.19	84.6000000 2.17	85.5333333 7.65
83.7000000 2.17	84.6333333 2.17	85.5666667 8.63
83.7333333 2.17	84.6666667 2.17	85.6000000 8.63
83.7666667 2.17	84.7000000 2.17	85.6333333 8.63
83.8000000 2.19	84.7333333 2.17	85.6666667 8.63
83.8333333 2.17	84.7666667 2.17	85.7000000 8.63
83.8666667 2.17	84.8000000 2.15	85.7333333 8.63
83.9000000 2.17	84.8333333 2.19	85.7666667 8.61
83.9333333 2.19	84.8666667 2.19	85.8000000 8.63
83.9666667 2.19	84.9000000 2.21	85.8333333 8.63
84.0000000 2.19	84.9333333 2.19	85.8666667 8.63
84.0333333 2.17	84.9666667 2.19	85.9000000 8.63
84.0666667 2.19	85.0000000 2.19	85.9333333 8.63
84.1000000 2.17	85.0333333 2.17	85.9666667 8.63
84.1333333 2.19	85.0666667 2.17	86.0000000 8.63
84.1666667 2.17	85.1000000 2.19	86.0333333 8.63
84.2000000 2.17	85.1333333 2.17	86.0666667 8.63
84.2333333 2.17	85.1666667 2.17	86.1000000 8.63
84.2666667 2.17	85.2000000 2.65	86.1333333 8.63
84.3000000 2.19	85.2333333 3.15	86.1666667 8.63
84.3333333 2.17	85.2666667 3.65	86.2000000 8.63

86.2333333 8.63	87.1666667 8.63	88.1000000 8.63
86.2666667 8.63	87.2000000 8.63	88.1333333 8.63
86.3000000 8.63	87.2333333 8.63	88.1666667 8.63
86.3333333 8.63	87.2666667 8.63	88.2000000 8.63
86.3666667 8.63	87.3000000 8.63	88.2333333 8.63
86.4000000 8.63	87.3333333 8.63	88.2666667 8.63
86.4333333 8.63	87.3666667 8.63	88.3000000 8.63
86.4666667 8.63	87.4000000 8.63	88.3333333 8.63
86.5000000 8.63	87.4333333 8.63	88.3666667 8.63
86.5333333 8.63	87.4666667 8.63	88.4000000 8.63
86.5666667 8.63	87.5000000 8.63	88.4333333 8.63
86.6000000 8.63	87.5333333 8.63	88.4666667 8.63
86.6333333 8.63	87.5666667 8.63	88.5000000 8.63
86.6666667 8.63	87.6000000 8.63	88.5333333 8.63
86.7000000 8.63	87.6333333 8.63	88.5666667 8.63
86.7333333 8.63	87.6666667 8.63	88.6000000 8.63
86.7666667 8.63	87.7000000 8.63	88.6333333 8.63
86.8000000 8.63	87.7333333 8.63	88.6666667 8.63
86.8333333 8.63	87.7666667 8.63	88.7000000 8.63
86.8666667 8.63	87.8000000 8.63	88.7333333 8.63
86.9000000 8.63	87.8333333 8.63	88.7666667 8.63
86.9333333 8.63	87.8666667 8.63	88.8000000 8.63
86.9666667 8.63	87.9000000 8.63	88.8333333 8.63
87.0000000 8.63	87.9333333 8.63	88.8666667 8.63
87.0333333 8.63	87.9666667 8.63	88.9000000 8.63
87.0666667 8.63	88.0000000 8.63	88.9333333 8.63
87.1000000 8.63	88.0333333 8.63	88.9666667 8.63
87.1333333 8.63	88.0666667 8.63	89.0000000 8.63

89.0333333 8.63	89.9666667 8.63	90.9000000 0.27
89.0666667 8.63	90.0000000 8.63	90.9333333 0.27
89.1000000 8.63	90.0333333 8.63	90.9666667 0.27
89.1333333 8.63	90.0666667 8.63	91.0000000 0.27
89.1666667 8.63	90.1000000 8.63	91.0333333 0.27
89.2000000 8.63	90.1333333 8.63	91.0666667 0.27
89.2333333 8.63	90.1666667 8.57	91.1000000 0.27
89.2666667 8.63	90.2000000 8.07	91.1333333 0.25
89.3000000 8.63	90.2333333 7.57	91.1666667 0.25
89.3333333 8.63	90.2666667 7.07	91.2000000 0.27
89.3666667 8.63	90.3000000 6.57	91.2333333 0.27
89.4000000 8.63	90.3333333 6.07	91.2666667 0.27
89.4333333 8.63	90.3666667 5.57	91.3000000 0.27
89.4666667 8.63	90.4000000 5.07	91.3333333 0.27
89.5000000 8.63	90.4333333 4.57	91.3666667 0.27
89.5333333 8.63	90.4666667 4.07	91.4000000 0.25
89.5666667 8.63	90.5000000 3.57	91.4333333 0.25
89.6000000 8.63	90.5333333 3.07	91.4666667 0.27
89.6333333 8.63	90.5666667 2.57	91.5000000 0.27
89.6666667 8.63	90.6000000 2.07	91.5333333 0.27
89.7000000 8.63	90.6333333 1.57	91.5666667 0.27
89.7333333 8.63	90.6666667 1.07	91.6000000 0.27
89.7666667 8.63	90.7000000 0.27	91.6333333 0.25
89.8000000 8.63	90.7333333 0.27	91.6666667 0.27
89.8333333 8.63	90.7666667 0.27	91.7000000 0.25
89.8666667 8.63	90.8000000 0.27	91.7333333 0.27
89.9000000 8.63	90.8333333 0.27	91.7666667 0.27
89.9333333 8.63	90.8666667 0.27	91.8000000 0.27

91.8333333 0.27	92.5666667 0.25	93.3000000 0.25
91.8666667 0.25	92.6000000 0.27	93.3333333 0.75
91.9000000 0.27	92.6333333 0.25	93.3666667 1.25
91.9333333 0.27	92.6666667 0.25	93.4000000 1.75
91.9666667 0.27	92.7000000 0.25	93.4333333 2.25
92.0000000 0.25	92.7333333 0.25	93.4666667 2.75
92.0333333 0.27	92.7666667 0.27	93.5000000 3.25
92.0666667 0.27	92.8000000 0.25	93.5333333 3.75
92.1000000 0.25	92.8333333 0.27	93.5666667 4.25
92.1333333 0.25	92.8666667 0.25	93.6000000 4.75
92.1666667 0.27	92.9000000 0.27	93.6333333 5.25
92.2000000 0.27	92.9333333 0.27	93.6666667 5.75
92.2333333 0.25	92.9666667 0.27	93.7000000 6.25
92.2666667 0.27	93.0000000 0.25	93.7333333 6.75
92.3000000 0.27	93.0333333 0.27	93.7666667 7.25
92.3333333 0.27	93.0666667 0.27	93.8000000 7.75
92.3666667 0.27	93.1000000 0.27	93.8333333 8.63
92.4000000 0.27	93.1333333 0.27	93.8666667 8.63
92.4333333 0.27	93.1666667 0.25	93.9000000 8.63
92.4666667 0.25	93.2000000 0.27	93.9333333 8.63
92.5000000 0.27	93.2333333 0.27	93.9666667 8.63
92.5333333 0.25	93.2666667 0.27	

Tablas creadas en formato (.txt), con los datos experimentales tomados para la realización de la validación que contrastaran con los valores del modelo para la realización del ajuste del sistema dinámico:

<u>Temperatura entrada caliente experimental validación (To):</u>					
TIEMPO	VALOR				
		2.0833333	20.03	4.4166667	20.41
		2.1666667	20.03	4.5000000	20.53
		2.2500000	20.15	4.5833333	20.53
0.0000000	18.63	2.3333333	20.28	4.6666667	20.53
0.0833333	18.63	2.4166667	20.28	4.7500000	20.41
0.1666667	18.63	2.5000000	20.28	4.8333333	20.41
0.2500000	18.89	2.5833333	20.28	4.9166667	20.41
0.3333333	18.89	2.6666667	20.41	5.0000000	20.41
0.4166667	19.01	2.7500000	20.53	5.0833333	20.53
0.5000000	19.01	2.8333333	20.41	5.1666667	20.53
0.5833333	19.14	2.9166667	20.41	5.2500000	20.53
0.6666667	19.01	3.0000000	20.41	5.3333333	20.53
0.7500000	19.14	3.0833333	20.41	5.4166667	20.53
0.8333333	19.27	3.1666667	20.41	5.5000000	20.41
0.9166667	19.27	3.2500000	20.53	5.5833333	20.53
1.0000000	19.27	3.3333333	20.41	5.6666667	20.66
1.0833333	19.39	3.4166667	20.41	5.7500000	20.66
1.1666667	19.39	3.5000000	20.53	5.8333333	20.79
1.2500000	19.52	3.5833333	20.41	5.9166667	20.91
1.3333333	19.52	3.6666667	20.53	6.0000000	21.04
1.4166667	19.52	3.7500000	20.41	6.0833333	21.3
1.5000000	19.65	3.8333333	20.41	6.1666667	21.3
1.5833333	19.65	3.9166667	20.53	6.2500000	21.55
1.6666667	19.77	4.0000000	20.53	6.3333333	21.55
1.7500000	19.9	4.0833333	20.41	6.4166667	21.55
1.8333333	19.9	4.1666667	20.41	6.5000000	21.42
1.9166667	19.9	4.2500000	20.53	6.5833333	21.42
2.0000000	19.9	4.3333333	20.53	6.6666667	21.3

6.7500000	21.17	9.0833333	19.14	11.4166667	19.01
6.8333333	21.04	9.1666667	19.14	11.5000000	18.89
6.9166667	20.79	9.2500000	19.27	11.5833333	18.89
7.0000000	20.53	9.3333333	19.14	11.6666667	18.89
7.0833333	20.41	9.4166667	19.01	11.7500000	18.89
7.1666667	20.15	9.5000000	19.14	11.8333333	18.89
7.2500000	20.03	9.5833333	19.14	11.9166667	18.76
7.3333333	19.9	9.6666667	19.01	12.0000000	18.89
7.4166667	19.77	9.7500000	19.01	12.0833333	18.89
7.5000000	19.65	9.8333333	19.14	12.1666667	18.89
7.5833333	19.65	9.9166667	19.14	12.2500000	18.89
7.6666667	19.52	10.0000000	19.14	12.3333333	18.89
7.7500000	19.52	10.0833333	19.01	12.4166667	18.89
7.8333333	19.52	10.1666667	19.01	12.5000000	18.89
7.9166667	19.39	10.2500000	19.14	12.5833333	18.76
8.0000000	19.39	10.3333333	19.01	12.6666667	18.89
8.0833333	19.39	10.4166667	19.01	12.7500000	18.89
8.1666667	19.39	10.5000000	19.01	12.8333333	18.89
8.2500000	19.39	10.5833333	18.89	12.9166667	18.89
8.3333333	19.27	10.6666667	19.01	13.0000000	18.89
8.4166667	19.27	10.7500000	18.89	13.0833333	18.76
8.5000000	19.27	10.8333333	18.89	13.1666667	18.89
8.5833333	19.27	10.9166667	18.89	13.2500000	18.76
8.6666667	19.14	11.0000000	18.89	13.3333333	18.89
8.7500000	19.27	11.0833333	18.89	13.4166667	18.76
8.8333333	19.14	11.1666667	18.89	13.5000000	18.76
8.9166667	19.14	11.2500000	19.01	13.5833333	18.76
9.0000000	19.14	11.3333333	19.01	13.6666667	18.89

13.7500000 18.76	16.0833333 18.89	18.4166667 19.14
13.8333333 18.89	16.1666667 19.01	18.5000000 19.01
13.9166667 18.89	16.2500000 18.89	18.5833333 19.14
14.0000000 18.76	16.3333333 18.89	18.6666667 19.14
14.0833333 18.76	16.4166667 18.89	18.7500000 19.14
14.1666667 18.89	16.5000000 18.89	18.8333333 19.14
14.2500000 18.89	16.5833333 18.89	18.9166667 19.14
14.3333333 18.89	16.6666667 18.89	19.0000000 19.01
14.4166667 18.89	16.7500000 19.01	19.0833333 19.14
14.5000000 18.89	16.8333333 18.89	19.1666667 19.14
14.5833333 18.89	16.9166667 19.01	19.2500000 19.14
14.6666667 18.76	17.0000000 19.01	19.3333333 19.14
14.7500000 18.89	17.0833333 18.89	19.4166667 19.14
14.8333333 18.89	17.1666667 19.01	19.5000000 19.14
14.9166667 18.76	17.2500000 18.89	19.5833333 19.14
15.0000000 19.01	17.3333333 18.89	19.6666667 19.27
15.0833333 18.76	17.4166667 19.01	19.7500000 19.14
15.1666667 18.89	17.5000000 19.01	19.8333333 19.27
15.2500000 18.76	17.5833333 19.14	19.9166667 19.14
15.3333333 18.89	17.6666667 19.01	20.0000000 19.14
15.4166667 18.89	17.7500000 19.01	20.0833333 19.14
15.5000000 18.89	17.8333333 19.14	20.1666667 19.27
15.5833333 18.89	17.9166667 19.14	20.2500000 19.27
15.6666667 18.89	18.0000000 19.01	20.3333333 19.27
15.7500000 18.89	18.0833333 19.14	20.4166667 19.27
15.8333333 18.76	18.1666667 19.14	20.5000000 19.27
15.9166667 19.01	18.2500000 19.14	20.5833333 19.27
16.0000000 18.89	18.3333333 19.01	20.6666667 19.27

20.7500000 19.27	23.0833333 23.2	25.4166667 19.65
20.8333333 19.39	23.1666667 23.32	25.5000000 19.52
20.9166667 19.27	23.2500000 23.45	25.5833333 19.39
21.0000000 19.27	23.3333333 23.58	25.6666667 19.39
21.0833333 19.39	23.4166667 23.7	25.7500000 19.39
21.1666667 19.39	23.5000000 23.83	25.8333333 19.27
21.2500000 19.39	23.5833333 23.96	25.9166667 19.27
21.3333333 19.39	23.6666667 23.96	26.0000000 19.27
21.4166667 19.39	23.7500000 23.83	26.0833333 19.27
21.5000000 19.39	23.8333333 23.7	26.1666667 19.14
21.5833333 19.39	23.9166667 23.45	26.2500000 18.89
21.6666667 19.39	24.0000000 23.2	26.3333333 19.01
21.7500000 19.39	24.0833333 22.82	26.4166667 19.01
21.8333333 19.27	24.1666667 22.44	26.5000000 18.89
21.9166667 19.52	24.2500000 22.06	26.5833333 18.89
22.0000000 19.39	24.3333333 21.93	26.6666667 18.89
22.0833333 19.27	24.4166667 21.55	26.7500000 18.89
22.1666667 19.52	24.5000000 21.17	26.8333333 18.63
22.2500000 19.52	24.5833333 21.04	26.9166667 18.76
22.3333333 19.52	24.6666667 20.79	27.0000000 18.76
22.4166667 19.39	24.7500000 20.53	27.0833333 18.63
22.5000000 19.9	24.8333333 20.41	27.1666667 18.63
22.5833333 20.79	24.9166667 20.28	27.2500000 18.51
22.6666667 21.55	25.0000000 20.03	27.3333333 18.51
22.7500000 22.06	25.0833333 19.9	27.4166667 18.51
22.8333333 22.44	25.1666667 19.9	27.5000000 18.51
22.9166667 22.69	25.2500000 19.77	27.5833333 18.38
23.0000000 22.94	25.3333333 19.65	27.6666667 18.38



27.7500000 18.38	30.0833333 17.62	32.4166667 17.24
27.8333333 18.38	30.1666667 17.62	32.5000000 17.24
27.9166667 18.25	30.2500000 17.62	32.5833333 17.11
28.0000000 18.38	30.3333333 17.62	32.6666667 17.11
28.0833333 18.25	30.4166667 17.49	32.7500000 17.11
28.1666667 18.25	30.5000000 17.62	32.8333333 17.24
28.2500000 18.25	30.5833333 17.62	32.9166667 17.11
28.3333333 18.25	30.6666667 17.37	33.0000000 17.11
28.4166667 18.13	30.7500000 17.37	33.0833333 17.11
28.5000000 18.13	30.8333333 17.37	33.1666667 17.11
28.5833333 18.13	30.9166667 17.49	33.2500000 17.11
28.6666667 18.13	31.0000000 17.37	33.3333333 17.11
28.7500000 18.0	31.0833333 17.37	33.4166667 16.98
28.8333333 18.0	31.1666667 17.37	33.5000000 16.98
28.9166667 18.0	31.2500000 17.37	33.5833333 17.11
29.0000000 18.0	31.3333333 17.37	33.6666667 16.98
29.0833333 18.0	31.4166667 17.37	33.7500000 16.98
29.1666667 17.87	31.5000000 17.37	33.8333333 16.98
29.2500000 18.0	31.5833333 17.24	33.9166667 16.98
29.3333333 17.87	31.6666667 17.24	34.0000000 16.98
29.4166667 17.75	31.7500000 17.37	34.0833333 16.98
29.5000000 17.87	31.8333333 17.24	34.1666667 16.98
29.5833333 17.87	31.9166667 17.24	34.2500000 16.98
29.6666667 17.87	32.0000000 17.24	34.3333333 16.98
29.7500000 17.75	32.0833333 17.24	34.4166667 16.98
29.8333333 17.75	32.1666667 17.11	34.5000000 16.98
29.9166667 17.75	32.2500000 17.24	34.5833333 16.98
30.0000000 17.75	32.3333333 17.11	34.6666667 16.86

