SISTEMA DE DETECCIÓN DE FALLA PARA UNA PLANTA TÉRMICA

Daniel Orlando Buitrago Avelino
20112375379
danielpwr1@gmail.com

William Alexander Contreras Dueñas
20151375031
wilcisf1941@hotmail.com

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ

2018

DETECCIÓN DE FALLA DE UN SISTEMA DE CONTROL TÉRMICO

Daniel Orlando Buitrago Avelino

William Alexander Contreras Dueñas

Trabajo de grado

Director:

Ingeniero Luini Leonardo Hurtado

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ

2018

1 Tabla de contenido

2 Lista de figuras 4
3 Lista de tablas 5
4 Lista de diagramas 5
5 Lista de Graficas 5
1 Resumen 8
2 Introducción 8
3 Descripción de la la planta t5553 amatrol 9
3.1 Que hace la planta? **¡Error! Marcador no definido.**
3.2 Componentes Banco térmico 10
3.2.1 Válvulas solenoide 11
3.2.2 Válvula Proporcional 12
3.2.3 Válvula neumática reguladora de flujo. 12
3.2.4 Rotámetro 12
3.2.5 Tanque de proceso (agua fría) 13
3.2.6 Tanque de servicio (agua caliente) 13
3.2.7 Bomba de empuje (horizontal) Bomba de succión (vertical) 14
3.2.8 Intercambiador de calor de placas paralelas 14
3.2.9 Unidad refrigerador *enfriador 15
3.2.10 Termocupla 15
3.2.11 Rtd 15
3.2.12 Termistor 16
4 Funcionamiento De La Planta Térmica 17
4.1 Descripción de modelamiento matemático 17
4.2 Función de transferencia directa 17
5 Sistema de instrumentación virtual “edibon data acquisition system” 18
5.1 Metodología 19
5.2 Procedimiento en el tanque de proceso 20
5.3 Proceso en el enfriador 22
5.4 Proceso en el intercambiador de calor 24
6 Simulación 26
6.1 Prueba 1 29

6.2 Prueba 2 32
6.3 Prueba 3 35
6.4 Prueba 4 38
6.5 Prueba 5 41
6.6 Prueba 6 44
6.7 Prueba 7 47
6.8 Prueba 8 50
6.9 Prueba 9 53
6.10 Prueba 10 55
7 Conclusiones. 59
8 Bibliografía 60
9 anexos Ficha técnica tarjeta edibon 61

2 Lista de figuras

Figura 1 Banco térmico amatrol 5553 7
Figura 2 Válvulas solenoide 11
Figura 3 Válvula Proporcional 12
Figura 4 Válvula neumática reguladora de flujo. 12
Figura 5 Rotámetro 12
Figura 6 Tanque de proceso 13
Figura 7 Tanque de servicio 13
Figura 8 Bomba de succión (vertical) Figura 9 Bomba de empuje (horizontal) 14
Figura 10 Intercambiador de calor 14
Figura 11 Unidad refrigerador 15
Figura 12 Termocupla 15
Figura 13 resistencia eléctrica en función de la temperatura 16
Figura 14 Termistor 16
Figura 15 interfaz gráfica 27
Figura 16 sistema de control del proceso 28

3 Lista de tablas

Tabla 1 Componentes Banco térmico 10
Tabla 2 datos comportamiento en condiciones normales de operación 62
Tabla 3 datos para detección de falla prueba 2 67
Tabla 4 datos para detección de falla prueba 3 72
Tabla 5 datos para detección de falla prueba 6 77
Tabla 6 comportamiento de prueba 7 y 8 82
Tabla 7 comportamiento prueba 10 87

4 Lista de diagramas

Diagrama 1 Función de transferencia directa 17
Diagrama 2 Diagrama De Proceso Y Asignación De Elementos 18

5 Lista de Graficas

Grafica 1 comportamiento inicial de las señales 20
Grafica 2 validada del proceso con 10000 datos 20
Grafica 3 función de transferencia del tanque de proceso 21
Grafica 4 comportamiento inicial de las señales en el enfriador 22
Grafica 5 validada del proceso con 10000 datos 23
Grafica 6 comportamiento de enfriador. 24
Grafica 7 comportamiento inicial de las señales en el intercambiador de calor 24
Grafica 8 comportamiento de intercambiador de calor 10000 datos 25
Grafica 9 transferencia del intercambiador de calor correlación del 87.85% 26
Grafica 10 prueba 1 tanque de proceso vs intercambiador en condiciones normales de operación. 29
Grafica 11 prueba 1 enfriador vs válvula en condiciones normales de operación 30
Grafica 12 resultado prueba 1 31
Grafica 13 prueba 2 tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla desconexión tanque. 32
Grafica 14 prueba 2 enfriador vs válvula en detección de falla desconexión de tanque 33
Grafica 15 resultado prueba 2 34
Grafica 16 prueba 3 tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla unidad de refrigeración. 35
Grafica 17 prueba 3 enfriador vs válvula en detección de falla desconexión de unidad de refrigeración 36

Grafica 18 Resultado prueba 3 37
Grafica 19 prueba 4 Tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla el intercambiador 38
Grafica 20 prueba 4 enfriador vs válvula en detección de falla el intercambiador. 39
Grafica 21 Resultado prueba 4 40
Grafica 22 prueba 5 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla el Sensor de temperatura. 41
Grafica 23 prueba 5 enfriador vs válvula en detección de falla el Sensor de temperatura 42
Grafica 24 resultado prueba 5 43
Grafica 25 prueba 6 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla el Válvula proporcional. 44
Grafica 26 prueba 6 enfriador vs válvula en detección de falla el Válvula proporcional. 45
Grafica 27 Resultado prueba 6 46
Grafica 28 prueba 7 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla en el El suministro neumático. 47
Grafica 29 prueba 7 enfriador vs válvula en detección de falla en el El suministro neumático. 48
Grafica 30 Resultado prueba 7 49
Grafica 31 prueba 8 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por el sensor del tanque desconectado. 50
Grafica 32 prueba 8 enfriador vs válvula con detección de falla por el sensor del tanque desconectado. 51
Grafica 33 Resultado prueba 8 52
Grafica 34prueba 9 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por el enfriador apagado. 53
Grafica 35 prueba 9 enfriador vs válvula en detección de falla por el enfriador apagado. 54
Grafica 36 Resultado prueba 9 55
Grafica 37 prueba 10 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por válvula cerrada. 56
Grafica 38 prueba 10 enfriador vs válvula en detección de falla por válvula cerrada 57
Grafica 39 Resultado prueba 10 58

PROCEDIMIENTO DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LOS SENSORES BANCO AMATROL T 5553



Figura 1 Banco térmico amatrol 5553

1 Resumen

El siguiente trabajo de grado muestra el desarrollo de un sistema de detección de falla de una planta térmica, para tal fin se utilizó el banco de prueba Amatrol T5553, ubicado en los laboratorios de electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. El procedimiento se realizó con datos tomados a los tres sensores: ubicados cada uno en una parte especifica del proceso térmico , se encuentran ubicados de la siguiente forma uno en el tanque de proceso el segundo en el enfriador y el tercero en el intercambiador de calor; estos datos muestran el comportamiento de la máquina a través de un intervalo de tiempo y dependiendo del caudal suministrado al proceso, utilizando una herramienta matemática se obtienen la graficas de comportamiento de cada dispositivo y posteriormente se calculan sus funciones de transferencia, para generar una simulación que sea lo más fiel al comportamiento real de la máquina, para cualquier tiempo y caudal.