34.7500000 16.98	37.0833333 16.6	39.4166667 16.35
34.8333333 16.98	37.1666667 16.6	39.5000000 16.35
34.9166667 16.86	37.2500000 16.6	39.5833333 16.35
35.0000000 16.86	37.3333333 16.6	39.6666667 16.35
35.0833333 16.86	37.4166667 16.48	39.7500000 16.35
35.1666667 16.86	37.5000000 16.6	39.8333333 16.22
35.2500000 16.86	37.5833333 16.48	39.9166667 16.35
35.3333333 16.86	37.6666667 16.48	40.0000000 16.22
35.4166667 16.73	37.7500000 16.6	40.0833333 16.22
35.5000000 16.86	37.8333333 16.48	40.1666667 16.22
35.5833333 16.86	37.9166667 16.48	40.2500000 16.22
35.6666667 16.73	38.0000000 16.48	40.3333333 16.35
35.7500000 16.73	38.0833333 16.48	40.4166667 16.22
35.8333333 16.73	38.1666667 16.48	40.5000000 16.22
35.9166667 16.73	38.2500000 16.35	40.5833333 16.22
36.0000000 16.73	38.3333333 16.48	40.6666667 16.22
36.0833333 16.6	38.4166667 16.48	40.7500000 16.22
36.1666667 16.6	38.5000000 16.48	40.8333333 16.22
36.2500000 16.73	38.5833333 16.48	40.9166667 16.1
36.3333333 16.6	38.6666667 16.35	41.0000000 16.1
36.4166667 16.73	38.7500000 16.35	41.0833333 16.22
36.5000000 16.6	38.8333333 16.35	41.1666667 16.22
36.5833333 16.6	38.9166667 16.35	41.2500000 16.22
36.6666667 16.6	39.0000000 16.35	41.3333333 16.22
36.7500000 16.6	39.0833333 16.35	41.4166667 16.1
36.8333333 16.6	39.1666667 16.35	41.5000000 16.22
36.9166667 16.6	39.2500000 16.35	41.5833333 16.1
37.0000000 16.6	39.3333333 16.22	41.6666667 16.22

41.7500000 16.1	44.0833333 16.1	46.4166667 16.86
41.8333333 16.22	44.1666667 15.97	46.5000000 16.86
41.9166667 16.1	44.2500000 15.97	46.5833333 16.73
42.0000000 16.1	44.3333333 15.97	46.6666667 16.73
42.0833333 16.1	44.4166667 15.97	46.7500000 16.73
42.1666667 16.1	44.5000000 15.97	46.8333333 16.73
42.2500000 16.1	44.5833333 16.1	46.9166667 16.86
42.3333333 16.1	44.6666667 16.1	47.0000000 16.86
42.4166667 16.1	44.7500000 16.22	47.0833333 16.86
42.5000000 16.1	44.8333333 16.1	47.1666667 16.98
42.5833333 16.22	44.9166667 16.22	47.2500000 16.86
42.6666667 16.1	45.0000000 16.35	47.3333333 16.98
42.7500000 16.22	45.0833333 16.35	47.4166667 16.98
42.8333333 16.1	45.1666667 16.48	47.5000000 17.11
42.9166667 16.1	45.2500000 16.48	47.5833333 17.11
43.0000000 16.1	45.3333333 16.6	47.6666667 17.11
43.0833333 16.1	45.4166667 16.73	47.7500000 17.24
43.1666667 16.1	45.5000000 16.6	47.8333333 17.11
43.2500000 15.97	45.5833333 16.73	47.9166667 17.11
43.3333333 16.1	45.6666667 16.73	48.0000000 17.24
43.4166667 16.1	45.7500000 16.86	48.0833333 17.24
43.5000000 15.97	45.8333333 16.86	48.1666667 17.11
43.5833333 15.97	45.9166667 16.86	48.2500000 17.11
43.6666667 15.97	46.0000000 16.73	48.3333333 17.24
43.7500000 16.1	46.0833333 16.86	48.4166667 17.24
43.8333333 15.97	46.1666667 16.86	48.5000000 17.24
43.9166667 16.1	46.2500000 16.73	48.5833333 17.11
44.0000000 15.97	46.3333333 16.86	48.6666667 17.37

48.7500000	17.24	51.0833333	16.35	53.4166667	16.35
48.8333333	17.24	51.1666667	16.48	53.5000000	16.35
48.9166667	17.24	51.2500000	16.48	53.5833333	16.35
49.0000000	17.24	51.3333333	16.35	53.6666667	16.35
49.0833333	17.24	51.4166667	16.48	53.7500000	16.48
49.1666667	17.24	51.5000000	16.35	53.8333333	16.35
49.2500000	17.11	51.5833333	16.48	53.9166667	16.35
49.3333333	17.11	51.6666667	16.35	54.0000000	16.48
49.4166667	17.11	51.7500000	16.48	54.0833333	16.48
49.5000000	16.86	51.8333333	16.35	54.1666667	16.35
49.5833333	16.86	51.9166667	16.35	54.2500000	16.35
49.6666667	16.86	52.0000000	16.35	54.3333333	16.48
49.7500000	16.86	52.0833333	16.35	54.4166667	16.48
49.8333333	16.86	52.1666667	16.35	54.5000000	16.48
49.9166667	16.73	52.2500000	16.35	54.5833333	16.48
50.0000000	16.73	52.3333333	16.48	54.6666667	16.35
50.0833333	16.73	52.4166667	16.48	54.7500000	16.35
50.1666667	16.73	52.5000000	16.35	54.8333333	16.48
50.2500000	16.73	52.5833333	16.35	54.9166667	16.48
50.3333333	16.73	52.6666667	16.48	55.0000000	16.48
50.4166667	16.73	52.7500000	16.35	55.0833333	16.35
50.5000000	16.73	52.8333333	16.48	55.1666667	16.35
50.5833333	16.6	52.9166667	16.48	55.2500000	16.6
50.6666667	16.6	53.0000000	16.35	55.3333333	17.24
50.7500000	16.48	53.0833333	16.35	55.4166667	17.75
50.8333333	16.6	53.1666667	16.48	55.5000000	18.25
50.9166667	16.48	53.2500000	16.35	55.5833333	18.51
51.0000000	16.48	53.3333333	16.48	55.6666667	18.76

55.7500000 18.89	58.0833333 16.73	60.4166667 15.97
55.8333333 19.01	58.1666667 16.73	60.5000000 16.1
55.9166667 19.27	58.2500000 16.73	60.5833333 16.1
56.0000000 19.27	58.3333333 16.6	60.6666667 16.1
56.0833333 19.39	58.4166667 16.6	60.7500000 16.1
56.1666667 19.52	58.5000000 16.6	60.8333333 16.1
56.2500000 19.52	58.5833333 16.48	60.9166667 16.1
56.3333333 19.52	58.6666667 16.48	61.0000000 16.1
56.4166667 19.39	58.7500000 16.48	61.0833333 16.1
56.5000000 19.27	58.8333333 16.35	61.1666667 15.97
56.5833333 19.01	58.9166667 16.35	61.2500000 15.97
56.6666667 18.76	59.0000000 16.48	61.3333333 15.97
56.7500000 18.51	59.0833333 16.35	61.4166667 15.97
56.8333333 18.38	59.1666667 16.22	61.5000000 15.97
56.9166667 18.13	59.2500000 16.35	61.5833333 15.97
57.0000000 17.87	59.3333333 16.35	61.6666667 15.97
57.0833333 17.75	59.4166667 16.35	61.7500000 15.97
57.1666667 17.62	59.5000000 16.22	61.8333333 15.97
57.2500000 17.49	59.5833333 16.22	61.9166667 15.84
57.3333333 17.37	59.6666667 16.22	62.0000000 15.84
57.4166667 17.24	59.7500000 16.22	62.0833333 15.84
57.5000000 17.11	59.8333333 16.22	62.1666667 15.84
57.5833333 16.98	59.9166667 16.22	62.2500000 15.84
57.6666667 16.86	60.0000000 16.22	62.3333333 15.72
57.7500000 16.98	60.0833333 16.22	62.4166667 15.84
57.8333333 16.86	60.1666667 16.1	62.5000000 15.72
57.9166667 16.86	60.2500000 16.1	62.5833333 15.72
58.0000000 16.73	60.3333333 16.1	62.6666667 15.72

62.7500000 15.84	65.0833333 15.46	67.4166667 15.34
62.8333333 15.72	65.1666667 15.46	67.5000000 15.34
62.9166667 15.72	65.2500000 15.34	67.5833333 15.34
63.0000000 15.72	65.3333333 15.46	67.6666667 15.21
63.0833333 15.72	65.4166667 15.34	67.7500000 15.21
63.1666667 15.72	65.5000000 15.34	67.8333333 15.34
63.2500000 15.59	65.5833333 15.34	67.9166667 15.21
63.3333333 15.59	65.6666667 15.46	68.0000000 15.34
63.4166667 15.59	65.7500000 15.34	68.0833333 15.34
63.5000000 15.59	65.8333333 15.21	68.1666667 15.34
63.5833333 15.46	65.9166667 15.46	68.2500000 15.34
63.6666667 15.59	66.0000000 15.34	68.3333333 15.21
63.7500000 15.59	66.0833333 15.34	68.4166667 15.21
63.8333333 15.59	66.1666667 15.34	68.5000000 15.21
63.9166667 15.59	66.2500000 15.46	68.5833333 15.21
64.0000000 15.46	66.3333333 15.34	68.6666667 15.34
64.0833333 15.46	66.4166667 15.34	68.7500000 15.21
64.1666667 15.46	66.5000000 15.34	68.8333333 15.21
64.2500000 15.46	66.5833333 15.34	68.9166667 15.21
64.3333333 15.46	66.6666667 15.34	69.0000000 15.34
64.4166667 15.59	66.7500000 15.34	69.0833333 15.34
64.5000000 15.46	66.8333333 15.34	69.1666667 15.21
64.5833333 15.59	66.9166667 15.34	69.2500000 15.34
64.6666667 15.46	67.0000000 15.34	69.3333333 15.34
64.7500000 15.46	67.0833333 15.34	69.4166667 15.34
64.8333333 15.46	67.1666667 15.34	69.5000000 15.46
64.9166667 15.46	67.2500000 15.34	69.5833333 15.46
65.0000000 15.46	67.3333333 15.34	69.6666667 15.59

69.7500000 15.72	72.0833333 17.24	74.4166667 18.13
69.8333333 15.84	72.1666667 17.24	74.5000000 18.25
69.9166667 15.84	72.2500000 17.37	74.5833333 18.25
70.0000000 15.97	72.3333333 17.49	74.6666667 18.13
70.0833333 16.1	72.4166667 17.62	74.7500000 18.13
70.1666667 16.1	72.5000000 17.49	74.8333333 18.0
70.2500000 16.35	72.5833333 17.62	74.9166667 18.0
70.3333333 16.35	72.6666667 17.62	75.0000000 17.87
70.4166667 16.48	72.7500000 17.62	75.0833333 17.75
70.5000000 16.48	72.8333333 17.75	75.1666667 17.75
70.5833333 16.6	72.9166667 17.75	75.2500000 17.62
70.6666667 16.6	73.0000000 17.75	75.3333333 17.49
70.7500000 16.73	73.0833333 17.87	75.4166667 17.37
70.8333333 16.73	73.1666667 17.87	75.5000000 17.24
70.9166667 16.73	73.2500000 18.0	75.5833333 17.11
71.0000000 16.86	73.3333333 18.0	75.6666667 16.98
71.0833333 16.86	73.4166667 18.0	75.7500000 16.86
71.1666667 16.86	73.5000000 18.0	75.8333333 16.86
71.2500000 16.98	73.5833333 18.13	75.9166667 16.86
71.3333333 16.86	73.6666667 18.13	76.0000000 16.73
71.4166667 16.98	73.7500000 18.13	76.0833333 16.73
71.5000000 16.98	73.8333333 18.13	76.1666667 16.6
71.5833333 16.98	73.9166667 18.13	76.2500000 16.6
71.6666667 17.11	74.0000000 18.13	76.3333333 16.48
71.7500000 17.11	74.0833333 18.13	76.4166667 16.48
71.8333333 17.24	74.1666667 18.13	76.5000000 16.48
71.9166667 17.24	74.2500000 18.13	76.5833333 16.35
72.0000000 17.24	74.3333333 18.25	76.6666667 16.22

76.7500000	16.35	77.9166667	15.84	79.0833333	15.72
76.8333333	16.22	78.0000000	15.84	79.1666667	15.46
76.9166667	16.1	78.0833333	15.84	79.2500000	15.59
77.0000000	16.22	78.1666667	15.72	79.3333333	15.59
77.0833333	16.1	78.2500000	15.72	79.4166667	15.59
77.1666667	15.97	78.3333333	15.72	79.5000000	15.46
77.2500000	15.97	78.4166667	15.72	79.5833333	15.59
77.3333333	15.97	78.5000000	15.72	79.6666667	15.46
77.4166667	15.97	78.5833333	15.72	79.7500000	15.46
77.5000000	15.97	78.6666667	15.72	79.8333333	15.34
77.5833333	15.84	78.7500000	15.59	79.9166667	15.46
77.6666667	15.84	78.8333333	15.59	80.0000000	15.46
77.7500000	15.84	78.9166667	15.59		
77.8333333	15.84	79.0000000	15.59		
<b><u>Temperatura salida</u></b>		0.9166667	20.15	2.0833333	20.15
<b><u>caliente experimental</u></b>		1.0000000	19.77	2.1666667	20.66
<b><u>validación (Ti):</u></b>		1.0833333	20.15	2.2500000	20.91
TIEMPO VALOR		1.1666667	20.28	2.3333333	20.15
0.0000000	20.15	1.2500000	20.15	2.4166667	20.53
0.0833333	19.65	1.3333333	20.28	2.5000000	20.79
0.1666667	19.77	1.4166667	20.15	2.5833333	20.28
0.2500000	19.9	1.5000000	20.28	2.6666667	20.41
0.3333333	20.03	1.5833333	20.28	2.7500000	20.28
0.4166667	20.15	1.6666667	20.28	2.8333333	20.53
0.5000000	20.15	1.7500000	19.65	2.9166667	20.79
0.5833333	19.9	1.8333333	20.41	3.0000000	20.41
0.6666667	19.65	1.9166667	20.15	3.0833333	20.66
0.7500000	20.03	2.0000000	20.15	3.1666667	20.53
0.8333333	20.28				



3.2500000	20.53	5.5833333	20.79	7.9166667	20.66
3.3333333	20.28	5.6666667	20.41	8.0000000	21.17
3.4166667	20.28	5.7500000	20.79	8.0833333	21.04
3.5000000	19.9	5.8333333	20.79	8.1666667	21.17
3.5833333	20.53	5.9166667	20.66	8.2500000	21.04
3.6666667	20.28	6.0000000	20.53	8.3333333	21.55
3.7500000	20.41	6.0833333	20.79	8.4166667	20.53
3.8333333	20.53	6.1666667	20.79	8.5000000	21.42
3.9166667	20.79	6.2500000	21.3	8.5833333	21.68
4.0000000	20.79	6.3333333	20.66	8.6666667	20.91
4.0833333	20.66	6.4166667	20.28	8.7500000	21.42
4.1666667	20.28	6.5000000	20.53	8.8333333	21.3
4.2500000	20.15	6.5833333	20.79	8.9166667	20.91
4.3333333	20.41	6.6666667	21.04	9.0000000	21.3
4.4166667	20.41	6.7500000	20.41	9.0833333	20.79
4.5000000	20.53	6.8333333	20.79	9.1666667	21.17
4.5833333	20.15	6.9166667	21.17	9.2500000	21.17
4.6666667	20.28	7.0000000	20.15	9.3333333	21.3
4.7500000	20.15	7.0833333	20.66	9.4166667	21.04
4.8333333	20.53	7.1666667	20.66	9.5000000	21.04
4.9166667	21.04	7.2500000	20.53	9.5833333	21.55
5.0000000	20.28	7.3333333	20.91	9.6666667	21.3
5.0833333	20.41	7.4166667	20.91	9.7500000	21.42
5.1666667	20.41	7.5000000	20.53	9.8333333	21.04
5.2500000	20.41	7.5833333	20.53	9.9166667	21.17
5.3333333	20.41	7.6666667	20.79	10.0000000	21.93
5.4166667	20.66	7.7500000	21.17	10.0833333	21.42
5.5000000	20.53	7.8333333	20.79	10.1666667	21.42

10.2500000 21.55	12.5833333 22.18	14.9166667 22.56
10.3333333 21.93	12.6666667 22.31	15.0000000 22.56
10.4166667 21.55	12.7500000 21.8	15.0833333 22.44
10.5000000 21.3	12.8333333 22.18	15.1666667 22.44
10.5833333 21.55	12.9166667 22.06	15.2500000 22.18
10.6666667 21.55	13.0000000 22.06	15.3333333 22.44
10.7500000 22.18	13.0833333 21.93	15.4166667 22.56
10.8333333 21.68	13.1666667 21.8	15.5000000 22.82
10.9166667 21.8	13.2500000 22.06	15.5833333 22.44
11.0000000 21.17	13.3333333 22.56	15.6666667 22.69
11.0833333 21.8	13.4166667 22.31	15.7500000 22.44
11.1666667 21.93	13.5000000 22.44	15.8333333 23.07
11.2500000 21.8	13.5833333 21.93	15.9166667 22.56
11.3333333 21.8	13.6666667 22.31	16.0000000 22.82
11.4166667 21.42	13.7500000 22.18	16.0833333 22.18
11.5000000 21.42	13.8333333 22.06	16.1666667 22.31
11.5833333 21.68	13.9166667 22.44	16.2500000 22.56
11.6666667 21.68	14.0000000 22.18	16.3333333 22.44
11.7500000 21.8	14.0833333 22.18	16.4166667 22.69
11.8333333 22.18	14.1666667 22.06	16.5000000 22.69
11.9166667 21.8	14.2500000 22.06	16.5833333 22.18
12.0000000 21.8	14.3333333 22.31	16.6666667 22.94
12.0833333 22.31	14.4166667 22.18	16.7500000 22.31
12.1666667 22.18	14.5000000 22.06	16.8333333 22.56
12.2500000 22.18	14.5833333 22.06	16.9166667 22.56
12.3333333 21.8	14.6666667 22.18	17.0000000 22.69
12.4166667 21.93	14.7500000 22.18	17.0833333 22.82
12.5000000 21.8	14.8333333 21.93	17.1666667 23.32

17.2500000 22.69	19.5833333 23.45	21.9166667 23.32
17.3333333 22.56	19.6666667 23.32	22.0000000 23.7
17.4166667 22.94	19.7500000 23.32	22.0833333 23.96
17.5000000 22.69	19.8333333 23.58	22.1666667 23.83
17.5833333 23.07	19.9166667 23.07	22.2500000 23.83
17.6666667 23.2	20.0000000 23.45	22.3333333 23.7
17.7500000 22.94	20.0833333 23.32	22.4166667 23.32
17.8333333 23.2	20.1666667 23.2	22.5000000 23.83
17.9166667 22.82	20.2500000 23.07	22.5833333 23.7
18.0000000 23.32	20.3333333 23.07	22.6666667 23.45
18.0833333 22.94	20.4166667 23.45	22.7500000 23.45
18.1666667 23.07	20.5000000 22.94	22.8333333 23.45
18.2500000 23.07	20.5833333 23.32	22.9166667 22.94
18.3333333 23.45	20.6666667 23.32	23.0000000 22.82
18.4166667 23.2	20.7500000 23.32	23.0833333 22.69
18.5000000 23.2	20.8333333 23.58	23.1666667 22.56
18.5833333 23.45	20.9166667 23.45	23.2500000 22.44
18.6666667 23.58	21.0000000 23.45	23.3333333 21.93
18.7500000 23.2	21.0833333 23.7	23.4166667 22.18
18.8333333 23.32	21.1666667 23.58	23.5000000 22.18
18.9166667 23.2	21.2500000 23.58	23.5833333 21.68
19.0000000 23.32	21.3333333 23.45	23.6666667 21.42
19.0833333 22.69	21.4166667 23.83	23.7500000 21.55
19.1666667 22.82	21.5000000 23.58	23.8333333 21.17
19.2500000 23.2	21.5833333 23.32	23.9166667 21.17
19.3333333 23.45	21.6666667 23.7	24.0000000 21.04
19.4166667 22.82	21.7500000 23.32	24.0833333 21.04
19.5000000 23.2	21.8333333 23.2	24.1666667 21.55

24.2500000	21.3	26.5833333	20.15	28.9166667	19.27
24.3333333	21.17	26.6666667	19.9	29.0000000	19.14
24.4166667	20.53	26.7500000	20.28	29.0833333	19.39
24.5000000	20.66	26.8333333	20.15	29.1666667	18.76
24.5833333	20.53	26.9166667	20.03	29.2500000	19.27
24.6666667	20.91	27.0000000	19.77	29.3333333	19.77
24.7500000	20.91	27.0833333	20.15	29.4166667	19.14
24.8333333	20.79	27.1666667	20.03	29.5000000	19.14
24.9166667	20.28	27.2500000	19.77	29.5833333	19.39
25.0000000	20.53	27.3333333	19.77	29.6666667	19.27
25.0833333	20.91	27.4166667	19.77	29.7500000	19.14
25.1666667	20.28	27.5000000	19.27	29.8333333	19.14
25.2500000	20.41	27.5833333	19.65	29.9166667	19.14
25.3333333	20.91	27.6666667	19.9	30.0000000	19.01
25.4166667	20.15	27.7500000	19.77	30.0833333	18.63
25.5000000	20.03	27.8333333	19.52	30.1666667	19.14
25.5833333	20.53	27.9166667	19.39	30.2500000	19.52
25.6666667	20.41	28.0000000	19.65	30.3333333	18.63
25.7500000	20.53	28.0833333	19.39	30.4166667	18.89
25.8333333	20.28	28.1666667	19.52	30.5000000	19.27
25.9166667	20.53	28.2500000	19.52	30.5833333	19.52
26.0000000	20.53	28.3333333	19.9	30.6666667	19.14
26.0833333	20.41	28.4166667	19.52	30.7500000	19.27
26.1666667	20.03	28.5000000	19.52	30.8333333	19.14
26.2500000	20.03	28.5833333	19.39	30.9166667	19.27
26.3333333	20.15	28.6666667	19.52	31.0000000	19.01
26.4166667	20.15	28.7500000	19.39	31.0833333	18.89
26.5000000	20.03	28.8333333	19.65	31.1666667	19.01

31.2500000 18.89	33.5833333 19.27	35.9166667 18.38
31.3333333 19.14	33.6666667 18.51	36.0000000 18.38
31.4166667 18.51	33.7500000 18.13	36.0833333 18.25
31.5000000 18.76	33.8333333 18.89	36.1666667 18.38
31.5833333 18.89	33.9166667 18.76	36.2500000 18.63
31.6666667 19.01	34.0000000 18.63	36.3333333 18.63
31.7500000 18.76	34.0833333 18.63	36.4166667 18.76
31.8333333 19.39	34.1666667 18.51	36.5000000 18.25
31.9166667 18.76	34.2500000 18.76	36.5833333 18.63
32.0000000 19.14	34.3333333 18.89	36.6666667 18.63
32.0833333 18.76	34.4166667 18.89	36.7500000 18.25
32.1666667 18.89	34.5000000 18.25	36.8333333 18.51
32.2500000 19.01	34.5833333 18.38	36.9166667 18.63
32.3333333 19.27	34.6666667 18.38	37.0000000 18.25
32.4166667 19.01	34.7500000 18.76	37.0833333 18.25
32.5000000 18.63	34.8333333 18.63	37.1666667 18.51
32.5833333 19.01	34.9166667 18.51	37.2500000 18.38
32.6666667 18.89	35.0000000 18.51	37.3333333 18.63
32.7500000 18.38	35.0833333 18.38	37.4166667 18.76
32.8333333 18.51	35.1666667 18.63	37.5000000 18.51
32.9166667 18.63	35.2500000 18.13	37.5833333 18.51
33.0000000 19.01	35.3333333 18.38	37.6666667 18.0
33.0833333 18.76	35.4166667 18.76	37.7500000 18.51
33.1666667 18.63	35.5000000 18.51	37.8333333 18.25
33.2500000 18.63	35.5833333 18.89	37.9166667 18.38
33.3333333 18.76	35.6666667 18.38	38.0000000 18.51
33.4166667 19.27	35.7500000 18.25	38.0833333 18.13
33.5000000 18.38	35.8333333 18.38	38.1666667 18.25

38.2500000 18.25	40.5833333 18.25	42.9166667 18.51
38.3333333 18.13	40.6666667 18.51	43.0000000 17.75
38.4166667 17.87	40.7500000 18.38	43.0833333 17.87
38.5000000 18.25	40.8333333 18.63	43.1666667 18.13
38.5833333 18.25	40.9166667 17.75	43.2500000 18.25
38.6666667 18.51	41.0000000 18.38	43.3333333 17.87
38.7500000 18.51	41.0833333 17.75	43.4166667 17.75
38.8333333 18.25	41.1666667 17.87	43.5000000 18.38
38.9166667 18.13	41.2500000 18.13	43.5833333 17.87
39.0000000 18.38	41.3333333 18.0	43.6666667 18.13
39.0833333 18.38	41.4166667 18.13	43.7500000 18.51
39.1666667 18.63	41.5000000 18.51	43.8333333 17.49
39.2500000 17.87	41.5833333 17.87	43.9166667 17.87
39.3333333 18.0	41.6666667 18.0	44.0000000 17.62
39.4166667 18.25	41.7500000 18.0	44.0833333 18.0
39.5000000 18.13	41.8333333 18.0	44.1666667 17.87
39.5833333 18.38	41.9166667 18.13	44.2500000 17.87
39.6666667 18.25	42.0000000 18.25	44.3333333 17.75
39.7500000 18.38	42.0833333 18.25	44.4166667 17.62
39.8333333 17.87	42.1666667 18.0	44.5000000 18.13
39.9166667 18.25	42.2500000 17.87	44.5833333 18.63
40.0000000 18.38	42.3333333 18.0	44.6666667 18.13
40.0833333 18.13	42.4166667 18.25	44.7500000 18.13
40.1666667 18.25	42.5000000 17.87	44.8333333 18.13
40.2500000 18.13	42.5833333 18.0	44.9166667 18.13
40.3333333 18.0	42.6666667 17.87	45.0000000 18.25
40.4166667 18.51	42.7500000 18.13	45.0833333 19.01
40.5000000 17.87	42.8333333 18.0	45.1666667 18.51

45.2500000 18.13	47.5833333 19.01	49.9166667 19.27
45.3333333 18.63	47.6666667 19.01	50.0000000 19.01
45.4166667 18.63	47.7500000 18.38	50.0833333 19.39
45.5000000 18.38	47.8333333 19.14	50.1666667 19.14
45.5833333 18.51	47.9166667 19.14	50.2500000 19.01
45.6666667 18.51	48.0000000 18.51	50.3333333 19.65
45.7500000 18.63	48.0833333 18.89	50.4166667 19.27
45.8333333 18.38	48.1666667 19.14	50.5000000 19.39
45.9166667 18.76	48.2500000 19.27	50.5833333 19.65
46.0000000 18.76	48.3333333 18.38	50.6666667 19.65
46.0833333 18.51	48.4166667 19.01	50.7500000 19.39
46.1666667 19.01	48.5000000 19.14	50.8333333 19.77
46.2500000 18.38	48.5833333 19.01	50.9166667 19.39
46.3333333 18.63	48.6666667 19.14	51.0000000 19.39
46.4166667 19.14	48.7500000 19.39	51.0833333 19.52
46.5000000 18.63	48.8333333 18.89	51.1666667 19.27
46.5833333 18.38	48.9166667 19.01	51.2500000 19.39
46.6666667 18.76	49.0000000 18.89	51.3333333 19.77
46.7500000 18.63	49.0833333 19.27	51.4166667 19.39
46.8333333 18.76	49.1666667 19.14	51.5000000 19.65
46.9166667 18.89	49.2500000 19.14	51.5833333 19.9
47.0000000 18.63	49.3333333 19.27	51.6666667 19.39
47.0833333 18.51	49.4166667 19.27	51.7500000 19.52
47.1666667 18.63	49.5000000 19.14	51.8333333 20.03
47.2500000 18.51	49.5833333 19.27	51.9166667 20.41
47.3333333 19.14	49.6666667 19.52	52.0000000 19.65
47.4166667 18.89	49.7500000 18.89	52.0833333 19.52
47.5000000 19.27	49.8333333 19.39	52.1666667 19.9

52.2500000 19.77	54.5833333 20.53	56.9166667 19.01
52.3333333 19.77	54.6666667 20.53	57.0000000 19.14
52.4166667 19.52	54.7500000 20.41	57.0833333 18.63
52.5000000 20.15	54.8333333 20.15	57.1666667 18.63
52.5833333 19.65	54.9166667 20.53	57.2500000 18.76
52.6666667 20.03	55.0000000 20.79	57.3333333 18.51
52.7500000 20.03	55.0833333 20.79	57.4166667 18.89
52.8333333 20.28	55.1666667 20.41	57.5000000 18.51
52.9166667 19.65	55.2500000 21.04	57.5833333 18.13
53.0000000 20.15	55.3333333 20.66	57.6666667 18.63
53.0833333 19.77	55.4166667 20.79	57.7500000 18.63
53.1666667 19.65	55.5000000 20.41	57.8333333 18.51
53.2500000 20.28	55.5833333 20.53	57.9166667 18.51
53.3333333 19.77	55.6666667 20.41	58.0000000 18.63
53.4166667 20.15	55.7500000 20.28	58.0833333 18.51
53.5000000 19.9	55.8333333 19.77	58.1666667 18.51
53.5833333 19.9	55.9166667 19.77	58.2500000 18.76
53.6666667 20.15	56.0000000 19.65	58.3333333 18.38
53.7500000 19.9	56.0833333 19.65	58.4166667 18.76
53.8333333 20.66	56.1666667 19.9	58.5000000 18.51
53.9166667 20.15	56.2500000 19.77	58.5833333 18.51
54.0000000 20.03	56.3333333 19.14	58.6666667 18.25
54.0833333 20.28	56.4166667 18.63	58.7500000 18.51
54.1666667 20.41	56.5000000 18.51	58.8333333 18.38
54.2500000 20.41	56.5833333 19.39	58.9166667 18.51
54.3333333 20.53	56.6666667 18.51	59.0000000 18.51
54.4166667 20.91	56.7500000 19.27	59.0833333 18.63
54.5000000 20.41	56.8333333 19.01	59.1666667 18.25



59.2500000 18.13	61.5833333 18.13	63.9166667 17.62
59.3333333 18.38	61.6666667 17.87	64.0000000 17.49
59.4166667 18.0	61.7500000 17.75	64.0833333 17.75
59.5000000 18.13	61.8333333 17.87	64.1666667 17.49
59.5833333 18.38	61.9166667 17.49	64.2500000 17.49
59.6666667 18.13	62.0000000 18.0	64.3333333 17.49
59.7500000 18.13	62.0833333 17.75	64.4166667 17.87
59.8333333 18.13	62.1666667 17.87	64.5000000 17.75
59.9166667 18.13	62.2500000 17.75	64.5833333 17.62
60.0000000 18.25	62.3333333 18.25	64.6666667 17.24
60.0833333 18.38	62.4166667 17.87	64.7500000 18.13
60.1666667 18.13	62.5000000 18.0	64.8333333 17.37
60.2500000 17.87	62.5833333 17.87	64.9166667 17.49
60.3333333 18.63	62.6666667 17.75	65.0000000 17.24
60.4166667 18.25	62.7500000 17.62	65.0833333 17.87
60.5000000 18.51	62.8333333 18.0	65.1666667 17.87
60.5833333 18.13	62.9166667 18.13	65.2500000 17.62
60.6666667 18.51	63.0000000 17.87	65.3333333 17.75
60.7500000 18.25	63.0833333 18.13	65.4166667 17.75
60.8333333 18.51	63.1666667 17.87	65.5000000 17.49
60.9166667 18.25	63.2500000 18.13	65.5833333 17.49
61.0000000 18.25	63.3333333 17.75	65.6666667 17.87
61.0833333 18.13	63.4166667 17.37	65.7500000 17.24
61.1666667 17.87	63.5000000 18.0	65.8333333 17.75
61.2500000 18.38	63.5833333 17.62	65.9166667 17.37
61.3333333 18.0	63.6666667 17.62	66.0000000 17.49
61.4166667 17.87	63.7500000 17.87	66.0833333 17.49
61.5000000 17.87	63.8333333 17.49	66.1666667 17.62

66.2500000 17.62	68.5833333 17.62	70.9166667 18.25
66.3333333 17.24	68.6666667 17.75	71.0000000 18.13
66.4166667 17.62	68.7500000 17.75	71.0833333 18.89
66.5000000 17.62	68.8333333 17.49	71.1666667 18.76
66.5833333 17.75	68.9166667 17.62	71.2500000 18.25
66.6666667 17.75	69.0000000 17.87	71.3333333 18.51
66.7500000 17.75	69.0833333 17.49	71.4166667 18.51
66.8333333 17.49	69.1666667 17.24	71.5000000 18.63
66.9166667 17.62	69.2500000 17.37	71.5833333 18.51
67.0000000 17.24	69.3333333 17.75	71.6666667 18.89
67.0833333 17.75	69.4166667 17.62	71.7500000 18.89
67.1666667 17.62	69.5000000 18.13	71.8333333 18.89
67.2500000 17.62	69.5833333 18.25	71.9166667 18.63
67.3333333 17.87	69.6666667 18.13	72.0000000 18.76
67.4166667 17.37	69.7500000 18.25	72.0833333 18.89
67.5000000 17.11	69.8333333 18.25	72.1666667 19.01
67.5833333 17.37	69.9166667 18.38	72.2500000 19.01
67.6666667 17.49	70.0000000 18.25	72.3333333 18.76
67.7500000 17.75	70.0833333 18.38	72.4166667 19.01
67.8333333 17.24	70.1666667 18.38	72.5000000 18.76
67.9166667 17.62	70.2500000 18.38	72.5833333 18.76
68.0000000 17.75	70.3333333 18.13	72.6666667 18.89
68.0833333 17.49	70.4166667 18.25	72.7500000 18.51
68.1666667 17.49	70.5000000 18.13	72.8333333 19.14
68.2500000 17.24	70.5833333 18.51	72.9166667 19.39
68.3333333 17.49	70.6666667 18.38	73.0000000 19.14
68.4166667 17.75	70.7500000 18.25	73.0833333 19.01
68.5000000 17.37	70.8333333 18.63	73.1666667 18.63