Para hacer la detección de fallas se hace una comparación entre la curva de operación normal del banco contra una serie de fallas provocadas en cada dispositivo las cuales arroja una curva de comportamiento de falla, de esta forma se visualiza el cambio en cada una de las gráficas, con esto se detecta el tipo de falla y en qué momento ocurre de una forma rápida, así se contribuye tanto al conocimiento teórico-práctico en el ejercicio de control para detección de fallas, como a la generación de un conocimiento aplicado y comprobado que optimice el rendimiento de máquinas en el sector industrial, con base en un riguroso análisis matemático de carácter preventivo y predictivo.

2 Introducción

Este trabajo de grado presenta los fundamentos de un modelo matemático aplicado al análisis de fallas de una planta térmica. Para ello expone, en primer lugar, las características del “System Identification” como aplicación interactiva de simulación de fallos controlados utilizados en la planta térmica T5553 de Amatrol. En segundo lugar, explica detalladamente la estructura y funcionamiento de los componentes tales como el tanque de proceso, enfriador y el intercambiador de calor de dicha máquina, así como un programa de simulación de fallos en su diseño y operatividad. Luego, confronta diversos simulacros de fallo posibles, explicando las características e incidencia de los mismos.

Para que el proceso de identificación sea satisfactorio, es necesario que los datos utilizados para tal fin contengan información significativa sobre el sistema. Esto implica un cuidadoso diseño del experimento de adquisición de datos, debiéndose tomar una serie de rangos de operación para las señales que van a ser medidas, el periodo de muestreo a utilizar, el tipo de entrada más adecuada, el número de datos a almacenar.

La identificación de un accionamiento a partir de datos de entrada y salida del mismo origina un modelo matemático descrito por curva, en otras palabras, un comportamiento de operación de una máquina. En base en los datos se utiliza programa matemático para

recrear el modelo matemático de las condiciones normales de operación; basados en nuestra experiencia con la herramienta Matlab*, se utiliza la aplicación* "System Identification toolbox" que es una interfaz gráfica para analizar modelos lineales y no lineales. Esta aplicación realiza las tareas principales del proceso de identificación de la máquina de análisis térmico o "Thermal Process Control System", ejecutando comandos de selección en los menús GUI, menús emergentes y casillas de verificación.

En un contexto menos general los dispositivos evaluados en el sistema son el enfriador, intercambiador de calor y tanque de proceso. Los datos proporcionados por los sensores presentes en estos componentes cuya característica compartida es la señal de 4 a 20 mA , este protocolo es denominado Transmisión analógica estas señales se caracterizan por el continuo cambio de amplitud de la señal. la señal oscila entre 4 y 20 mA, es transmitida totalmente análoga. la tarjeta de adquisición de datos *"Edibon* Data Acquisition System/Virtual Instrumentation System*"*. Tiene dispositivos para tomar la medida de cada uno de los sensores y trasmitirlos a un ordenador o pc.

Normalmente se quiere que una máquina sea confiable y eficiente en su funcionamiento, pero en un contexto donde las tecnologías de información se encuentran vulnerables a sufrir daños, estos se pueden anticipar si se realizan test de comparaciones apoyadas en modelos matemáticos. Así, el sistema de adquisición de datos empleado para monitorización, se establece a través de la digitalización de la señal, esto es, un procedimiento de conversión de la señal analógica en digital, resultando una secuencia de muestras de la señal original (señal muestreada) con una representación numérica. En el caso de señales discretas o binarias (dos estados posibles, 1 ó 0, ON/OFF, presencia / ausencia) es suficiente la utilización de un dígito binario (bit) para su representación. Para las señales analógicas o continuas (temperaturas, caudales, presiones, etc. representadas por señales eléctricas de 0-24 V, 0-10V, 4-20 mA. o similares) se utiliza en su representación una palabra formada por varios bits (habitualmente 8, 12, 16 o 32 bits), cuyo rango de valores depende precisamente del número de bits según la relación 2N, siendo N el número de bits. El número de bits utilizado en la representación viene limitado por el conversor y el microprocesador que incorpora el sistema de adquisición, este procedimiento de conversión analógica a digital es por lo general transparente al usuario del sistema de monitorización.

3 Descripción de la planta t5553 amatrol.

3.1 ¿Que hace la planta?

Es un sistema de control proceso térmico que permite calibrar, ajustar, instalar, operar y optimizar los sistemas de control de procesos térmicos en aplicaciones industriales. Todos los componentes eléctricos están conectados al panel de control para permitir medir las señales y conectar los dispositivos en circuitos de control de tipo PID, On /Off y control manual.

La T5553 Amatrol, funciona en base a dos circuitos de agua, uno de servicio (agua caliente) y otro de proceso (agua fría), que jamás se mezclan, sino que por medio de un intercambiador de calor el agua de proceso se calienta gracias al agua de servicio, el

sistema posee una serie de equipos y elementos que garantizan su correcto funcionamiento.

La planta de procesos T5553-BD posee elementos de alta calidad, utilizados en los diferentes procesos industriales. Para controlar la temperatura del fluido de esta, es necesario contar con un circuito de agua fría y caliente; para efectuar estas variaciones se requiere la ayuda de los intercambiadores de calor, el primero encargado de eliminar el calor cuando el refrigerador está funcionando y el segundo sube la temperatura. A continuación, se describe cada uno de los componentes que integran la planta de procesos térmicos y su respectiva ubicación.

3.2 Componentes Banco térmico

Tabla 1 Componentes Banco térmico

Item	Descripción			Instrument Tag
1	Tanque de proceso			.
2	Tanque de líquido caliente			.
3	Bomba de proceso		' .	
4	Bomba para agua caliente		.	
5	Chiller			.
6	Intercambiador de calor			.
7	Válvula de tres vías Manual			HV 500-A
8	Válvula manual			HV 500-B
9	Válvula manual			HV 500-C
10	Válvula manual			HV 500-D
11	Válvula manual			HV 700
12	Diaphragm - Actuated	Flow Control Valve	FCV 700	
13	Rotámetro con fluido	Control Valve		FI500 FV 500
14	Rotámetro con fluido	Control Valve		FI700A FV700
15	Rotámetro			FI700B
16	Manómetro de Temperatura			TI 600-A
17	Manómetro de Temperatura		T	I 600·8
18	Manómetro de Temperatura			TI 600-C
19	Manómetro de Temperatura		TI	800-A
20	Manómetro de Temperatura		TI	800-B
21	Manómetro de Temperatura			TI 800-C

22	RTD			TE 600-A
23	Termocupla			TE 600·6
24	Termistor			TE 600-C
25	Sensor termostato para temperatura			"JC 1100
26	Heating Element			HT 1100
27	Regulador de presión y manómetro de presión			"PC 1000
28	1/P Converter with Pressure Gauge			"IYT 1000
29	Trasmisor de Temperatura			"TT 100 (T5553-BDJ)
30	PID Controller (Optional)			FIC 1000
31	Flow Switch, SPST, Low Flow			FS 500
32	Leve! Switch Interlock			LS 900
33	Flow Sensor with Transmitter (Optional)			"FE 700
34	AC Power Cord			

3.2.1 Válvulas solenoide

Las válvulas solenoide se encuentran, una a la entrada y otra a la salida del tanque de proceso y sirven para evitar el paso del líquido hacia el tanque en caso de que este lleno y para proteger la bomba en caso de que este vacío, funciona en un rango de 10V- 24V.