73.2500000 19.01	75.5833333 18.38	77.9166667 18.25
73.3333333 19.39	75.6666667 18.38	78.0000000 18.13
73.4166667 18.89	75.7500000 18.0	78.0833333 17.87
73.5000000 19.01	75.8333333 18.25	78.1666667 18.0
73.5833333 19.39	75.9166667 18.13	78.2500000 17.87
73.6666667 19.01	76.0000000 18.25	78.3333333 17.62
73.7500000 18.89	76.0833333 18.25	78.4166667 17.75
73.8333333 19.27	76.1666667 18.13	78.5000000 17.62
73.9166667 18.89	76.2500000 18.13	78.5833333 17.37
74.0000000 19.27	76.3333333 18.0	78.6666667 17.62
74.0833333 19.39	76.4166667 18.13	78.7500000 17.87
74.1666667 19.14	76.5000000 17.75	78.8333333 17.62
74.2500000 19.27	76.5833333 18.25	78.9166667 17.62
74.3333333 18.89	76.6666667 18.13	79.0000000 17.62
74.4166667 19.39	76.7500000 18.25	79.0833333 18.13
74.5000000 19.01	76.8333333 18.25	79.1666667 17.37
74.5833333 19.52	76.9166667 18.25	79.2500000 17.75
74.6666667 18.63	77.0000000 18.13	79.3333333 17.49
74.7500000 18.89	77.0833333 18.38	79.4166667 17.37
74.8333333 18.63	77.1666667 17.75	79.5000000 17.87
74.9166667 18.51	77.2500000 17.62	79.5833333 17.37
75.0000000 18.13	77.3333333 17.37	79.6666667 17.62
75.0833333 18.63	77.4166667 18.25	79.7500000 17.87
75.1666667 18.38	77.5000000 18.38	79.8333333 17.37
75.2500000 18.76	77.5833333 18.0	79.9166667 17.62
75.3333333 18.25	77.6666667 18.38	80.0000000 17.37
75.4166667 18.38	77.7500000 18.0	
75.5000000 18.25	77.8333333 18.0	

<u>Temperatura salida</u>					
<u>frio experimental</u>					
<u>validación (T4):</u>					
TIEMPO	VALOR				
0.000000	18.63	2.0833333	20.03	4.4166667	20.41
0.0833333	18.63	2.1666667	20.03	4.5000000	20.53
0.1666667	18.63	2.2500000	20.15	4.5833333	20.53
0.2500000	18.89	2.3333333	20.28	4.6666667	20.53
0.3333333	18.89	2.4166667	20.28	4.7500000	20.41
0.4166667	19.01	2.5000000	20.28	4.8333333	20.41
0.5000000	19.01	2.5833333	20.28	4.9166667	20.41
0.5833333	19.14	2.6666667	20.41	5.0000000	20.41
0.6666667	19.01	2.7500000	20.53	5.0833333	20.53
0.7500000	19.14	2.8333333	20.41	5.1666667	20.53
0.8333333	19.27	2.9166667	20.41	5.2500000	20.53
0.9166667	19.27	3.0000000	20.41	5.3333333	20.53
1.0000000	19.27	3.0833333	20.41	5.4166667	20.53
1.0833333	19.39	3.1666667	20.41	5.5000000	20.41
1.1666667	19.39	3.2500000	20.53	5.5833333	20.53
1.2500000	19.52	3.3333333	20.41	5.6666667	20.66
1.3333333	19.52	3.4166667	20.41	5.7500000	20.66
1.4166667	19.52	3.5000000	20.53	5.8333333	20.79
1.5000000	19.65	3.5833333	20.41	5.9166667	20.91
1.5833333	19.65	3.6666667	20.53	6.0000000	21.04
1.6666667	19.77	3.7500000	20.41	6.0833333	21.3
1.7500000	19.9	3.8333333	20.41	6.1666667	21.3
1.8333333	19.9	3.9166667	20.53	6.2500000	21.55
1.9166667	19.9	4.0000000	20.53	6.3333333	21.55
2.0000000	19.9	4.0833333	20.41	6.4166667	21.55
		4.1666667	20.41	6.5000000	21.42
		4.2500000	20.53	6.5833333	21.42
		4.3333333	20.53	6.6666667	21.3

6.7500000	21.17	9.0833333	19.14	11.4166667	19.01
6.8333333	21.04	9.1666667	19.14	11.5000000	18.89
6.9166667	20.79	9.2500000	19.27	11.5833333	18.89
7.0000000	20.53	9.3333333	19.14	11.6666667	18.89
7.0833333	20.41	9.4166667	19.01	11.7500000	18.89
7.1666667	20.15	9.5000000	19.14	11.8333333	18.89
7.2500000	20.03	9.5833333	19.14	11.9166667	18.76
7.3333333	19.9	9.6666667	19.01	12.0000000	18.89
7.4166667	19.77	9.7500000	19.01	12.0833333	18.89
7.5000000	19.65	9.8333333	19.14	12.1666667	18.89
7.5833333	19.65	9.9166667	19.14	12.2500000	18.89
7.6666667	19.52	10.0000000	19.14	12.3333333	18.89
7.7500000	19.52	10.0833333	19.01	12.4166667	18.89
7.8333333	19.52	10.1666667	19.01	12.5000000	18.89
7.9166667	19.39	10.2500000	19.14	12.5833333	18.76
8.0000000	19.39	10.3333333	19.01	12.6666667	18.89
8.0833333	19.39	10.4166667	19.01	12.7500000	18.89
8.1666667	19.39	10.5000000	19.01	12.8333333	18.89
8.2500000	19.39	10.5833333	18.89	12.9166667	18.89
8.3333333	19.27	10.6666667	19.01	13.0000000	18.89
8.4166667	19.27	10.7500000	18.89	13.0833333	18.76
8.5000000	19.27	10.8333333	18.89	13.1666667	18.89
8.5833333	19.27	10.9166667	18.89	13.2500000	18.76
8.6666667	19.14	11.0000000	18.89	13.3333333	18.89
8.7500000	19.27	11.0833333	18.89	13.4166667	18.76
8.8333333	19.14	11.1666667	18.89	13.5000000	18.76
8.9166667	19.14	11.2500000	19.01	13.5833333	18.76
9.0000000	19.14	11.3333333	19.01	13.6666667	18.89

13.7500000 18.76	16.0833333 18.89	18.4166667 19.14
13.8333333 18.89	16.1666667 19.01	18.5000000 19.01
13.9166667 18.89	16.2500000 18.89	18.5833333 19.14
14.0000000 18.76	16.3333333 18.89	18.6666667 19.14
14.0833333 18.76	16.4166667 18.89	18.7500000 19.14
14.1666667 18.89	16.5000000 18.89	18.8333333 19.14
14.2500000 18.89	16.5833333 18.89	18.9166667 19.14
14.3333333 18.89	16.6666667 18.89	19.0000000 19.01
14.4166667 18.89	16.7500000 19.01	19.0833333 19.14
14.5000000 18.89	16.8333333 18.89	19.1666667 19.14
14.5833333 18.89	16.9166667 19.01	19.2500000 19.14
14.6666667 18.76	17.0000000 19.01	19.3333333 19.14
14.7500000 18.89	17.0833333 18.89	19.4166667 19.14
14.8333333 18.89	17.1666667 19.01	19.5000000 19.14
14.9166667 18.76	17.2500000 18.89	19.5833333 19.14
15.0000000 19.01	17.3333333 18.89	19.6666667 19.27
15.0833333 18.76	17.4166667 19.01	19.7500000 19.14
15.1666667 18.89	17.5000000 19.01	19.8333333 19.27
15.2500000 18.76	17.5833333 19.14	19.9166667 19.14
15.3333333 18.89	17.6666667 19.01	20.0000000 19.14
15.4166667 18.89	17.7500000 19.01	20.0833333 19.14
15.5000000 18.89	17.8333333 19.14	20.1666667 19.27
15.5833333 18.89	17.9166667 19.14	20.2500000 19.27
15.6666667 18.89	18.0000000 19.01	20.3333333 19.27
15.7500000 18.89	18.0833333 19.14	20.4166667 19.27
15.8333333 18.76	18.1666667 19.14	20.5000000 19.27
15.9166667 19.01	18.2500000 19.14	20.5833333 19.27
16.0000000 18.89	18.3333333 19.01	20.6666667 19.27

20.7500000 19.27	23.0833333 23.2	25.4166667 19.65
20.8333333 19.39	23.1666667 23.32	25.5000000 19.52
20.9166667 19.27	23.2500000 23.45	25.5833333 19.39
21.0000000 19.27	23.3333333 23.58	25.6666667 19.39
21.0833333 19.39	23.4166667 23.7	25.7500000 19.39
21.1666667 19.39	23.5000000 23.83	25.8333333 19.27
21.2500000 19.39	23.5833333 23.96	25.9166667 19.27
21.3333333 19.39	23.6666667 23.96	26.0000000 19.27
21.4166667 19.39	23.7500000 23.83	26.0833333 19.27
21.5000000 19.39	23.8333333 23.7	26.1666667 19.14
21.5833333 19.39	23.9166667 23.45	26.2500000 18.89
21.6666667 19.39	24.0000000 23.2	26.3333333 19.01
21.7500000 19.39	24.0833333 22.82	26.4166667 19.01
21.8333333 19.27	24.1666667 22.44	26.5000000 18.89
21.9166667 19.52	24.2500000 22.06	26.5833333 18.89
22.0000000 19.39	24.3333333 21.93	26.6666667 18.89
22.0833333 19.27	24.4166667 21.55	26.7500000 18.89
22.1666667 19.52	24.5000000 21.17	26.8333333 18.63
22.2500000 19.52	24.5833333 21.04	26.9166667 18.76
22.3333333 19.52	24.6666667 20.79	27.0000000 18.76
22.4166667 19.39	24.7500000 20.53	27.0833333 18.63
22.5000000 19.9	24.8333333 20.41	27.1666667 18.63
22.5833333 20.79	24.9166667 20.28	27.2500000 18.51
22.6666667 21.55	25.0000000 20.03	27.3333333 18.51
22.7500000 22.06	25.0833333 19.9	27.4166667 18.51
22.8333333 22.44	25.1666667 19.9	27.5000000 18.51
22.9166667 22.69	25.2500000 19.77	27.5833333 18.38
23.0000000 22.94	25.3333333 19.65	27.6666667 18.38

27.7500000 18.38	30.0833333 17.62	32.4166667 17.24
27.8333333 18.38	30.1666667 17.62	32.5000000 17.24
27.9166667 18.25	30.2500000 17.62	32.5833333 17.11
28.0000000 18.38	30.3333333 17.62	32.6666667 17.11
28.0833333 18.25	30.4166667 17.49	32.7500000 17.11
28.1666667 18.25	30.5000000 17.62	32.8333333 17.24
28.2500000 18.25	30.5833333 17.62	32.9166667 17.11
28.3333333 18.25	30.6666667 17.37	33.0000000 17.11
28.4166667 18.13	30.7500000 17.37	33.0833333 17.11
28.5000000 18.13	30.8333333 17.37	33.1666667 17.11
28.5833333 18.13	30.9166667 17.49	33.2500000 17.11
28.6666667 18.13	31.0000000 17.37	33.3333333 17.11
28.7500000 18.0	31.0833333 17.37	33.4166667 16.98
28.8333333 18.0	31.1666667 17.37	33.5000000 16.98
28.9166667 18.0	31.2500000 17.37	33.5833333 17.11
29.0000000 18.0	31.3333333 17.37	33.6666667 16.98
29.0833333 18.0	31.4166667 17.37	33.7500000 16.98
29.1666667 17.87	31.5000000 17.37	33.8333333 16.98
29.2500000 18.0	31.5833333 17.24	33.9166667 16.98
29.3333333 17.87	31.6666667 17.24	34.0000000 16.98
29.4166667 17.75	31.7500000 17.37	34.0833333 16.98
29.5000000 17.87	31.8333333 17.24	34.1666667 16.98
29.5833333 17.87	31.9166667 17.24	34.2500000 16.98
29.6666667 17.87	32.0000000 17.24	34.3333333 16.98
29.7500000 17.75	32.0833333 17.24	34.4166667 16.98
29.8333333 17.75	32.1666667 17.11	34.5000000 16.98
29.9166667 17.75	32.2500000 17.24	34.5833333 16.98
30.0000000 17.75	32.3333333 17.11	34.6666667 16.86



34.7500000 16.98	37.0833333 16.6	39.4166667 16.35
34.8333333 16.98	37.1666667 16.6	39.5000000 16.35
34.9166667 16.86	37.2500000 16.6	39.5833333 16.35
35.0000000 16.86	37.3333333 16.6	39.6666667 16.35
35.0833333 16.86	37.4166667 16.48	39.7500000 16.35
35.1666667 16.86	37.5000000 16.6	39.8333333 16.22
35.2500000 16.86	37.5833333 16.48	39.9166667 16.35
35.3333333 16.86	37.6666667 16.48	40.0000000 16.22
35.4166667 16.73	37.7500000 16.6	40.0833333 16.22
35.5000000 16.86	37.8333333 16.48	40.1666667 16.22
35.5833333 16.86	37.9166667 16.48	40.2500000 16.22
35.6666667 16.73	38.0000000 16.48	40.3333333 16.35
35.7500000 16.73	38.0833333 16.48	40.4166667 16.22
35.8333333 16.73	38.1666667 16.48	40.5000000 16.22
35.9166667 16.73	38.2500000 16.35	40.5833333 16.22
36.0000000 16.73	38.3333333 16.48	40.6666667 16.22
36.0833333 16.6	38.4166667 16.48	40.7500000 16.22
36.1666667 16.6	38.5000000 16.48	40.8333333 16.22
36.2500000 16.73	38.5833333 16.48	40.9166667 16.1
36.3333333 16.6	38.6666667 16.35	41.0000000 16.1
36.4166667 16.73	38.7500000 16.35	41.0833333 16.22
36.5000000 16.6	38.8333333 16.35	41.1666667 16.22
36.5833333 16.6	38.9166667 16.35	41.2500000 16.22
36.6666667 16.6	39.0000000 16.35	41.3333333 16.22
36.7500000 16.6	39.0833333 16.35	41.4166667 16.1
36.8333333 16.6	39.1666667 16.35	41.5000000 16.22
36.9166667 16.6	39.2500000 16.35	41.5833333 16.1
37.0000000 16.6	39.3333333 16.22	41.6666667 16.22

41.7500000 16.1	44.0833333 16.1	46.4166667 16.86
41.8333333 16.22	44.1666667 15.97	46.5000000 16.86
41.9166667 16.1	44.2500000 15.97	46.5833333 16.73
42.0000000 16.1	44.3333333 15.97	46.6666667 16.73
42.0833333 16.1	44.4166667 15.97	46.7500000 16.73
42.1666667 16.1	44.5000000 15.97	46.8333333 16.73
42.2500000 16.1	44.5833333 16.1	46.9166667 16.86
42.3333333 16.1	44.6666667 16.1	47.0000000 16.86
42.4166667 16.1	44.7500000 16.22	47.0833333 16.86
42.5000000 16.1	44.8333333 16.1	47.1666667 16.98
42.5833333 16.22	44.9166667 16.22	47.2500000 16.86
42.6666667 16.1	45.0000000 16.35	47.3333333 16.98
42.7500000 16.22	45.0833333 16.35	47.4166667 16.98
42.8333333 16.1	45.1666667 16.48	47.5000000 17.11
42.9166667 16.1	45.2500000 16.48	47.5833333 17.11
43.0000000 16.1	45.3333333 16.6	47.6666667 17.11
43.0833333 16.1	45.4166667 16.73	47.7500000 17.24
43.1666667 16.1	45.5000000 16.6	47.8333333 17.11
43.2500000 15.97	45.5833333 16.73	47.9166667 17.11
43.3333333 16.1	45.6666667 16.73	48.0000000 17.24
43.4166667 16.1	45.7500000 16.86	48.0833333 17.24
43.5000000 15.97	45.8333333 16.86	48.1666667 17.11
43.5833333 15.97	45.9166667 16.86	48.2500000 17.11
43.6666667 15.97	46.0000000 16.73	48.3333333 17.24
43.7500000 16.1	46.0833333 16.86	48.4166667 17.24
43.8333333 15.97	46.1666667 16.86	48.5000000 17.24
43.9166667 16.1	46.2500000 16.73	48.5833333 17.11
44.0000000 15.97	46.3333333 16.86	48.6666667 17.37