Figura 2 Válvulas solenoide

3.2.2 Válvula Proporcional

El actuador proporcional le permite a la válvula solenoide operar de manera gradual mediante una de 4 -20 mA. Esta válvula regula el paso de agua de proceso al sistema.



Figura 3 Válvula Proporcional

3.2.3 Válvula neumática reguladora de flujo.

Este actuador es necesario para realizar el control de flujo de agua de servicio que llega al sistema, en un rango de (3 a 15 psi).



Figura 4 Válvula neumática reguladora de flujo.

3.2.4 Rotámetro

Es tambien conocido como flujometro es para medir caudales de liquido con una presion constante haciendo levantar contra una fuerza gravitatoria de un elemneto sencible.

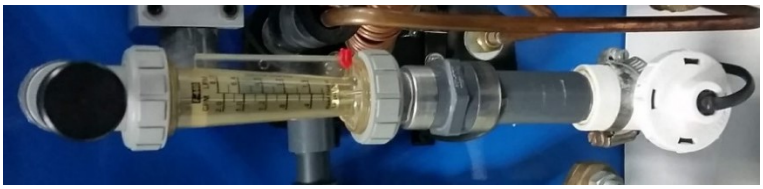


Figura 5 Rotámetro

3.2.5 Tanque de proceso (agua fría)

Este dispositivo es el que almacena el agua de proceso que inicialmente se encuentra a menor temperatura que la del tanque de servicio y conforme transcurre el tiempo y dependiendo del caudal de servicio aumenta su temperatura.

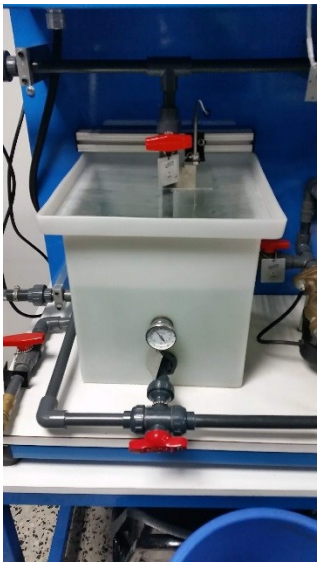


Figura 6 Tanque de proceso

3.2.6 Tanque de servicio (agua caliente)

El agua almacenada en este tanque es la que se va a utilizar en un procedimiento puntual en la planta, y a esta es a la que se le desea aumentar la temperatura a una magnitud en especial. Este está conectado a la bomba horizontal.



Figura 7 Tanque de servicio

3.2.7 Bomba de empuje (horizontal)



Figura 8 Bomba de succión (vertical)

Bomba de succión (vertical)



Figura 9 Bomba de empuje (horizontal)

3.2.8 Intercambiador de calor de placas paralelas

Intercambiador de calor consta de un intercambiador tanque deposito con resistencia interna de calefacción y circuito de tubería de alta temperatura rango de temperatura 23°C hasta 70°C

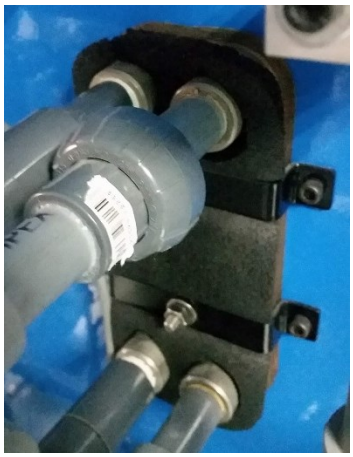


Figura 10 Intercambiador de calor

3.2.9 Unidad refrigerador *enfriador

Unidad de condensación tipo axial rango de 3°C a temperatura ambiente.



Figura 11 Unidad refrigerador

3.2.10 Termocupla

sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a una temperatura de 0 °C posee un valor de resistencia de 100 (ohms), la resistencia eléctrica varia con la temperatura



Figura 12 Termocupla

3.2.11 Rtd

La medida con este tipo de instrumentos depende de las características de resistencia eléctrica en función de la temperatura que son propias de los metales con los que se fabrica el elemento sensor.
Son los más simples y exactos, capaces de detectar hasta 0,005 °C y debido a su exactitud y simplicidad estos termómetros se usan como patrones de calibración de otros termómetros. La relación entre el valor de la resistencia eléctrica y el de la temperatura esta dado, para la mayoría de los metales que aumentan su resistencia con la temperatura.
Censan temperatura en un punto intermedio tienen un respuesta de 4 a 20 mA para convertir a voltaje la señal se añade una resistencia a de 100 ohm.



Figura 13 resistencia eléctrica en función de la temperatura

3.2.12 Termistor

Un termistor es un sensor resistivo de temperatura y su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura. El término termistor proviene de Thermally Sensitive Resistor. Utilizan electrodos internos que detectan el calor que les rodea y lo miden a través de impulsos eléctricos. También ayudan a controlar el calor hasta cierto punto, por lo general haciendo que el dispositivo al que están unidos se caliente más lentamente. Son fabricados con materiales semiconductores sensibles a la temperatura, se fabrican a partir de los óxidos de metales de transición (manganeso, cobalto, cobre y níquel). El silicio y germanio también se utilizan en la fabricación de termistores, en la figura T18 se muestra el símbolo utilizado para representar a los termistores. El sensor de temperatura proporciona una señal de retroalimentación de 4-20mA que es proporcional al nivel del líquido en uno de los tanques. Este transductor se monta convenientemente a una distancia ajustable en la planta. Exactitud del 2%.



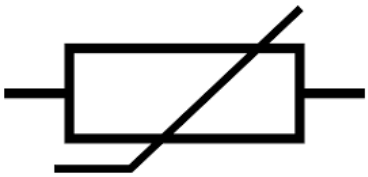


Figura 14 Termistor

4 Funcionamiento De La Planta Térmica

4.1 Descripción de modelamiento matemático

Descripción de un modelamiento en las palabras de Juan Hernández de la Universidad donde define que, si se desea “controlar un determinado sistema o planta, es necesario definir una expresión matemática que sea capaz de modelar correctamente el sistema en cuestión dentro del rango en el que se trabajará. Uno de los métodos existentes para la elaboración de estos modelos es la descripción fenomenológica del proceso mediante sus ecuaciones físicas, lo cual requiere conocer la gran mayoría de los parámetros que influyen en el sistema; sin embargo, cuando el sistema consta de un número importante de variables, el método descrito se torna bastante complejo, sobre todo si no se dispone de las herramientas algebraicas adecuadas.”