48.7500000 17.24	51.0833333 16.35	53.4166667 16.35
48.8333333 17.24	51.1666667 16.48	53.5000000 16.35
48.9166667 17.24	51.2500000 16.48	53.5833333 16.35
49.0000000 17.24	51.3333333 16.35	53.6666667 16.35
49.0833333 17.24	51.4166667 16.48	53.7500000 16.48
49.1666667 17.24	51.5000000 16.35	53.8333333 16.35
49.2500000 17.11	51.5833333 16.48	53.9166667 16.35
49.3333333 17.11	51.6666667 16.35	54.0000000 16.48
49.4166667 17.11	51.7500000 16.48	54.0833333 16.48
49.5000000 16.86	51.8333333 16.35	54.1666667 16.35
49.5833333 16.86	51.9166667 16.35	54.2500000 16.35
49.6666667 16.86	52.0000000 16.35	54.3333333 16.48
49.7500000 16.86	52.0833333 16.35	54.4166667 16.48
49.8333333 16.86	52.1666667 16.35	54.5000000 16.48
49.9166667 16.73	52.2500000 16.35	54.5833333 16.48
50.0000000 16.73	52.3333333 16.48	54.6666667 16.35
50.0833333 16.73	52.4166667 16.48	54.7500000 16.35
50.1666667 16.73	52.5000000 16.35	54.8333333 16.48
50.2500000 16.73	52.5833333 16.35	54.9166667 16.48
50.3333333 16.73	52.6666667 16.48	55.0000000 16.48
50.4166667 16.73	52.7500000 16.35	55.0833333 16.35
50.5000000 16.73	52.8333333 16.48	55.1666667 16.35
50.5833333 16.6	52.9166667 16.48	55.2500000 16.6
50.6666667 16.6	53.0000000 16.35	55.3333333 17.24
50.7500000 16.48	53.0833333 16.35	55.4166667 17.75
50.8333333 16.6	53.1666667 16.48	55.5000000 18.25
50.9166667 16.48	53.2500000 16.35	55.5833333 18.51
51.0000000 16.48	53.3333333 16.48	55.6666667 18.76

55.7500000 18.89	58.0833333 16.73	60.4166667 15.97
55.8333333 19.01	58.1666667 16.73	60.5000000 16.1
55.9166667 19.27	58.2500000 16.73	60.5833333 16.1
56.0000000 19.27	58.3333333 16.6	60.6666667 16.1
56.0833333 19.39	58.4166667 16.6	60.7500000 16.1
56.1666667 19.52	58.5000000 16.6	60.8333333 16.1
56.2500000 19.52	58.5833333 16.48	60.9166667 16.1
56.3333333 19.52	58.6666667 16.48	61.0000000 16.1
56.4166667 19.39	58.7500000 16.48	61.0833333 16.1
56.5000000 19.27	58.8333333 16.35	61.1666667 15.97
56.5833333 19.01	58.9166667 16.35	61.2500000 15.97
56.6666667 18.76	59.0000000 16.48	61.3333333 15.97
56.7500000 18.51	59.0833333 16.35	61.4166667 15.97
56.8333333 18.38	59.1666667 16.22	61.5000000 15.97
56.9166667 18.13	59.2500000 16.35	61.5833333 15.97
57.0000000 17.87	59.3333333 16.35	61.6666667 15.97
57.0833333 17.75	59.4166667 16.35	61.7500000 15.97
57.1666667 17.62	59.5000000 16.22	61.8333333 15.97
57.2500000 17.49	59.5833333 16.22	61.9166667 15.84
57.3333333 17.37	59.6666667 16.22	62.0000000 15.84
57.4166667 17.24	59.7500000 16.22	62.0833333 15.84
57.5000000 17.11	59.8333333 16.22	62.1666667 15.84
57.5833333 16.98	59.9166667 16.22	62.2500000 15.84
57.6666667 16.86	60.0000000 16.22	62.3333333 15.72
57.7500000 16.98	60.0833333 16.22	62.4166667 15.84
57.8333333 16.86	60.1666667 16.1	62.5000000 15.72
57.9166667 16.86	60.2500000 16.1	62.5833333 15.72
58.0000000 16.73	60.3333333 16.1	62.6666667 15.72

62.7500000 15.84	65.0833333 15.46	67.4166667 15.34
62.8333333 15.72	65.1666667 15.46	67.5000000 15.34
62.9166667 15.72	65.2500000 15.34	67.5833333 15.34
63.0000000 15.72	65.3333333 15.46	67.6666667 15.21
63.0833333 15.72	65.4166667 15.34	67.7500000 15.21
63.1666667 15.72	65.5000000 15.34	67.8333333 15.34
63.2500000 15.59	65.5833333 15.34	67.9166667 15.21
63.3333333 15.59	65.6666667 15.46	68.0000000 15.34
63.4166667 15.59	65.7500000 15.34	68.0833333 15.34
63.5000000 15.59	65.8333333 15.21	68.1666667 15.34
63.5833333 15.46	65.9166667 15.46	68.2500000 15.34
63.6666667 15.59	66.0000000 15.34	68.3333333 15.21
63.7500000 15.59	66.0833333 15.34	68.4166667 15.21
63.8333333 15.59	66.1666667 15.34	68.5000000 15.21
63.9166667 15.59	66.2500000 15.46	68.5833333 15.21
64.0000000 15.46	66.3333333 15.34	68.6666667 15.34
64.0833333 15.46	66.4166667 15.34	68.7500000 15.21
64.1666667 15.46	66.5000000 15.34	68.8333333 15.21
64.2500000 15.46	66.5833333 15.34	68.9166667 15.21
64.3333333 15.46	66.6666667 15.34	69.0000000 15.34
64.4166667 15.59	66.7500000 15.34	69.0833333 15.34
64.5000000 15.46	66.8333333 15.34	69.1666667 15.21
64.5833333 15.59	66.9166667 15.34	69.2500000 15.34
64.6666667 15.46	67.0000000 15.34	69.3333333 15.34
64.7500000 15.46	67.0833333 15.34	69.4166667 15.34
64.8333333 15.46	67.1666667 15.34	69.5000000 15.46
64.9166667 15.46	67.2500000 15.34	69.5833333 15.46
65.0000000 15.46	67.3333333 15.34	69.6666667 15.59

69.7500000 15.72	72.0833333 17.24	74.4166667 18.13
69.8333333 15.84	72.1666667 17.24	74.5000000 18.25
69.9166667 15.84	72.2500000 17.37	74.5833333 18.25
70.0000000 15.97	72.3333333 17.49	74.6666667 18.13
70.0833333 16.1	72.4166667 17.62	74.7500000 18.13
70.1666667 16.1	72.5000000 17.49	74.8333333 18.0
70.2500000 16.35	72.5833333 17.62	74.9166667 18.0
70.3333333 16.35	72.6666667 17.62	75.0000000 17.87
70.4166667 16.48	72.7500000 17.62	75.0833333 17.75
70.5000000 16.48	72.8333333 17.75	75.1666667 17.75
70.5833333 16.6	72.9166667 17.75	75.2500000 17.62
70.6666667 16.6	73.0000000 17.75	75.3333333 17.49
70.7500000 16.73	73.0833333 17.87	75.4166667 17.37
70.8333333 16.73	73.1666667 17.87	75.5000000 17.24
70.9166667 16.73	73.2500000 18.0	75.5833333 17.11
71.0000000 16.86	73.3333333 18.0	75.6666667 16.98
71.0833333 16.86	73.4166667 18.0	75.7500000 16.86
71.1666667 16.86	73.5000000 18.0	75.8333333 16.86
71.2500000 16.98	73.5833333 18.13	75.9166667 16.86
71.3333333 16.86	73.6666667 18.13	76.0000000 16.73
71.4166667 16.98	73.7500000 18.13	76.0833333 16.73
71.5000000 16.98	73.8333333 18.13	76.1666667 16.6
71.5833333 16.98	73.9166667 18.13	76.2500000 16.6
71.6666667 17.11	74.0000000 18.13	76.3333333 16.48
71.7500000 17.11	74.0833333 18.13	76.4166667 16.48
71.8333333 17.24	74.1666667 18.13	76.5000000 16.48
71.9166667 17.24	74.2500000 18.13	76.5833333 16.35
72.0000000 17.24	74.3333333 18.25	76.6666667 16.22

76.7500000	16.35	79.0833333	15.72	14	15
76.8333333	16.22	79.1666667	15.46	15	15
76.9166667	16.1	79.2500000	15.59	16	15
77.0000000	16.22	79.3333333	15.59	17	15
77.0833333	16.1	79.4166667	15.59	18	15
77.1666667	15.97	79.5000000	15.46	19	15
77.2500000	15.97	79.5833333	15.59	20	15
77.3333333	15.97	79.6666667	15.46	21	15
77.4166667	15.97	79.7500000	15.46	22	15
77.5000000	15.97	79.8333333	15.34	23	14
77.5833333	15.84	79.9166667	15.46	24	14
77.6666667	15.84	<b><u>Temperatura entrada</u></b>		25	14
77.7500000	15.84	<b><u>calle experimental</u></b>		26	14
77.8333333	15.84	<b><u>validación (T3):</u></b>		27	14
77.9166667	15.84	TIEMPO	VALOR	27	14
78.0000000	15.84	0	15	28	14
78.0833333	15.84	1	15	29	14
78.1666667	15.72	2	16	30	14
78.2500000	15.72	3	16	31	14
78.3333333	15.72	4	16	32	14
78.4166667	15.72	5	16	33	14
78.5000000	15.72	6	16	34	13
78.5833333	15.72	7	16	35	13
78.6666667	15.72	8	16	36	13
78.7500000	15.59	9	16	37	13
78.8333333	15.59	10	16	38	13
78.9166667	15.59	11	16	39	13
79.0000000	15.59	12	16	40	13
		13	15	41	13

42	13	70	13	0.5000000	2.63
43	13	71	13	0.5333333	2.61
44	13	72	14	0.5666667	2.63
45	13	73	14	0.6000000	2.61
46	14	74	15	0.6333333	2.65
47	14	75	14	0.6666667	2.65
48	14	76	13	0.7000000	2.65
49	14	77	13	0.7333333	2.67
50	14	78	13	0.7666667	2.65
51	14	79	13	0.8000000	2.69
52	14	80	12	0.8333333	2.72
53	14	<u>Caudal experimental</u>		0.8666667	2.72
54	14	<u>validación (F):</u>		0.9000000	2.72
55	14	TIEMPO	VALOR	0.9333333	2.72
56	13	0.0000000	2.65	0.9666667	2.72
57	13	0.0333333	2.65	1.0000000	2.72
58	13	0.0666667	2.65	1.0333333	2.72
59	13	0.1000000	2.65	1.0666667	2.74
60	13	0.1333333	2.65	1.1000000	2.72
61	13	0.1666667	2.65	1.1333333	2.74
62	13	0.2000000	2.63	1.1666667	2.76
63	13	0.2333333	2.63	1.2000000	2.74
64	13	0.2666667	2.63	1.2333333	2.74
65	13	0.3000000	2.63	1.2666667	2.74
66	13	0.3333333	2.63	1.3000000	2.76
67	13	0.3666667	2.63	1.3333333	2.74
68	13	0.4000000	2.63	1.3666667	2.74
69	13	0.4333333	2.63	1.4000000	2.76
		0.4666667	2.63		



1.4333333	2.76	2.3666667	2.76	3.3000000	2.72
1.4666667	2.74	2.4000000	2.76	3.3333333	2.74
1.5000000	2.76	2.4333333	2.74	3.3666667	2.74
1.5333333	2.76	2.4666667	2.74	3.4000000	2.72
1.5666667	2.76	2.5000000	2.74	3.4333333	2.74
1.6000000	2.76	2.5333333	2.76	3.4666667	2.72
1.6333333	2.76	2.5666667	2.76	3.5000000	2.72
1.6666667	2.78	2.6000000	2.76	3.5333333	2.72
1.7000000	2.76	2.6333333	2.76	3.5666667	2.72
1.7333333	2.74	2.6666667	2.76	3.6000000	2.72
1.7666667	2.74	2.7000000	2.74	3.6333333	2.69
1.8000000	2.74	2.7333333	2.74	3.6666667	2.67
1.8333333	2.74	2.7666667	2.74	3.7000000	2.69
1.8666667	2.74	2.8000000	2.74	3.7333333	2.72
1.9000000	2.74	2.8333333	2.74	3.7666667	2.72
1.9333333	2.72	2.8666667	2.74	3.8000000	2.72
1.9666667	2.72	2.9000000	2.74	3.8333333	2.72
2.0000000	2.74	2.9333333	2.74	3.8666667	2.72
2.0333333	2.74	2.9666667	2.74	3.9000000	2.72
2.0666667	2.74	3.0000000	2.74	3.9333333	2.72
2.1000000	2.74	3.0333333	2.72	3.9666667	2.72
2.1333333	2.74	3.0666667	2.72	4.0000000	2.69
2.1666667	2.74	3.1000000	2.72	4.0333333	2.72
2.2000000	2.74	3.1333333	2.74	4.0666667	2.72
2.2333333	2.74	3.1666667	2.74	4.1000000	2.72
2.2666667	2.74	3.2000000	2.74	4.1333333	2.69
2.3000000	2.74	3.2333333	2.74	4.1666667	2.72
2.3333333	2.76	3.2666667	2.72	4.2000000	2.69

4.2333333	2.69	5.1666667	2.67	6.1000000	2.67
4.2666667	2.69	5.2000000	2.65	6.1333333	2.65
4.3000000	2.72	5.2333333	2.67	6.1666667	2.65
4.3333333	2.69	5.2666667	2.67	6.2000000	2.65
4.3666667	2.69	5.3000000	2.67	6.2333333	2.65
4.4000000	2.69	5.3333333	2.65	6.2666667	2.67
4.4333333	2.69	5.3666667	2.65	6.3000000	2.67
4.4666667	2.67	5.4000000	2.67	6.3333333	2.67
4.5000000	2.67	5.4333333	2.67	6.3666667	2.67
4.5333333	2.69	5.4666667	2.67	6.4000000	2.67
4.5666667	2.67	5.5000000	2.67	6.4333333	2.65
4.6000000	2.67	5.5333333	2.67	6.4666667	2.65
4.6333333	2.69	5.5666667	2.65	6.5000000	2.67
4.6666667	2.67	5.6000000	2.65	6.5333333	2.67
4.7000000	2.67	5.6333333	2.67	6.5666667	2.65
4.7333333	2.67	5.6666667	2.65	6.6000000	2.65
4.7666667	2.67	5.7000000	2.67	6.6333333	2.65
4.8000000	2.69	5.7333333	2.67	6.6666667	2.65
4.8333333	2.67	5.7666667	2.67	6.7000000	2.65
4.8666667	2.67	5.8000000	2.67	6.7333333	2.67
4.9000000	2.67	5.8333333	2.65	6.7666667	2.65
4.9333333	2.65	5.8666667	2.67	6.8000000	2.67
4.9666667	2.67	5.9000000	2.65	6.8333333	2.67
5.0000000	2.67	5.9333333	2.67	6.8666667	2.67
5.0333333	2.67	5.9666667	2.67	6.9000000	2.67
5.0666667	2.69	6.0000000	2.65	6.9333333	2.65
5.1000000	2.69	6.0333333	2.65	6.9666667	2.65
5.1333333	2.67	6.0666667	2.65	7.0000000	2.65

7.0333333	2.67	7.9666667	2.67	8.9000000	2.63
7.0666667	2.67	8.0000000	2.65	8.9333333	2.63
7.1000000	2.67	8.0333333	2.65	8.9666667	2.61
7.1333333	2.67	8.0666667	2.65	9.0000000	2.61
7.1666667	2.65	8.1000000	2.65	9.0333333	2.61
7.2000000	2.65	8.1333333	2.67	9.0666667	2.61
7.2333333	2.67	8.1666667	2.65	9.1000000	2.61
7.2666667	2.65	8.2000000	2.65	9.1333333	2.65
7.3000000	2.65	8.2333333	2.65	9.1666667	2.65
7.3333333	2.65	8.2666667	2.67	9.2000000	2.61
7.3666667	2.65	8.3000000	2.63	9.2333333	2.61
7.4000000	2.65	8.3333333	2.65	9.2666667	2.61
7.4333333	2.67	8.3666667	2.67	9.3000000	2.63
7.4666667	2.67	8.4000000	2.65	9.3333333	2.61
7.5000000	2.65	8.4333333	2.65	9.3666667	2.61
7.5333333	2.65	8.4666667	2.63	9.4000000	2.61
7.5666667	2.65	8.5000000	2.65	9.4333333	2.63
7.6000000	2.65	8.5333333	2.65	9.4666667	2.63
7.6333333	2.69	8.5666667	2.65	9.5000000	2.63
7.6666667	2.67	8.6000000	2.63	9.5333333	2.65
7.7000000	2.67	8.6333333	2.63	9.5666667	2.67
7.7333333	2.67	8.6666667	2.61	9.6000000	2.67
7.7666667	2.65	8.7000000	2.63	9.6333333	2.69
7.8000000	2.65	8.7333333	2.63	9.6666667	2.72
7.8333333	2.65	8.7666667	2.65	9.7000000	2.74
7.8666667	2.65	8.8000000	2.63	9.7333333	2.72
7.9000000	2.65	8.8333333	2.63	9.7666667	2.74
7.9333333	2.65	8.8666667	2.63	9.8000000	2.76