4.2 Función de transferencia directa

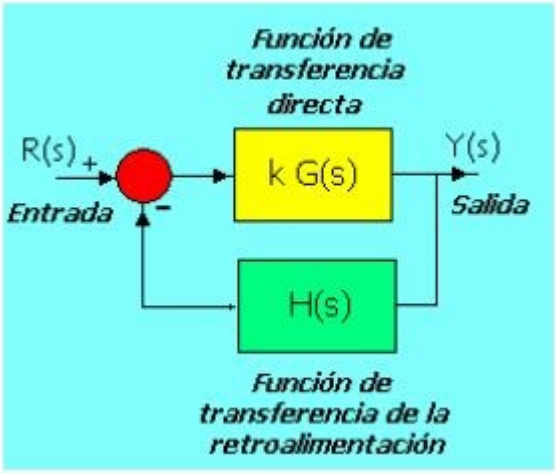


Diagrama 1 Función de transferencia directa

Para desarrollar nuestro modelo matemático se utilizó la ecuación de transferencia cuyo concepto es “La función de transferencia es una forma de modelado alternativa a la ecuación diferencial que resulta mucho más compacta y manejable. Además, permite determinar el tipo de respuesta del sistema sin tener que calcular explícitamente la respuesta temporal”.
La planta de procesos T5553-BD tiene elementos de alta calidad, utilizados en los diferentes procesos industriales. Para controlar la temperatura del fluido de esta, es necesario contar con un circuito de agua fría y caliente; para efectuar estas variaciones se requiere la ayuda de los intercambiadores de calor, el primero encargado de eliminar el calor cuando el refrigerador está funcionando y el segundo sube la temperatura. A continuación se describe cada uno de los componentes que integran la planta de procesos térmicos y su respectiva ubicación.

5 Sistema de instrumentación virtual “edibon data Acquisition System”

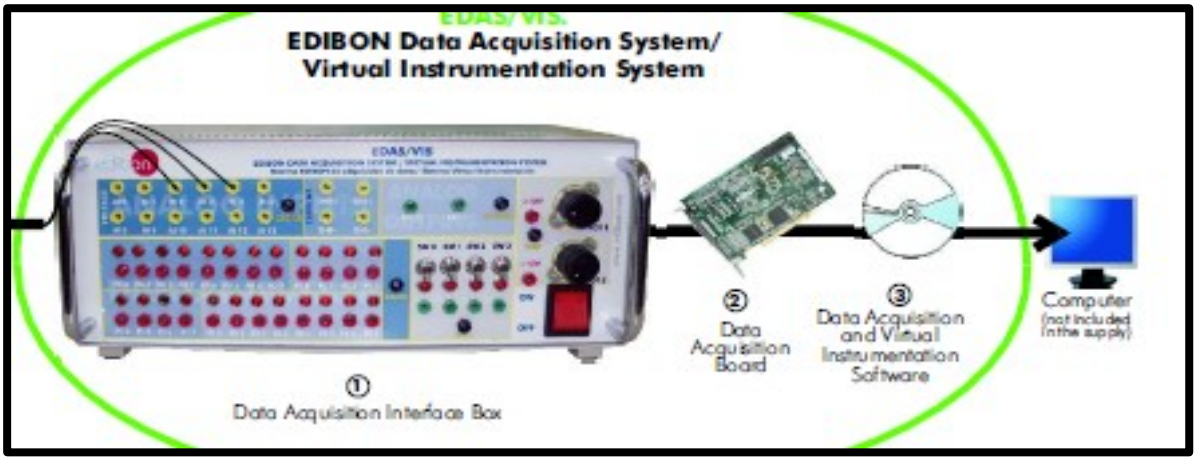


FIGURA 18 Sistema de instrumentación virtual “Edibon Data Acquisition System

EDIBON NI 6221, recoge los datos de la máquina dados en mA y lo convierte a unas tablas compatibles con Excel, esta tarjeta funciona por medio de medidas de voltaje por lo que necesita de una resistencia de 250 ohmios para que interactúe con las señales en mA de la máquina y así se conviertan en voltaje para que la tarjeta de adquisición registre los datos.

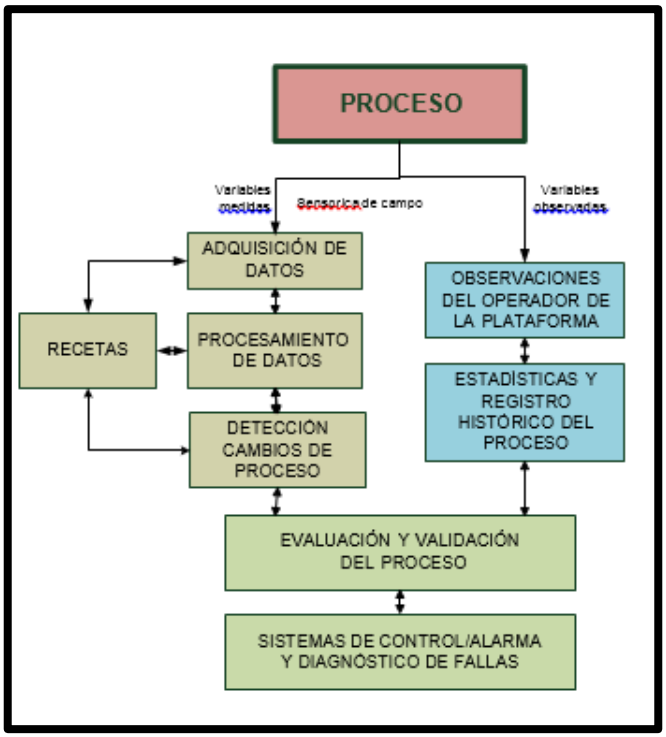


Diagrama 2 Diagrama De Proceso Y Asignación De Elementos

5.1 Metodología

Este proyecto se centra en el análisis del comportamiento de una planta térmica, que para este caso proporciona una transferencia de calor entre dos lazos, uno de servicio y uno de proceso, este primero es el que cuenta el fluido a más alta temperatura y que posteriormente con el trascurrir del tiempo transfiere calor al fluido a más baja temperatura, , mediante los datos generados por los tres componentes de la maquina Amatrol T5553: el tanque de proceso , el enfriador y el intercambiador de calor, Los datos se obtienen por medio de una tarjeta de adquisición de datos EDIBON NI 6221, que los toma de la máquina y los convierte a unas tablas compatibles con programas computacionales, para asi agilizar el manejo de los datos. De esta forma con los datos copilados se importan al programa *Matlab*, identificando las entradas y las salidas del sistema para generar las gráficas del comportamiento de cada uno de los componentes.

Se optó por tomar los datos con un intervalo de 0.577 segundos, con caudales de 1.8, 1.5, 0.6 y 0.4 Gpm (galones por minuto), la tarjeta de adquisición los convierte a Excel y se observan de la siguiente manera.

Tabla 2 Datos del comportamiento planta

tiempo (s)	tanque de proceso (°C)	tanque de proceso (mA)	enfriador (°C)	enfriador (mA)	intercambiador de calor (°C)	intercambiador de calor (mA)	Lazo Servicio (GPM)	Lazo Servicio (mA)
0	-0,172332397	5,429478924	-1,491744699	5,237564407	2,900707296	5,876466516	0	4
0,57723143	0,316505384	5,500582601	-2,269965844	5,124368604	2,371558414	5,799499406	0	4
1,15446285	0,480203745	5,524393272	-2,029741301	5,159310356	1,451809492	5,665717744	0	4
1,73169428	0,549016571	5,53440241	-0,230660816	5,42099479	1,050037624	5,6072782	0	4
2,30892571	0,501738584	5,527525612	-2,355375933	5,111945319	-0,82772653	5,334148868	0	4
2,88615714	1,279232955	5,640615703	-2,33148031	5,115421046	3,577370251	5,974890218	0	4
3,46338856	0,300502868	5,498254963	-0,337743218	5,405419168	0,758858979	5,564924942	0	4
4,04061999	1,80163228	5,716601059	0,142819005	5,475319128	1,548332291	5,679757424	0	4
4,61785142	1,987351715	5,743614795	-1,073867272	5,298346579	2,115766925	5,762293371	0	4
5,19508284	0,731687965	5,560972795	-2,165504859	5,13956293	1,367688825	5,653482011	0	4
5,77231427	1,599917669	5,687260752	-1,47775372	5,239599459	4,812983868	6,154615835	0	4
6,3495457	0,137929443	5,474607919	-1,324584537	5,261878613	2,038113695	5,750998356	0	4
6,92677712	-1,194732533	5,280766177	-2,083146846	5,151542277	3,111076207	5,90706563	0	4
7,50400855	-0,259771225	5,416760549	0,386633946	5,510783119	2,449847992	5,810886981	0	4
8,08123998	1,118267078	5,617202484	-1,540477379	5,230476018	1,979696517	5,742501312	0	4
8,65847141	1,16209405	5,623577316	-0,452187032	5,388772795	2,975717186	5,887377045	0	4
9,23570283	1,153010581	5,622256085	-0,579782904	5,370213396	3,745100576	5,999287356	0	4
9,81293426	0,806451348	5,571847469	0,848518077	5,577966266	2,48441443	5,815914826	0	4
10,3901657	0,579229174	5,538796971	0,106713305	5,47006739	3,746090775	5,999431385	0	4

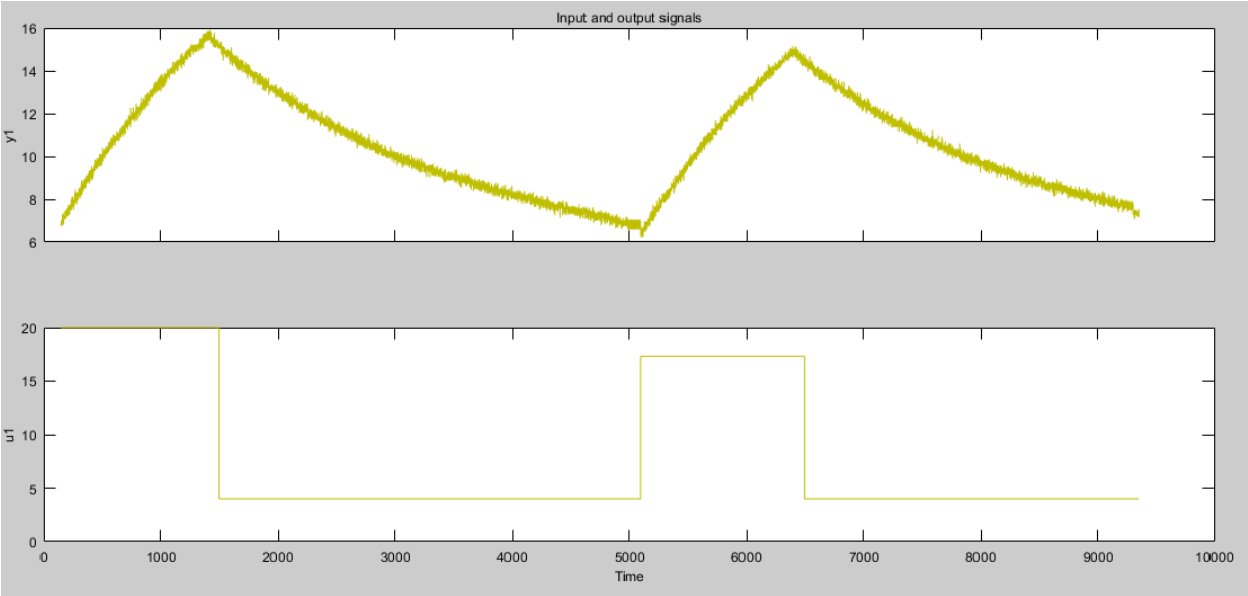
Para realizar este trabajo de grado se utilizaron 18709 datos para cada dispositivo, luego se procedió a realizar una validación de dichos datos, para que con ello se empleara un número menor de ellos, esto para ahorrar tiempo de procesamiento en el software. Para la validación se tomaron 10000 datos obviando el inicio del proceso, ya que mientras el agua de proceso alcanza los 40 grados los datos varían con relación al tiempo.

Con la validación de cada una de las gráficas se procede a hallar la función transferencia que representa el comportamiento de cada uno de los dispositivos, para esto se tuvo en cuenta que la señal tiene que estar en tiempo discreto dado que es una señal digital, el programa genera múltiples funciones de transferencia, varias adecuadas y otras no por lo que se deben tomar parámetros para escoger la función más apropiada, dado que las funciones son en tiempo discreto lo que indican los modelos matemáticos es que es necesario que el número de polos sea mayor o igual al número ceros, además se debe tener en cuenta que las funciones de transferencia tengan una correlación mayor al 80%,

después de filtrarlas de esta forma se recomienda escoger la ecuación que sea más simple para disminuir los términos vinculados en cada una de ellas.

Para poder realizar el análisis del comportamiento de la maquina con mayor facilidad se dividirá este trabajo analizando cada uno de los dispositivos por separado, empezando por el tanque de proceso seguido del enfriador y por último el intercambiador de calor.

5.2 Procedimiento en el tanque de proceso



Grafica 1 comportamiento inicial de las señales

Comportamiento inicial de las señales en el tanque de proceso; señal de salida (superior comportamiento temperatura tanque de proceso), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.

Grafica 2 validada del proceso con 10000 datos

Señales de salida (superior comportamiento temperatura tanque de proceso), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.

al tener las dos graficas del dispositivo tanto como la inicial como la validada se obtiene la función de transferencia del dispositivo, variando el numero de polos y ceros, en tiempo discreto dado que es una señal digital.