9.8333333 2.74	10.7666667 2.74	11.7000000 2.72
9.8666667 2.76	10.8000000 2.74	11.7333333 2.72
9.9000000 2.74	10.8333333 2.74	11.7666667 2.69
9.9333333 2.74	10.8666667 2.72	11.8000000 2.69
9.9666667 2.76	10.9000000 2.72	11.8333333 2.69
10.0000000 2.74	10.9333333 2.72	11.8666667 2.69
10.0333333 2.76	10.9666667 2.74	11.9000000 2.69
10.0666667 2.76	11.0000000 2.72	11.9333333 2.69
10.1000000 2.78	11.0333333 2.72	11.9666667 2.67
10.1333333 2.76	11.0666667 2.72	12.0000000 2.67
10.1666667 2.76	11.1000000 2.69	12.0333333 2.72
10.2000000 2.78	11.1333333 2.69	12.0666667 2.69
10.2333333 2.76	11.1666667 2.72	12.1000000 2.69
10.2666667 2.76	11.2000000 2.72	12.1333333 2.69
10.3000000 2.76	11.2333333 2.69	12.1666667 2.69
10.3333333 2.74	11.2666667 2.69	12.2000000 2.69
10.3666667 2.74	11.3000000 2.69	12.2333333 2.67
10.4000000 2.76	11.3333333 2.72	12.2666667 2.69
10.4333333 2.76	11.3666667 2.74	12.3000000 2.69
10.4666667 2.76	11.4000000 2.72	12.3333333 2.67
10.5000000 2.76	11.4333333 2.69	12.3666667 2.67
10.5333333 2.74	11.4666667 2.69	12.4000000 2.67
10.5666667 2.74	11.5000000 2.69	12.4333333 2.67
10.6000000 2.74	11.5333333 2.69	12.4666667 2.69
10.6333333 2.74	11.5666667 2.69	12.5000000 2.69
10.6666667 2.72	11.6000000 2.72	12.5333333 2.69
10.7000000 2.72	11.6333333 2.69	12.5666667 2.67
10.7333333 2.72	11.6666667 2.69	12.6000000 2.67

12.6333333 2.67	13.5666667 2.65	14.5000000 2.65
12.6666667 2.67	13.6000000 2.65	14.5333333 2.65
12.7000000 2.69	13.6333333 2.65	14.5666667 2.65
12.7333333 2.69	13.6666667 2.63	14.6000000 2.67
12.7666667 2.67	13.7000000 2.65	14.6333333 2.65
12.8000000 2.67	13.7333333 2.65	14.6666667 2.67
12.8333333 2.67	13.7666667 2.67	14.7000000 2.65
12.8666667 2.69	13.8000000 2.65	14.7333333 2.67
12.9000000 2.69	13.8333333 2.65	14.7666667 2.67
12.9333333 2.67	13.8666667 2.65	14.8000000 2.65
12.9666667 2.67	13.9000000 2.63	14.8333333 2.65
13.0000000 2.67	13.9333333 2.63	14.8666667 2.65
13.0333333 2.69	13.9666667 2.65	14.9000000 2.65
13.0666667 2.67	14.0000000 2.65	14.9333333 2.65
13.1000000 2.67	14.0333333 2.65	14.9666667 2.67
13.1333333 2.67	14.0666667 2.63	15.0000000 2.65
13.1666667 2.67	14.1000000 2.65	15.0333333 2.65
13.2000000 2.67	14.1333333 2.65	15.0666667 2.65
13.2333333 2.65	14.1666667 2.65	15.1000000 2.65
13.2666667 2.67	14.2000000 2.65	15.1333333 2.65
13.3000000 2.67	14.2333333 2.63	15.1666667 2.65
13.3333333 2.67	14.2666667 2.63	15.2000000 2.65
13.3666667 2.65	14.3000000 2.63	15.2333333 2.65
13.4000000 2.65	14.3333333 2.65	15.2666667 2.63
13.4333333 2.65	14.3666667 2.65	15.3000000 2.65
13.4666667 2.65	14.4000000 2.67	15.3333333 2.63
13.5000000 2.67	14.4333333 2.65	15.3666667 2.65
13.5333333 2.65	14.4666667 2.67	15.4000000 2.65

15.4333333 2.67	16.3666667 2.63	17.3000000 2.61
15.4666667 2.65	16.4000000 2.67	17.3333333 2.63
15.5000000 2.65	16.4333333 2.67	17.3666667 2.63
15.5333333 2.65	16.4666667 2.63	17.4000000 2.63
15.5666667 2.65	16.5000000 2.65	17.4333333 2.63
15.6000000 2.65	16.5333333 2.65	17.4666667 2.63
15.6333333 2.65	16.5666667 2.63	17.5000000 2.61
15.6666667 2.63	16.6000000 2.63	17.5333333 2.61
15.7000000 2.65	16.6333333 2.63	17.5666667 2.61
15.7333333 2.63	16.6666667 2.65	17.6000000 2.61
15.7666667 2.67	16.7000000 2.63	17.6333333 2.61
15.8000000 2.65	16.7333333 2.63	17.6666667 2.61
15.8333333 2.65	16.7666667 2.63	17.7000000 2.61
15.8666667 2.63	16.8000000 2.63	17.7333333 2.63
15.9000000 2.65	16.8333333 2.65	17.7666667 2.61
15.9333333 2.65	16.8666667 2.63	17.8000000 2.61
15.9666667 2.65	16.9000000 2.63	17.8333333 2.61
16.0000000 2.65	16.9333333 2.65	17.8666667 2.61
16.0333333 2.65	16.9666667 2.63	17.9000000 2.61
16.0666667 2.67	17.0000000 2.63	17.9333333 2.61
16.1000000 2.67	17.0333333 2.63	17.9666667 2.61
16.1333333 2.65	17.0666667 2.61	18.0000000 2.61
16.1666667 2.65	17.1000000 2.63	18.0333333 2.59
16.2000000 2.65	17.1333333 2.63	18.0666667 2.63
16.2333333 2.65	17.1666667 2.63	18.1000000 2.63
16.2666667 2.63	17.2000000 2.63	18.1333333 2.65
16.3000000 2.65	17.2333333 2.61	18.1666667 2.72
16.3333333 2.65	17.2666667 2.63	18.2000000 2.67

18.2333333 2.69	19.1666667 2.74	20.1000000 2.69
18.2666667 2.72	19.2000000 2.74	20.1333333 2.72
18.3000000 2.69	19.2333333 2.72	20.1666667 2.72
18.3333333 2.69	19.2666667 2.74	20.2000000 2.69
18.3666667 2.72	19.3000000 2.72	20.2333333 2.72
18.4000000 2.72	19.3333333 2.74	20.2666667 2.72
18.4333333 2.72	19.3666667 2.72	20.3000000 2.72
18.4666667 2.74	19.4000000 2.72	20.3333333 2.72
18.5000000 2.72	19.4333333 2.72	20.3666667 2.72
18.5333333 2.74	19.4666667 2.72	20.4000000 2.72
18.5666667 2.74	19.5000000 2.72	20.4333333 2.72
18.6000000 2.74	19.5333333 2.72	20.4666667 2.69
18.6333333 2.74	19.5666667 2.69	20.5000000 2.69
18.6666667 2.74	19.6000000 2.72	20.5333333 2.69
18.7000000 2.74	19.6333333 2.72	20.5666667 2.69
18.7333333 2.76	19.6666667 2.72	20.6000000 2.69
18.7666667 2.76	19.7000000 2.72	20.6333333 2.69
18.8000000 2.76	19.7333333 2.72	20.6666667 2.69
18.8333333 2.76	19.7666667 2.72	20.7000000 2.69
18.8666667 2.76	19.8000000 2.72	20.7333333 2.69
18.9000000 2.76	19.8333333 2.72	20.7666667 2.69
18.9333333 2.78	19.8666667 2.72	20.8000000 2.69
18.9666667 2.78	19.9000000 2.72	20.8333333 2.69
19.0000000 2.78	19.9333333 2.69	20.8666667 2.69
19.0333333 2.76	19.9666667 2.69	20.9000000 2.69
19.0666667 2.76	20.0000000 2.69	20.9333333 2.69
19.1000000 2.74	20.0333333 2.72	20.9666667 2.69
19.1333333 2.74	20.0666667 2.72	21.0000000 2.72

21.0333333 2.67	21.9666667 2.69	22.9000000 7.65
21.0666667 2.69	22.0000000 2.69	22.9333333 7.65
21.1000000 2.72	22.0333333 2.69	22.9666667 7.65
21.1333333 2.69	22.0666667 2.67	23.0000000 7.67
21.1666667 2.69	22.1000000 3.59	23.0333333 7.65
21.2000000 2.69	22.1333333 4.09	23.0666667 7.67
21.2333333 2.69	22.1666667 4.59	23.1000000 7.67
21.2666667 2.69	22.2000000 5.09	23.1333333 7.69
21.3000000 2.69	22.2333333 5.59	23.1666667 7.69
21.3333333 2.69	22.2666667 6.09	23.2000000 7.69
21.3666667 2.69	22.3000000 6.59	23.2333333 7.67
21.4000000 2.69	22.3333333 7.56	23.2666667 7.69
21.4333333 2.72	22.3666667 7.63	23.3000000 7.65
21.4666667 2.69	22.4000000 7.63	23.3333333 7.67
21.5000000 2.69	22.4333333 7.65	23.3666667 7.65
21.5333333 2.72	22.4666667 7.65	23.4000000 7.65
21.5666667 2.69	22.5000000 7.65	23.4333333 7.67
21.6000000 2.69	22.5333333 7.65	23.4666667 7.65
21.6333333 2.69	22.5666667 7.63	23.5000000 7.65
21.6666667 2.69	22.6000000 7.63	23.5333333 7.63
21.7000000 2.69	22.6333333 7.61	23.5666667 7.61
21.7333333 2.67	22.6666667 7.65	23.6000000 7.61
21.7666667 2.69	22.7000000 7.65	23.6333333 7.65
21.8000000 2.67	22.7333333 7.65	23.6666667 7.67
21.8333333 2.69	22.7666667 7.67	23.7000000 7.69
21.8666667 2.69	22.8000000 7.65	23.7333333 7.71
21.9000000 2.67	22.8333333 7.63	23.7666667 7.69
21.9333333 2.69	22.8666667 7.63	23.8000000 7.69



23.8333333 7.69	24.7666667 7.58	25.7000000 7.61
23.8666667 7.65	24.8000000 7.56	25.7333333 7.56
23.9000000 7.67	24.8333333 7.56	25.7666667 7.58
23.9333333 7.67	24.8666667 7.56	25.8000000 7.58
23.9666667 7.65	24.9000000 7.56	25.8333333 7.58
24.0000000 7.67	24.9333333 7.56	25.8666667 7.58
24.0333333 7.65	24.9666667 7.56	25.9000000 7.65
24.0666667 7.63	25.0000000 7.56	25.9333333 7.69
24.1000000 7.61	25.0333333 7.56	25.9666667 7.71
24.1333333 7.58	25.0666667 7.54	26.0000000 7.73
24.1666667 7.58	25.1000000 7.56	26.0333333 7.73
24.2000000 7.61	25.1333333 7.56	26.0666667 7.75
24.2333333 7.63	25.1666667 7.56	26.1000000 7.79
24.2666667 7.65	25.2000000 7.56	26.1333333 7.81
24.3000000 7.65	25.2333333 7.56	26.1666667 7.79
24.3333333 7.65	25.2666667 7.54	26.2000000 7.75
24.3666667 7.65	25.3000000 7.52	26.2333333 7.79
24.4000000 7.63	25.3333333 7.52	26.2666667 7.84
24.4333333 7.61	25.3666667 7.52	26.3000000 7.86
24.4666667 7.58	25.4000000 7.54	26.3333333 7.86
24.5000000 7.58	25.4333333 7.56	26.3666667 7.9
24.5333333 7.54	25.4666667 7.56	26.4000000 7.92
24.5666667 7.58	25.5000000 7.54	26.4333333 7.92
24.6000000 7.61	25.5333333 7.58	26.4666667 7.92
24.6333333 7.61	25.5666667 7.56	26.5000000 7.94
24.6666667 7.61	25.6000000 7.56	26.5333333 7.94
24.7000000 7.61	25.6333333 7.56	26.5666667 7.92
24.7333333 7.58	25.6666667 7.58	26.6000000 7.92

26.6333333 7.96	27.5666667 8.02	28.5000000 8.04
26.6666667 7.98	27.6000000 8.02	28.5333333 8.04
26.7000000 8.0	27.6333333 8.02	28.5666667 8.07
26.7333333 7.98	27.6666667 8.02	28.6000000 8.07
26.7666667 8.0	27.7000000 8.04	28.6333333 8.07
26.8000000 8.02	27.7333333 8.04	28.6666667 8.07
26.8333333 8.04	27.7666667 8.04	28.7000000 8.04
26.8666667 8.07	27.8000000 8.04	28.7333333 8.04
26.9000000 8.07	27.8333333 8.04	28.7666667 8.02
26.9333333 8.04	27.8666667 8.04	28.8000000 8.04
26.9666667 8.04	27.9000000 8.02	28.8333333 8.02
27.0000000 8.04	27.9333333 8.02	28.8666667 8.04
27.0333333 8.02	27.9666667 8.04	28.9000000 8.04
27.0666667 7.98	28.0000000 8.04	28.9333333 8.04
27.1000000 7.96	28.0333333 8.07	28.9666667 8.04
27.1333333 7.96	28.0666667 8.04	29.0000000 8.02
27.1666667 7.96	28.1000000 8.07	29.0333333 8.02
27.2000000 7.98	28.1333333 8.04	29.0666667 8.02
27.2333333 7.98	28.1666667 8.04	29.1000000 7.98
27.2666667 7.96	28.2000000 8.04	29.1333333 8.0
27.3000000 7.96	28.2333333 8.04	29.1666667 8.0
27.3333333 7.96	28.2666667 8.04	29.2000000 8.0
27.3666667 7.96	28.3000000 8.07	29.2333333 8.0
27.4000000 7.96	28.3333333 8.04	29.2666667 8.0
27.4333333 7.96	28.3666667 8.07	29.3000000 8.0
27.4666667 7.98	28.4000000 8.04	29.3333333 8.0
27.5000000 8.0	28.4333333 8.07	29.3666667 7.98
27.5333333 8.0	28.4666667 8.04	29.4000000 7.98

29.4333333 7.96	30.3666667 7.88	31.3000000 7.79
29.4666667 7.96	30.4000000 7.88	31.3333333 7.77
29.5000000 7.96	30.4333333 7.86	31.3666667 7.75
29.5333333 7.94	30.4666667 7.86	31.4000000 7.75
29.5666667 7.94	30.5000000 7.84	31.4333333 7.75
29.6000000 7.92	30.5333333 7.81	31.4666667 7.77
29.6333333 7.92	30.5666667 7.81	31.5000000 7.75
29.6666667 7.9	30.6000000 7.84	31.5333333 7.73
29.7000000 7.9	30.6333333 7.86	31.5666667 7.75
29.7333333 7.86	30.6666667 7.86	31.6000000 7.75
29.7666667 7.84	30.7000000 7.86	31.6333333 7.77
29.8000000 7.86	30.7333333 7.81	31.6666667 7.77
29.8333333 7.86	30.7666667 7.84	31.7000000 7.79
29.8666667 7.86	30.8000000 7.86	31.7333333 7.77
29.9000000 7.84	30.8333333 7.84	31.7666667 7.77
29.9333333 7.84	30.8666667 7.79	31.8000000 7.77
29.9666667 7.86	30.9000000 7.77	31.8333333 7.75
30.0000000 7.86	30.9333333 7.79	31.8666667 7.73
30.0333333 7.86	30.9666667 7.79	31.9000000 7.73
30.0666667 7.86	31.0000000 7.81	31.9333333 7.75
30.1000000 7.84	31.0333333 7.79	31.9666667 7.75
30.1333333 7.84	31.0666667 7.79	32.0000000 7.75
30.1666667 7.86	31.1000000 7.81	32.0333333 7.77
30.2000000 7.86	31.1333333 7.84	32.0666667 7.77
30.2333333 7.86	31.1666667 7.79	32.1000000 7.77
30.2666667 7.86	31.2000000 7.75	32.1333333 7.77
30.3000000 7.86	31.2333333 7.77	32.1666667 7.75
30.3333333 7.86	31.2666667 7.77	32.2000000 7.75