Función de transferencia hallada para el tanque de proceso

$$\frac{0.001483\ z^{-1}}{1 - 0.0008535\ z^{-1} - 0.998\ z^{-2}}$$

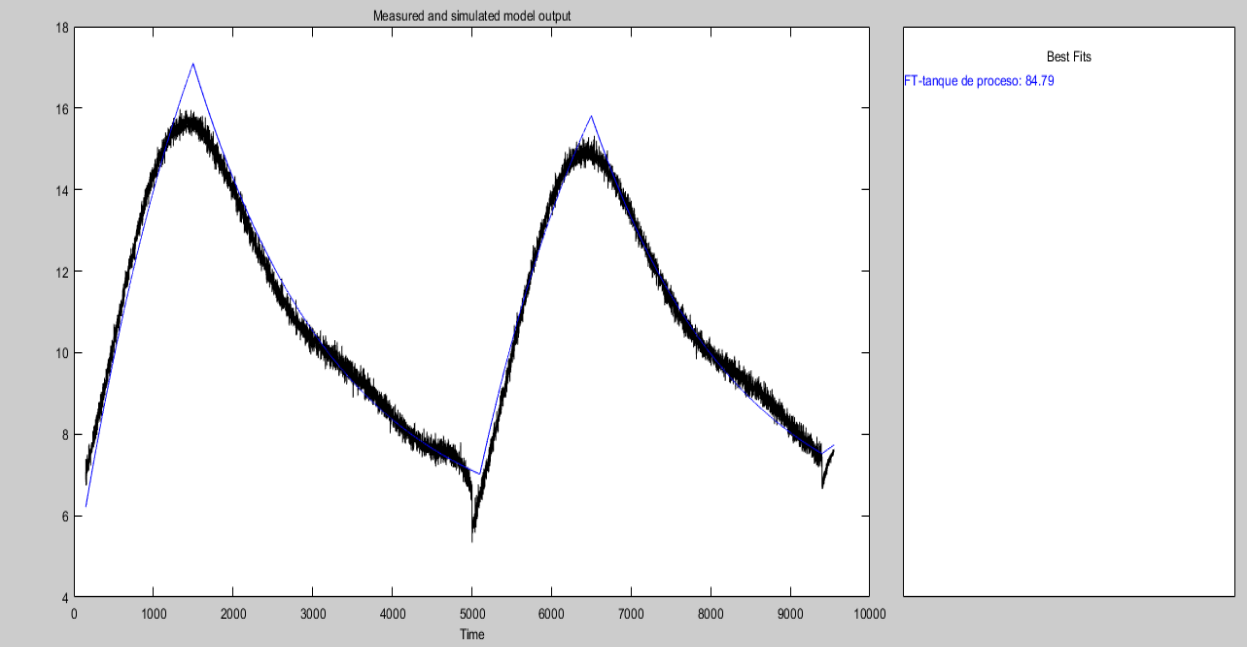
Función 1 tanque de proceso

Parámetros de la función de transferencia.

```
Number of poles: 2   Number of zeros: 1
Number of free coefficients: 3
```

Función 2 número de polos

Al utilizar la función de transferencia hallada anteriormente se puede graficar y obtener el comportamiento del dispositivo.

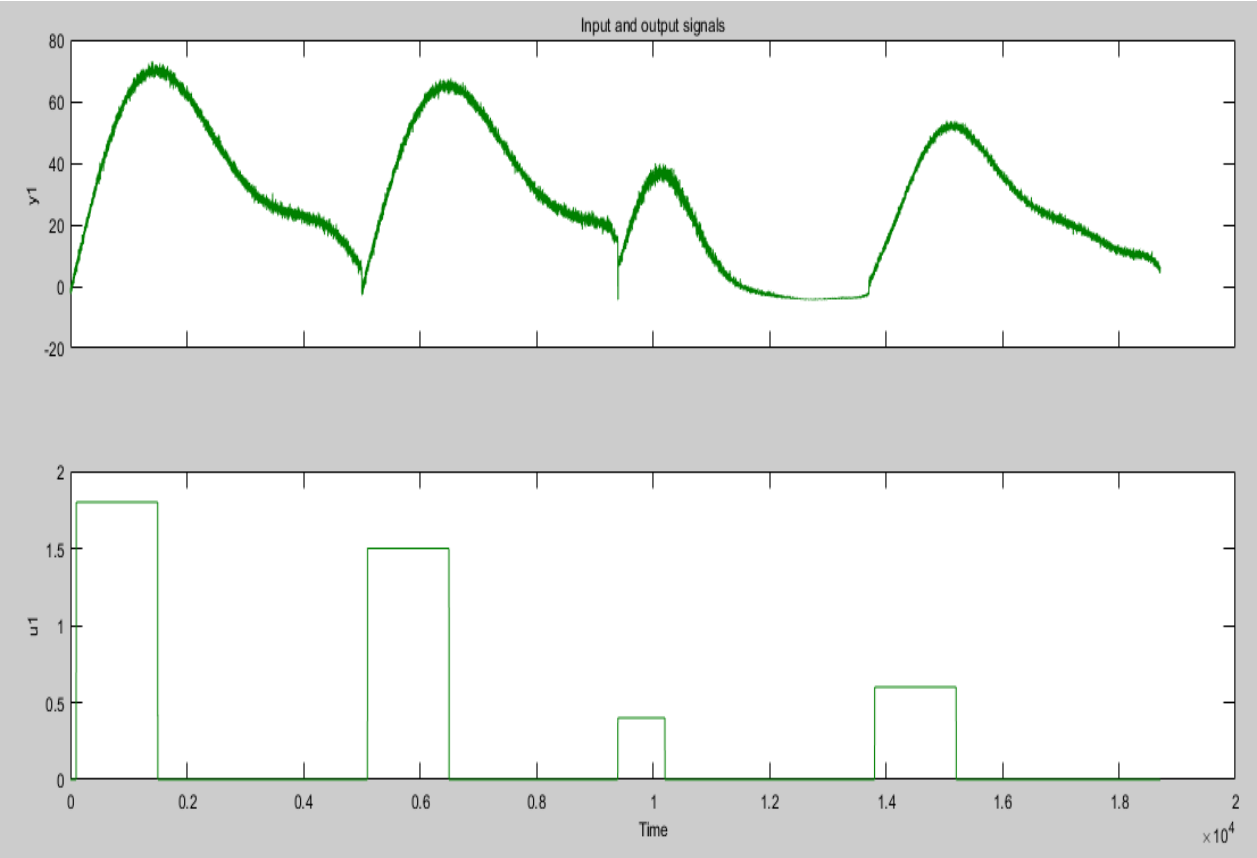


Grafica 3 función de transferencia del tanque de proceso

Grafica obtenida al partir de la función de transferencia del tanque de proceso correlación del 84.79%.

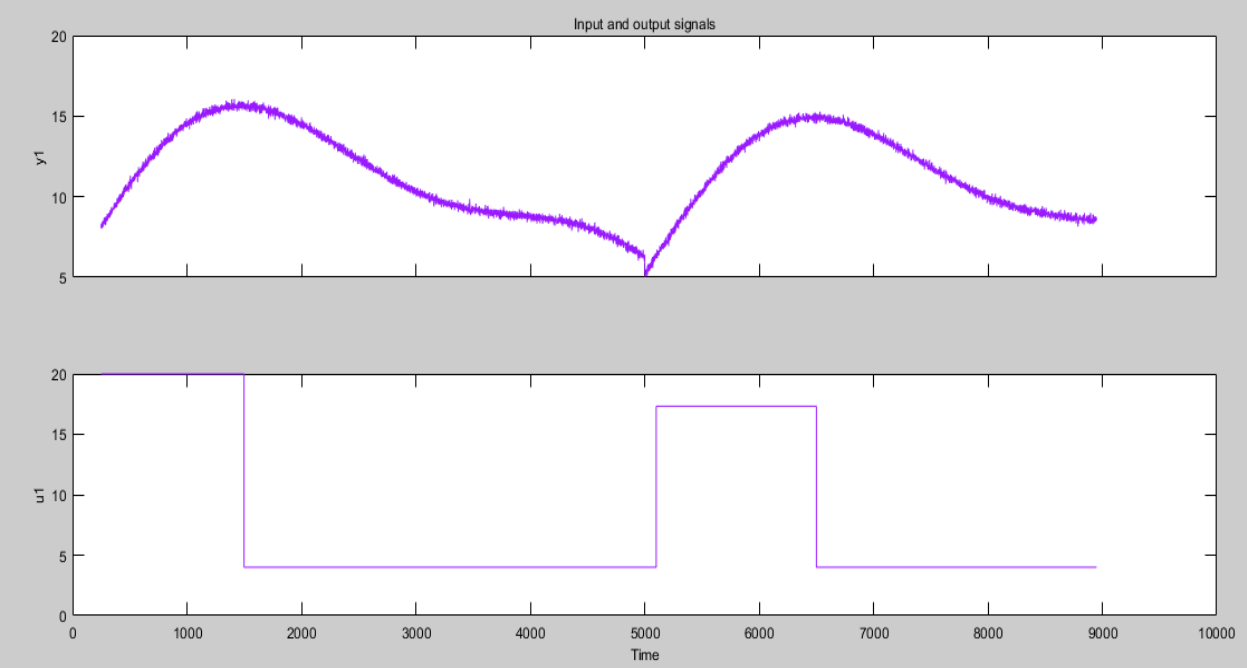
5.3 Proceso en el enfriador

Este dispositivo se encarga de disminuir la temperatura del agua de proceso hasta la temperatura ambiente para así poder calentarla hasta la temperatura deseada para un proceso posterior, es decir reinicia el proceso volviendo el agua de proceso a temperatura ambiente. (Adicionar funcionamiento del enfriador o condenador).



Grafica 4 comportamiento inicial de las señales en el enfriador

Comportamiento inicial de las señales en el enfriador; señal de salida (superior comportamiento temperatura en el enfriador), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.



Grafica 5 validada del proceso con 10000 datos

Señales de salida (superior comportamiento temperatura en el enfriador), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.

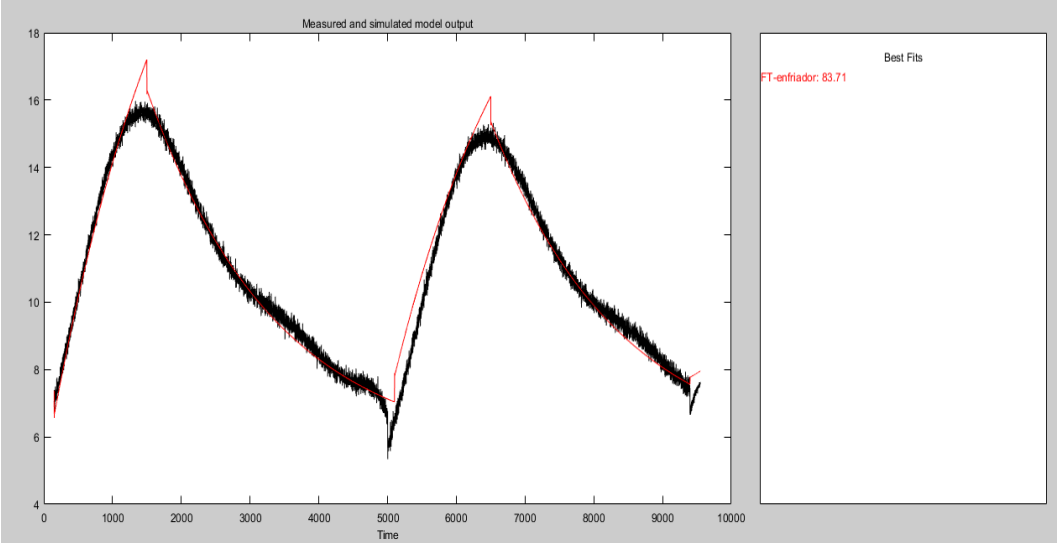
Al tener las dos graficas del enfriador tanto la inicial como la validada se procede a hallar la función de transferencia del dispositivo, variando el número de polos y ceros, en tiempo discreto dado que es una señal digital.

$$\frac{0.06451\ z^{-1} - 9.146e{-}05\ z^{-2} - 0.06278\ z^{-3}}{1 + 0.1061\ z^{-1} - 0.9782\ z^{-2} - 0.1118\ z^{-3} - 0.01489\ z^{-4}}$$

Función 3 Función de transferencia hallada para el enfriador

Parámetros de la función de transferencia.

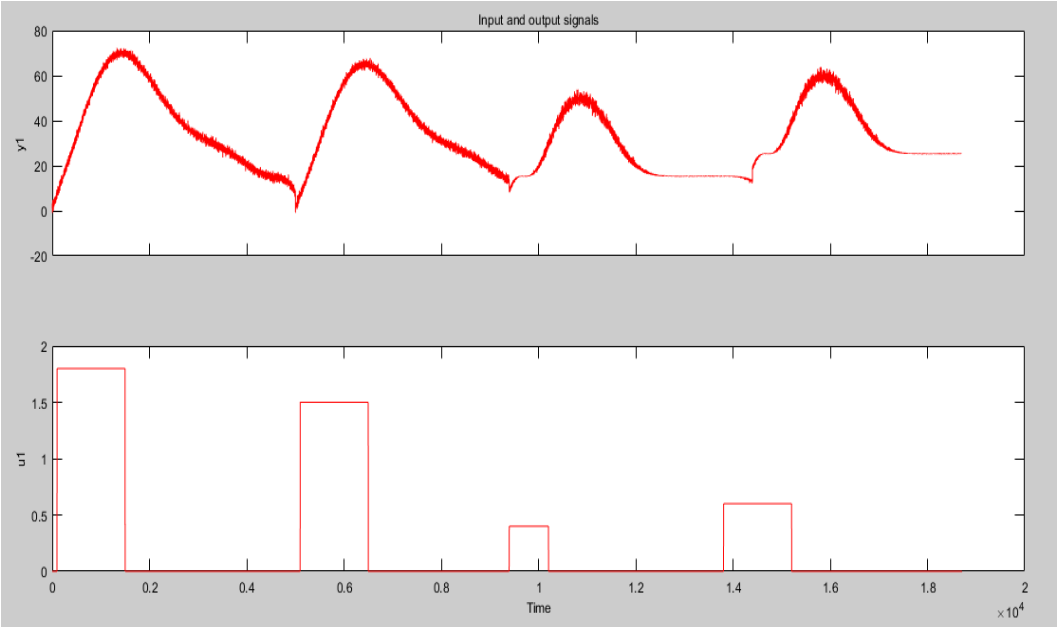
```
Number of poles: 4   Number of zeros: 3
Number of free coefficients: 7
```



Grafica 6 comportamiento de enfriador.