32.2333333 7.75	33.1666667 7.61	34.1000000 7.61
32.2666667 7.75	33.2000000 7.61	34.1333333 7.69
32.3000000 7.75	33.2333333 7.61	34.1666667 7.69
32.3333333 7.73	33.2666667 7.71	34.2000000 7.67
32.3666667 7.73	33.3000000 7.79	34.2333333 7.69
32.4000000 7.73	33.3333333 7.75	34.2666667 7.75
32.4333333 7.73	33.3666667 7.71	34.3000000 7.81
32.4666667 7.73	33.4000000 7.71	34.3333333 7.86
32.5000000 7.73	33.4333333 7.69	34.3666667 7.88
32.5333333 7.73	33.4666667 7.67	34.4000000 7.92
32.5666667 7.73	33.5000000 7.65	34.4333333 7.96
32.6000000 7.71	33.5333333 7.65	34.4666667 7.98
32.6333333 7.69	33.5666667 7.65	34.5000000 8.0
32.6666667 7.71	33.6000000 7.65	34.5333333 8.02
32.7000000 7.71	33.6333333 7.63	34.5666667 8.04
32.7333333 7.71	33.6666667 7.63	34.6000000 8.07
32.7666667 7.69	33.7000000 7.63	34.6333333 8.07
32.8000000 7.69	33.7333333 7.63	34.6666667 8.07
32.8333333 7.69	33.7666667 7.63	34.7000000 8.07
32.8666667 7.69	33.8000000 7.61	34.7333333 8.09
32.9000000 7.69	33.8333333 7.61	34.7666667 8.11
32.9333333 7.69	33.8666667 7.61	34.8000000 8.13
32.9666667 7.67	33.9000000 7.61	34.8333333 8.15
33.0000000 7.67	33.9333333 7.61	34.8666667 8.15
33.0333333 7.65	33.9666667 7.58	34.9000000 8.15
33.0666667 7.67	34.0000000 7.56	34.9333333 8.15
33.1000000 7.65	34.0333333 7.56	34.9666667 8.13
33.1333333 7.63	34.0666667 7.52	35.0000000 8.13

35.0333333 8.11	35.9666667 7.96	36.9000000 7.88
35.0666667 8.11	36.0000000 7.94	36.9333333 7.88
35.1000000 8.11	36.0333333 7.94	36.9666667 7.86
35.1333333 8.09	36.0666667 7.94	37.0000000 7.88
35.1666667 8.07	36.1000000 7.92	37.0333333 7.86
35.2000000 8.09	36.1333333 7.92	37.0666667 7.86
35.2333333 8.04	36.1666667 7.92	37.1000000 7.86
35.2666667 8.02	36.2000000 7.92	37.1333333 7.84
35.3000000 8.04	36.2333333 7.92	37.1666667 7.81
35.3333333 8.02	36.2666667 7.92	37.2000000 7.79
35.3666667 8.02	36.3000000 7.9	37.2333333 7.86
35.4000000 8.02	36.3333333 7.9	37.2666667 7.88
35.4333333 8.02	36.3666667 7.9	37.3000000 7.86
35.4666667 8.02	36.4000000 7.9	37.3333333 7.84
35.5000000 8.0	36.4333333 7.92	37.3666667 7.81
35.5333333 8.04	36.4666667 7.92	37.4000000 7.84
35.5666667 8.02	36.5000000 7.92	37.4333333 7.84
35.6000000 8.0	36.5333333 7.92	37.4666667 7.86
35.6333333 7.98	36.5666667 7.92	37.5000000 7.84
35.6666667 7.98	36.6000000 7.9	37.5333333 7.86
35.7000000 7.98	36.6333333 7.88	37.5666667 7.86
35.7333333 7.96	36.6666667 7.88	37.6000000 7.84
35.7666667 7.96	36.7000000 7.88	37.6333333 7.81
35.8000000 7.96	36.7333333 7.88	37.6666667 7.81
35.8333333 7.98	36.7666667 7.88	37.7000000 7.84
35.8666667 7.96	36.8000000 7.88	37.7333333 7.84
35.9000000 7.96	36.8333333 7.88	37.7666667 7.84
35.9333333 7.96	36.8666667 7.88	37.8000000 7.86

37.8333333 7.86	38.7666667 7.81	39.7000000 7.73
37.8666667 7.79	38.8000000 7.79	39.7333333 7.73
37.9000000 7.84	38.8333333 7.77	39.7666667 7.73
37.9333333 7.86	38.8666667 7.75	39.8000000 7.75
37.9666667 7.84	38.9000000 7.75	39.8333333 7.73
38.0000000 7.84	38.9333333 7.79	39.8666667 7.73
38.0333333 7.84	38.9666667 7.79	39.9000000 7.73
38.0666667 7.84	39.0000000 7.81	39.9333333 7.71
38.1000000 7.81	39.0333333 7.79	39.9666667 7.73
38.1333333 7.81	39.0666667 7.79	40.0000000 7.73
38.1666667 7.79	39.1000000 7.79	40.0333333 7.71
38.2000000 7.84	39.1333333 7.77	40.0666667 7.71
38.2333333 7.81	39.1666667 7.77	40.1000000 7.71
38.2666667 7.77	39.2000000 7.79	40.1333333 7.71
38.3000000 7.81	39.2333333 7.79	40.1666667 7.71
38.3333333 7.84	39.2666667 7.79	40.2000000 7.73
38.3666667 7.81	39.3000000 7.77	40.2333333 7.75
38.4000000 7.79	39.3333333 7.77	40.2666667 7.71
38.4333333 7.77	39.3666667 7.77	40.3000000 7.69
38.4666667 7.75	39.4000000 7.77	40.3333333 7.69
38.5000000 7.75	39.4333333 7.77	40.3666667 7.69
38.5333333 7.75	39.4666667 7.75	40.4000000 7.69
38.5666667 7.77	39.5000000 7.73	40.4333333 7.69
38.6000000 7.79	39.5333333 7.73	40.4666667 7.67
38.6333333 7.77	39.5666667 7.73	40.5000000 7.69
38.6666667 7.77	39.6000000 7.75	40.5333333 7.67
38.7000000 7.79	39.6333333 7.75	40.5666667 7.65
38.7333333 7.79	39.6666667 7.73	40.6000000 7.65

40.6333333 7.65	41.5666667 7.65	42.5000000 7.61
40.6666667 7.65	41.6000000 7.65	42.5333333 7.61
40.7000000 7.65	41.6333333 7.67	42.5666667 7.58
40.7333333 7.67	41.6666667 7.65	42.6000000 7.58
40.7666667 7.67	41.7000000 7.65	42.6333333 7.58
40.8000000 7.65	41.7333333 7.63	42.6666667 7.58
40.8333333 7.65	41.7666667 7.63	42.7000000 7.63
40.8666667 7.65	41.8000000 7.63	42.7333333 7.67
40.9000000 7.65	41.8333333 7.65	42.7666667 7.71
40.9333333 7.69	41.8666667 7.65	42.8000000 7.77
40.9666667 7.67	41.9000000 7.65	42.8333333 7.81
41.0000000 7.67	41.9333333 7.61	42.8666667 7.86
41.0333333 7.67	41.9666667 7.61	42.9000000 7.88
41.0666667 7.69	42.0000000 7.61	42.9333333 7.92
41.1000000 7.67	42.0333333 7.61	42.9666667 7.94
41.1333333 7.65	42.0666667 7.65	43.0000000 7.94
41.1666667 7.67	42.1000000 7.63	43.0333333 7.98
41.2000000 7.65	42.1333333 7.61	43.0666667 8.0
41.2333333 7.63	42.1666667 7.58	43.1000000 8.0
41.2666667 7.63	42.2000000 7.58	43.1333333 8.02
41.3000000 7.65	42.2333333 7.61	43.1666667 8.04
41.3333333 7.65	42.2666667 7.61	43.2000000 8.09
41.3666667 7.65	42.3000000 7.61	43.2333333 8.11
41.4000000 7.67	42.3333333 7.61	43.2666667 8.11
41.4333333 7.65	42.3666667 7.61	43.3000000 8.13
41.4666667 7.65	42.4000000 7.61	43.3333333 8.15
41.5000000 7.63	42.4333333 7.61	43.3666667 8.13
41.5333333 7.63	42.4666667 7.61	43.4000000 8.13

43.4333333 8.13	44.3666667 3.51	45.3000000 3.53
43.4666667 8.13	44.4000000 3.53	45.3333333 3.53
43.5000000 8.11	44.4333333 3.55	45.3666667 3.53
43.5333333 8.11	44.4666667 3.53	45.4000000 3.51
43.5666667 8.13	44.5000000 3.53	45.4333333 3.51
43.6000000 8.13	44.5333333 3.51	45.4666667 3.49
43.6333333 8.11	44.5666667 3.53	45.5000000 3.51
43.6666667 8.11	44.6000000 3.53	45.5333333 3.49
43.7000000 8.09	44.6333333 3.53	45.5666667 3.51
43.7333333 8.11	44.6666667 3.53	45.6000000 3.49
43.7666667 8.09	44.7000000 3.55	45.6333333 3.49
43.8000000 8.07	44.7333333 3.53	45.6666667 3.49
43.8333333 8.07	44.7666667 3.51	45.7000000 3.51
43.8666667 8.07	44.8000000 3.51	45.7333333 3.51
43.9000000 8.07	44.8333333 3.51	45.7666667 3.51
43.9333333 8.04	44.8666667 3.53	45.8000000 3.51
43.9666667 8.04	44.9000000 3.51	45.8333333 3.47
44.0000000 8.02	44.9333333 3.51	45.8666667 3.49
44.0333333 8.02	44.9666667 3.51	45.9000000 3.49
44.0666667 8.02	45.0000000 3.51	45.9333333 3.51
44.1000000 8.0	45.0333333 3.51	45.9666667 3.49
44.1333333 7.5	45.0666667 3.51	46.0000000 3.49
44.1666667 7.0	45.1000000 3.51	46.0333333 3.47
44.2000000 6.5	45.1333333 3.51	46.0666667 3.47
44.2333333 6.0	45.1666667 3.51	46.1000000 3.49
44.2666667 5.5	45.2000000 3.51	46.1333333 3.47
44.3000000 5.0	45.2333333 3.51	46.1666667 3.49
44.3333333 4.5	45.2666667 3.51	46.2000000 3.45



46.2333333 3.47	47.1666667 3.47	48.1000000 3.47
46.2666667 3.49	47.2000000 3.47	48.1333333 3.45
46.3000000 3.47	47.2333333 3.45	48.1666667 3.43
46.3333333 3.49	47.2666667 3.45	48.2000000 3.45
46.3666667 3.51	47.3000000 3.45	48.2333333 3.45
46.4000000 3.49	47.3333333 3.45	48.2666667 3.45
46.4333333 3.49	47.3666667 3.47	48.3000000 3.43
46.4666667 3.49	47.4000000 3.45	48.3333333 3.43
46.5000000 3.49	47.4333333 3.45	48.3666667 3.43
46.5333333 3.49	47.4666667 3.47	48.4000000 3.43
46.5666667 3.49	47.5000000 3.43	48.4333333 3.43
46.6000000 3.49	47.5333333 3.47	48.4666667 3.43
46.6333333 3.47	47.5666667 3.47	48.5000000 3.43
46.6666667 3.49	47.6000000 3.45	48.5333333 3.45
46.7000000 3.49	47.6333333 3.47	48.5666667 3.43
46.7333333 3.47	47.6666667 3.45	48.6000000 3.43
46.7666667 3.49	47.7000000 3.45	48.6333333 3.43
46.8000000 3.47	47.7333333 3.45	48.6666667 3.45
46.8333333 3.47	47.7666667 3.47	48.7000000 3.45
46.8666667 3.47	47.8000000 3.45	48.7333333 3.45
46.9000000 3.47	47.8333333 3.45	48.7666667 3.45
46.9333333 3.49	47.8666667 3.43	48.8000000 3.45
46.9666667 3.49	47.9000000 3.45	48.8333333 3.45
47.0000000 3.49	47.9333333 3.45	48.8666667 3.4
47.0333333 3.47	47.9666667 3.43	48.9000000 3.43
47.0666667 3.47	48.0000000 3.47	48.9333333 3.45
47.1000000 3.47	48.0333333 3.45	48.9666667 3.43
47.1333333 3.47	48.0666667 3.43	49.0000000 3.43

49.0333333 3.45	49.9666667 3.45	50.9000000 3.45
49.0666667 3.43	50.0000000 3.45	50.9333333 3.43
49.1000000 3.4	50.0333333 3.43	50.9666667 3.45
49.1333333 3.43	50.0666667 3.43	51.0000000 3.45
49.1666667 3.43	50.1000000 3.43	51.0333333 3.4
49.2000000 3.45	50.1333333 3.45	51.0666667 3.4
49.2333333 3.43	50.1666667 3.45	51.1000000 3.45
49.2666667 3.43	50.2000000 3.43	51.1333333 3.45
49.3000000 3.43	50.2333333 3.43	51.1666667 3.43
49.3333333 3.43	50.2666667 3.4	51.2000000 3.43
49.3666667 3.43	50.3000000 3.43	51.2333333 3.45
49.4000000 3.43	50.3333333 3.45	51.2666667 3.45
49.4333333 3.43	50.3666667 3.45	51.3000000 3.45
49.4666667 3.43	50.4000000 3.45	51.3333333 3.43
49.5000000 3.43	50.4333333 3.45	51.3666667 3.43
49.5333333 3.45	50.4666667 3.43	51.4000000 3.45
49.5666667 3.43	50.5000000 3.45	51.4333333 3.45
49.6000000 3.45	50.5333333 3.43	51.4666667 3.4
49.6333333 3.4	50.5666667 3.43	51.5000000 3.43
49.6666667 3.45	50.6000000 3.43	51.5333333 3.4
49.7000000 3.45	50.6333333 3.43	51.5666667 3.4
49.7333333 3.45	50.6666667 3.43	51.6000000 3.4
49.7666667 3.45	50.7000000 3.43	51.6333333 3.43
49.8000000 3.45	50.7333333 3.45	51.6666667 3.43
49.8333333 3.43	50.7666667 3.45	51.7000000 3.43
49.8666667 3.43	50.8000000 3.43	51.7333333 3.43
49.9000000 3.43	50.8333333 3.43	51.7666667 3.43
49.9333333 3.45	50.8666667 3.43	51.8000000 3.43

51.8333333 3.43	52.7666667 3.53	53.7000000 3.59
51.8666667 3.45	52.8000000 3.55	53.7333333 3.61
51.9000000 3.43	52.8333333 3.53	53.7666667 3.61
51.9333333 3.43	52.8666667 3.53	53.8000000 3.59
51.9666667 3.4	52.9000000 3.55	53.8333333 3.61
52.0000000 3.4	52.9333333 3.55	53.8666667 3.61
52.0333333 3.43	52.9666667 3.55	53.9000000 3.59
52.0666667 3.4	53.0000000 3.55	53.9333333 3.59
52.1000000 3.4	53.0333333 3.57	53.9666667 3.59
52.1333333 3.4	53.0666667 3.57	54.0000000 3.61
52.1666667 3.43	53.1000000 3.57	54.0333333 3.59
52.2000000 3.4	53.1333333 3.57	54.0666667 3.59
52.2333333 3.4	53.1666667 3.59	54.1000000 3.59
52.2666667 3.43	53.2000000 3.57	54.1333333 3.61
52.3000000 3.43	53.2333333 3.59	54.1666667 3.59
52.3333333 3.4	53.2666667 3.59	54.2000000 3.59
52.3666667 3.4	53.3000000 3.59	54.2333333 3.59
52.4000000 3.4	53.3333333 3.59	54.2666667 3.59
52.4333333 3.4	53.3666667 3.61	54.3000000 3.59
52.4666667 3.4	53.4000000 3.59	54.3333333 3.59
52.5000000 3.4	53.4333333 3.59	54.3666667 3.59
52.5333333 3.45	53.4666667 3.59	54.4000000 3.59
52.5666667 3.49	53.5000000 3.59	54.4333333 3.57
52.6000000 3.47	53.5333333 3.59	54.4666667 3.57
52.6333333 3.49	53.5666667 3.59	54.5000000 3.57
52.6666667 3.51	53.6000000 3.61	54.5333333 3.59
52.7000000 3.51	53.6333333 3.59	54.5666667 3.57
52.7333333 3.51	53.6666667 3.59	54.6000000 3.57

54.6333333 3.55	55.5666667 8.63	56.5000000 8.63
54.6666667 3.55	55.6000000 8.63	56.5333333 8.63
54.7000000 3.55	55.6333333 8.63	56.5666667 8.63
54.7333333 3.55	55.6666667 8.63	56.6000000 8.61
54.7666667 3.55	55.7000000 8.63	56.6333333 8.59
54.8000000 3.55	55.7333333 8.63	56.6666667 8.61
54.8333333 3.53	55.7666667 8.63	56.7000000 8.61
54.8666667 3.55	55.8000000 8.63	56.7333333 8.61
54.9000000 3.55	55.8333333 8.61	56.7666667 8.61
54.9333333 3.53	55.8666667 8.61	56.8000000 8.59
54.9666667 3.53	55.9000000 8.63	56.8333333 8.61
55.0000000 3.51	55.9333333 8.61	56.8666667 8.63
55.0333333 3.53	55.9666667 8.63	56.9000000 8.61
55.0666667 3.53	56.0000000 8.63	56.9333333 8.59
55.1000000 3.8	56.0333333 8.63	56.9666667 8.61
55.1333333 4.3	56.0666667 8.63	57.0000000 8.61
55.1666667 4.8	56.1000000 8.63	57.0333333 8.59
55.2000000 5.3	56.1333333 8.63	57.0666667 8.59
55.2333333 5.8	56.1666667 8.63	57.1000000 8.59
55.2666667 6.3	56.2000000 8.63	57.1333333 8.59
55.3000000 6.8	56.2333333 8.61	57.1666667 8.59
55.3333333 7.3	56.2666667 8.63	57.2000000 8.57
55.3666667 7.8	56.3000000 8.63	57.2333333 8.57
55.4000000 8.59	56.3333333 8.63	57.2666667 8.59
55.4333333 8.59	56.3666667 8.63	57.3000000 8.59
55.4666667 8.59	56.4000000 8.63	57.3333333 8.57
55.5000000 8.63	56.4333333 8.63	57.3666667 8.57
55.5333333 8.63	56.4666667 8.63	57.4000000 8.57

57.4333333 8.61	58.3666667 8.55	59.3000000 8.61
57.4666667 8.63	58.4000000 8.57	59.3333333 8.59
57.5000000 8.61	58.4333333 8.57	59.3666667 8.61
57.5333333 8.61	58.4666667 8.57	59.4000000 8.53
57.5666667 8.61	58.5000000 8.57	59.4333333 8.57
57.6000000 8.63	58.5333333 8.55	59.4666667 8.53
57.6333333 8.61	58.5666667 8.57	59.5000000 8.57
57.6666667 8.59	58.6000000 8.55	59.5333333 8.57
57.7000000 8.59	58.6333333 8.55	59.5666667 8.48
57.7333333 8.59	58.6666667 8.55	59.6000000 8.53
57.7666667 8.57	58.7000000 8.57	59.6333333 8.53
57.8000000 8.57	58.7333333 8.59	59.6666667 8.53
57.8333333 8.57	58.7666667 8.59	59.7000000 8.53
57.8666667 8.57	58.8000000 8.57	59.7333333 8.48
57.9000000 8.55	58.8333333 8.55	59.7666667 8.55
57.9333333 8.59	58.8666667 8.55	59.8000000 8.59
57.9666667 8.61	58.9000000 8.57	59.8333333 8.59
58.0000000 8.59	58.9333333 8.57	59.8666667 8.57
58.0333333 8.59	58.9666667 8.55	59.9000000 8.5
58.0666667 8.59	59.0000000 8.57	59.9333333 8.53
58.1000000 8.59	59.0333333 8.55	59.9666667 8.48
58.1333333 8.57	59.0666667 8.55	60.0000000 8.48
58.1666667 8.57	59.1000000 8.55	60.0333333 8.48
58.2000000 8.57	59.1333333 8.53	60.0666667 8.48
58.2333333 8.55	59.1666667 8.48	60.1000000 8.53
58.2666667 8.57	59.2000000 8.55	60.1333333 8.53
58.3000000 8.57	59.2333333 8.55	60.1666667 8.48
58.3333333 8.57	59.2666667 8.59	60.2000000 8.46

60.2333333 8.48	61.1666667 8.63	62.1000000 8.63
60.2666667 8.5	61.2000000 8.63	62.1333333 8.63
60.3000000 8.5	61.2333333 8.63	62.1666667 8.63
60.3333333 8.57	61.2666667 8.63	62.2000000 8.63
60.3666667 8.59	61.3000000 8.63	62.2333333 8.63
60.4000000 8.59	61.3333333 8.63	62.2666667 8.63
60.4333333 8.55	61.3666667 8.63	62.3000000 8.63
60.4666667 8.53	61.4000000 8.63	62.3333333 8.63
60.5000000 8.5	61.4333333 8.63	62.3666667 8.63
60.5333333 8.5	61.4666667 8.63	62.4000000 8.63
60.5666667 8.5	61.5000000 8.63	62.4333333 8.63
60.6000000 8.53	61.5333333 8.63	62.4666667 8.63
60.6333333 8.55	61.5666667 8.63	62.5000000 8.63
60.6666667 8.48	61.6000000 8.63	62.5333333 8.63
60.7000000 8.48	61.6333333 8.63	62.5666667 8.63
60.7333333 8.48	61.6666667 8.63	62.6000000 8.63
60.7666667 8.53	61.7000000 8.63	62.6333333 8.63
60.8000000 8.55	61.7333333 8.63	62.6666667 8.63
60.8333333 8.53	61.7666667 8.63	62.7000000 8.63
60.8666667 8.55	61.8000000 8.63	62.7333333 8.63
60.9000000 8.55	61.8333333 8.63	62.7666667 8.63
60.9333333 8.5	61.8666667 8.63	62.8000000 8.63
60.9666667 8.42	61.9000000 8.63	62.8333333 8.63
61.0000000 8.46	61.9333333 8.63	62.8666667 8.63
61.0333333 8.48	61.9666667 8.63	62.9000000 8.63
61.0666667 8.5	62.0000000 8.63	62.9333333 8.63
61.1000000 8.61	62.0333333 8.63	62.9666667 8.63
61.1333333 8.63	62.0666667 8.63	63.0000000 8.63

63.0333333 8.63	63.9666667 8.63	64.9000000 8.63
63.0666667 8.63	64.0000000 8.63	64.9333333 8.63
63.1000000 8.63	64.0333333 8.63	64.9666667 8.63
63.1333333 8.63	64.0666667 8.63	65.0000000 8.63
63.1666667 8.63	64.1000000 8.63	65.0333333 8.63
63.2000000 8.63	64.1333333 8.63	65.0666667 8.63
63.2333333 8.63	64.1666667 8.63	65.1000000 8.63
63.2666667 8.63	64.2000000 8.63	65.1333333 8.63
63.3000000 8.63	64.2333333 8.63	65.1666667 8.63
63.3333333 8.63	64.2666667 8.63	65.2000000 8.63
63.3666667 8.63	64.3000000 8.63	65.2333333 8.63
63.4000000 8.63	64.3333333 8.63	65.2666667 8.63
63.4333333 8.63	64.3666667 8.63	65.3000000 8.63
63.4666667 8.63	64.4000000 8.63	65.3333333 8.63
63.5000000 8.63	64.4333333 8.63	65.3666667 8.63
63.5333333 8.63	64.4666667 8.63	65.4000000 8.63
63.5666667 8.63	64.5000000 8.63	65.4333333 8.63
63.6000000 8.63	64.5333333 8.63	65.4666667 8.63
63.6333333 8.63	64.5666667 8.63	65.5000000 8.63
63.6666667 8.63	64.6000000 8.63	65.5333333 8.63
63.7000000 8.63	64.6333333 8.63	65.5666667 8.63
63.7333333 8.63	64.6666667 8.63	65.6000000 8.63
63.7666667 8.63	64.7000000 8.63	65.6333333 8.63
63.8000000 8.63	64.7333333 8.63	65.6666667 8.63
63.8333333 8.63	64.7666667 8.63	65.7000000 8.63
63.8666667 8.63	64.8000000 8.63	65.7333333 8.63
63.9000000 8.63	64.8333333 8.63	65.7666667 8.63
63.9333333 8.63	64.8666667 8.63	65.8000000 8.63

65.8333333 8.63	66.7666667 8.63	67.7000000 8.63
65.8666667 8.63	66.8000000 8.63	67.7333333 8.63
65.9000000 8.63	66.8333333 8.63	67.7666667 8.61
65.9333333 8.63	66.8666667 8.63	67.8000000 8.61
65.9666667 8.63	66.9000000 8.63	67.8333333 8.63
66.0000000 8.63	66.9333333 8.63	67.8666667 8.63
66.0333333 8.63	66.9666667 8.63	67.9000000 8.63
66.0666667 8.63	67.0000000 8.63	67.9333333 8.61
66.1000000 8.63	67.0333333 8.63	67.9666667 8.53
66.1333333 8.63	67.0666667 8.59	68.0000000 8.57
66.1666667 8.63	67.1000000 8.63	68.0333333 8.63
66.2000000 8.63	67.1333333 8.63	68.0666667 8.61
66.2333333 8.63	67.1666667 8.63	68.1000000 8.61
66.2666667 8.63	67.2000000 8.63	68.1333333 8.61
66.3000000 8.63	67.2333333 8.63	68.1666667 8.63
66.3333333 8.63	67.2666667 8.63	68.2000000 8.63
66.3666667 8.63	67.3000000 8.63	68.2333333 8.63
66.4000000 8.63	67.3333333 8.63	68.2666667 8.63
66.4333333 8.63	67.3666667 8.63	68.3000000 8.63
66.4666667 8.63	67.4000000 8.63	68.3333333 8.63
66.5000000 8.63	67.4333333 8.63	68.3666667 8.63
66.5333333 8.63	67.4666667 8.63	68.4000000 8.63
66.5666667 8.63	67.5000000 8.63	68.4333333 8.61
66.6000000 8.63	67.5333333 8.63	68.4666667 8.61
66.6333333 8.63	67.5666667 8.63	68.5000000 8.59
66.6666667 8.63	67.6000000 8.63	68.5333333 8.61
66.7000000 8.63	67.6333333 8.63	68.5666667 8.61
66.7333333 8.63	67.6666667 8.57	68.6000000 8.63



68.6333333 8.61	69.5666667 2.21	70.5000000 2.19
68.6666667 8.61	69.6000000 2.21	70.5333333 2.19
68.7000000 8.59	69.6333333 2.21	70.5666667 2.21
68.7333333 8.57	69.6666667 2.19	70.6000000 2.19
68.7666667 8.59	69.7000000 2.21	70.6333333 2.19
68.8000000 8.59	69.7333333 2.21	70.6666667 2.19
68.8333333 8.09	69.7666667 2.23	70.7000000 2.19
68.8666667 7.59	69.8000000 2.23	70.7333333 2.19
68.9000000 7.09	69.8333333 2.23	70.7666667 2.17
68.9333333 6.59	69.8666667 2.21	70.8000000 2.17
68.9666667 6.09	69.9000000 2.21	70.8333333 2.17
69.0000000 5.59	69.9333333 2.23	70.8666667 2.17
69.0333333 5.09	69.9666667 2.23	70.9000000 2.19
69.0666667 4.59	70.0000000 2.23	70.9333333 2.19
69.1000000 4.09	70.0333333 2.21	70.9666667 2.19
69.1333333 3.59	70.0666667 2.21	71.0000000 2.19
69.1666667 3.09	70.1000000 2.21	71.0333333 2.17
69.2000000 2.15	70.1333333 2.21	71.0666667 2.17
69.2333333 2.15	70.1666667 2.21	71.1000000 2.17
69.2666667 2.17	70.2000000 2.21	71.1333333 2.17
69.3000000 2.17	70.2333333 2.21	71.1666667 2.17
69.3333333 2.17	70.2666667 2.21	71.2000000 2.17
69.3666667 2.19	70.3000000 2.21	71.2333333 2.17
69.4000000 2.17	70.3333333 2.23	71.2666667 2.17
69.4333333 2.19	70.3666667 2.23	71.3000000 2.15
69.4666667 2.19	70.4000000 2.21	71.3333333 2.17
69.5000000 2.19	70.4333333 2.21	71.3666667 2.15
69.5333333 2.19	70.4666667 2.19	71.4000000 2.15

71.4333333 2.17	72.3666667 2.17	73.3000000 2.15
71.4666667 2.17	72.4000000 2.15	73.3333333 2.15
71.5000000 2.17	72.4333333 2.15	73.3666667 2.15
71.5333333 2.17	72.4666667 2.15	73.4000000 2.15
71.5666667 2.17	72.5000000 2.17	73.4333333 2.15
71.6000000 2.17	72.5333333 2.17	73.4666667 2.15
71.6333333 2.17	72.5666667 2.15	73.5000000 2.13
71.6666667 2.17	72.6000000 2.17	73.5333333 2.11
71.7000000 2.17	72.6333333 2.15	73.5666667 2.11
71.7333333 2.17	72.6666667 2.15	73.6000000 2.13
71.7666667 2.17	72.7000000 2.15	73.6333333 2.15
71.8000000 2.15	72.7333333 2.15	73.6666667 2.13
71.8333333 2.15	72.7666667 2.15	73.7000000 2.11
71.8666667 2.17	72.8000000 2.15	73.7333333 2.13
71.9000000 2.17	72.8333333 2.15	73.7666667 2.15
71.9333333 2.17	72.8666667 2.15	73.8000000 2.15
71.9666667 2.15	72.9000000 2.15	73.8333333 2.17
72.0000000 2.15	72.9333333 2.15	73.8666667 2.15
72.0333333 2.17	72.9666667 2.15	73.9000000 2.13
72.0666667 2.15	73.0000000 2.15	73.9333333 2.15
72.1000000 2.15	73.0333333 2.15	73.9666667 2.15
72.1333333 2.15	73.0666667 2.15	74.0000000 2.15
72.1666667 2.13	73.1000000 2.15	74.0333333 2.15
72.2000000 2.15	73.1333333 2.13	74.0666667 2.15
72.2333333 2.17	73.1666667 2.15	74.1000000 2.13
72.2666667 2.15	73.2000000 2.15	74.1333333 2.15
72.3000000 2.17	73.2333333 2.15	74.1666667 2.65
72.3333333 2.17	73.2666667 2.15	74.2000000 3.15

74.2333333 3.65	75.1666667 8.63	76.1000000 8.63
74.2666667 4.15	75.2000000 8.63	76.1333333 8.63
74.3000000 4.65	75.2333333 8.63	76.1666667 8.61
74.3333333 5.15	75.2666667 8.63	76.2000000 8.59
74.3666667 5.65	75.3000000 8.63	76.2333333 8.59
74.4000000 6.15	75.3333333 8.63	76.2666667 8.63
74.4333333 6.65	75.3666667 8.63	76.3000000 8.63
74.4666667 7.15	75.4000000 8.63	76.3333333 8.63
74.5000000 7.65	75.4333333 8.63	76.3666667 8.63
74.5333333 8.59	75.4666667 8.63	76.4000000 8.63
74.5666667 8.63	75.5000000 8.63	76.4333333 8.63
74.6000000 8.61	75.5333333 8.63	76.4666667 8.61
74.6333333 8.63	75.5666667 8.63	76.5000000 8.63
74.6666667 8.61	75.6000000 8.63	76.5333333 8.63
74.7000000 8.63	75.6333333 8.63	76.5666667 8.63
74.7333333 8.63	75.6666667 8.63	76.6000000 8.63
74.7666667 8.63	75.7000000 8.63	76.6333333 8.63
74.8000000 8.63	75.7333333 8.63	76.6666667 8.63
74.8333333 8.63	75.7666667 8.63	76.7000000 8.63
74.8666667 8.63	75.8000000 8.63	76.7333333 8.63
74.9000000 8.63	75.8333333 8.63	76.7666667 8.63
74.9333333 8.63	75.8666667 8.61	76.8000000 8.63
74.9666667 8.63	75.9000000 8.63	76.8333333 8.63
75.0000000 8.63	75.9333333 8.63	76.8666667 8.63
75.0333333 8.63	75.9666667 8.63	76.9000000 8.61
75.0666667 8.63	76.0000000 8.61	76.9333333 8.55
75.1000000 8.63	76.0333333 8.63	76.9666667 8.63
75.1333333 8.63	76.0666667 8.63	77.0000000 8.63

77.0333333 8.63	77.9666667 8.63	78.9000000 8.63
77.0666667 8.63	78.0000000 8.61	78.9333333 8.63
77.1000000 8.63	78.0333333 8.63	78.9666667 8.63
77.1333333 8.63	78.0666667 8.59	79.0000000 8.63
77.1666667 8.63	78.1000000 8.59	79.0333333 8.63
77.2000000 8.63	78.1333333 8.63	79.0666667 8.63
77.2333333 8.63	78.1666667 8.63	79.1000000 8.63
77.2666667 8.63	78.2000000 8.63	79.1333333 8.63
77.3000000 8.63	78.2333333 8.63	79.1666667 8.63
77.3333333 8.63	78.2666667 8.63	79.2000000 8.63
77.3666667 8.63	78.3000000 8.63	79.2333333 8.63
77.4000000 8.57	78.3333333 8.63	79.2666667 8.63
77.4333333 8.53	78.3666667 8.63	79.3000000 8.63
77.4666667 8.61	78.4000000 8.63	79.3333333 8.63
77.5000000 8.63	78.4333333 8.63	79.3666667 8.63
77.5333333 8.61	78.4666667 8.63	79.4000000 8.63
77.5666667 8.59	78.5000000 8.63	79.4333333 8.63
77.6000000 8.63	78.5333333 8.63	79.4666667 8.63
77.6333333 8.61	78.5666667 8.63	79.5000000 8.63
77.6666667 8.63	78.6000000 8.63	79.5333333 8.63
77.7000000 8.63	78.6333333 8.63	79.5666667 8.63
77.7333333 8.59	78.6666667 8.63	79.6000000 8.63
77.7666667 8.61	78.7000000 8.63	79.6333333 8.63
77.8000000 8.59	78.7333333 8.63	79.6666667 8.63
77.8333333 8.63	78.7666667 8.63	79.7000000 8.63
77.8666667 8.61	78.8000000 8.63	79.7333333 8.63
77.9000000 8.63	78.8333333 8.63	79.7666667 8.63
77.9333333 8.63	78.8666667 8.63	79.8000000 8.63

79.8333333 8.63

79.8666667 8.63

79.9000000 8.63

79.9333333 8.63

79.9666667 8.63

80.0000000 8.63