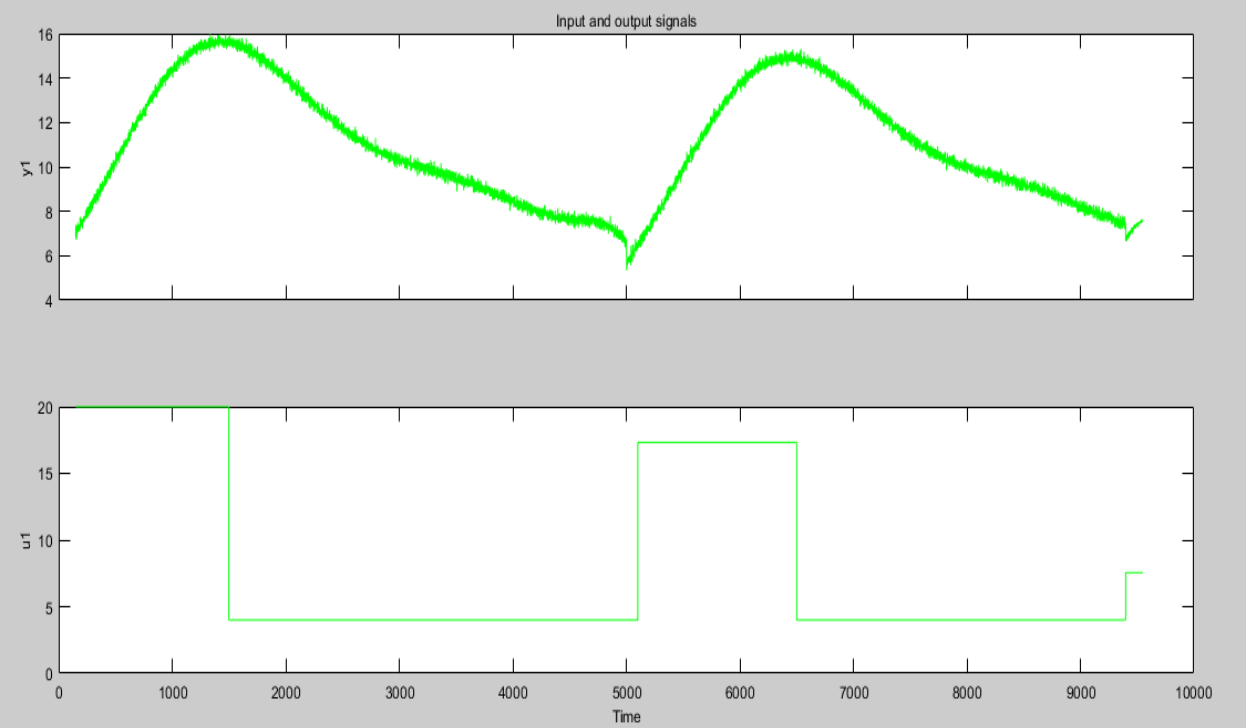
Obtenida al partir de la función de transferencia del enfriador correlación del 83.71%

5.4 Proceso en el intercambiador de calor



Grafica 7 comportamiento inicial de las señales en el intercambiador de calor

Comportamiento inicial de las señales en el intercambiador de calor; señal de salida (superior comportamiento temperatura en el intercambiador), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.



Grafica 8 comportamiento de intercambiador de calor 10000 datos

Validada del proceso con 10000 datos, señales de salida (superior comportamiento temperatura en el intercambiador), señal de entrada (inferior caudal de lazo de servicio), con respecto al tiempo.

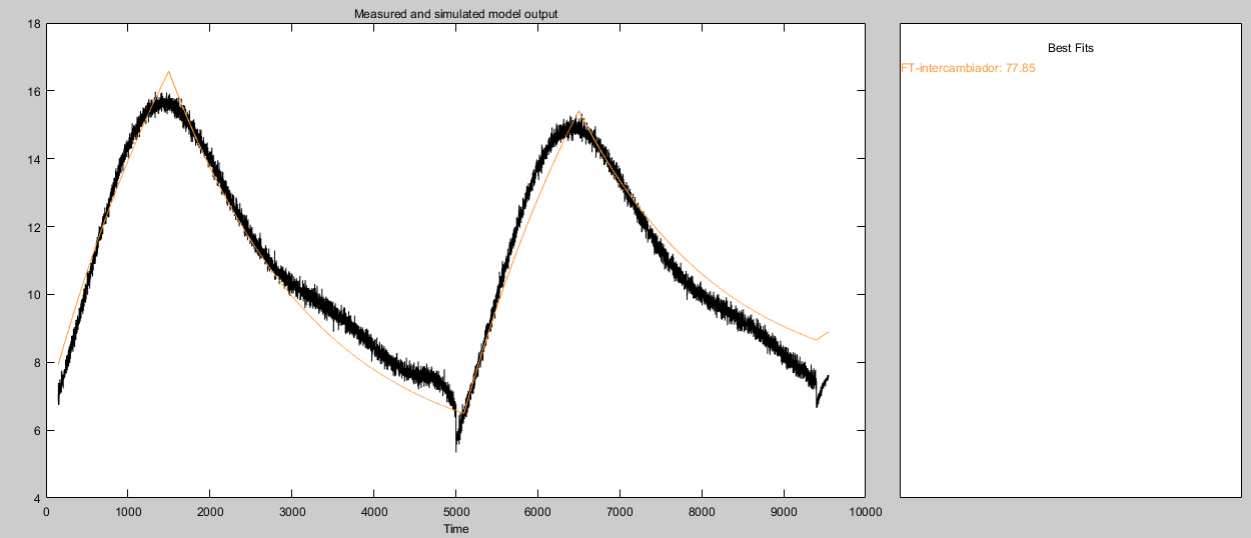
Después de obtener la gráfica con los datos iniciales y la gráfica validada con los 10000 datos, se obtiene la función de transferencia del intercambiador de calor de placas paralelas, variando el número de polos y ceros, en tiempo discreto.

$$\frac{0.002445\ z^{-1} - 0.002445\ z^{-2}}{1 - 0.5104\ z^{-1} - 0.9805\ z^{-2} - 0.5061\ z^{-3} + 0.997\ z^{-4}}$$

Función 4 Función de transferencia para el intercambiador de calor

Parámetros para la función de transferencia del intercambiador de calor.

```
Number of poles: 4   Number of zeros: 2
Number of free coefficients: 6
```



Grafica 9 transferencia del intercambiador de calor correlación del 87.85%

Obtenida al partir de la función de transferencia del intercambiador de calor correlación del 87.85%.

En el intercambiador de calor se pueden presentar diversas fallas que se podrán evidenciar por el comportamiento de las gráficas.

6 Simulación

Con la herramienta del software Matlab y con las funciones de transferencia halladas anteriormente para cada uno de los dispositivos se elabora un esquema en simulink que representa en funcionamiento de la planta térmica con todos los valores que se presentarían en un proceso real.

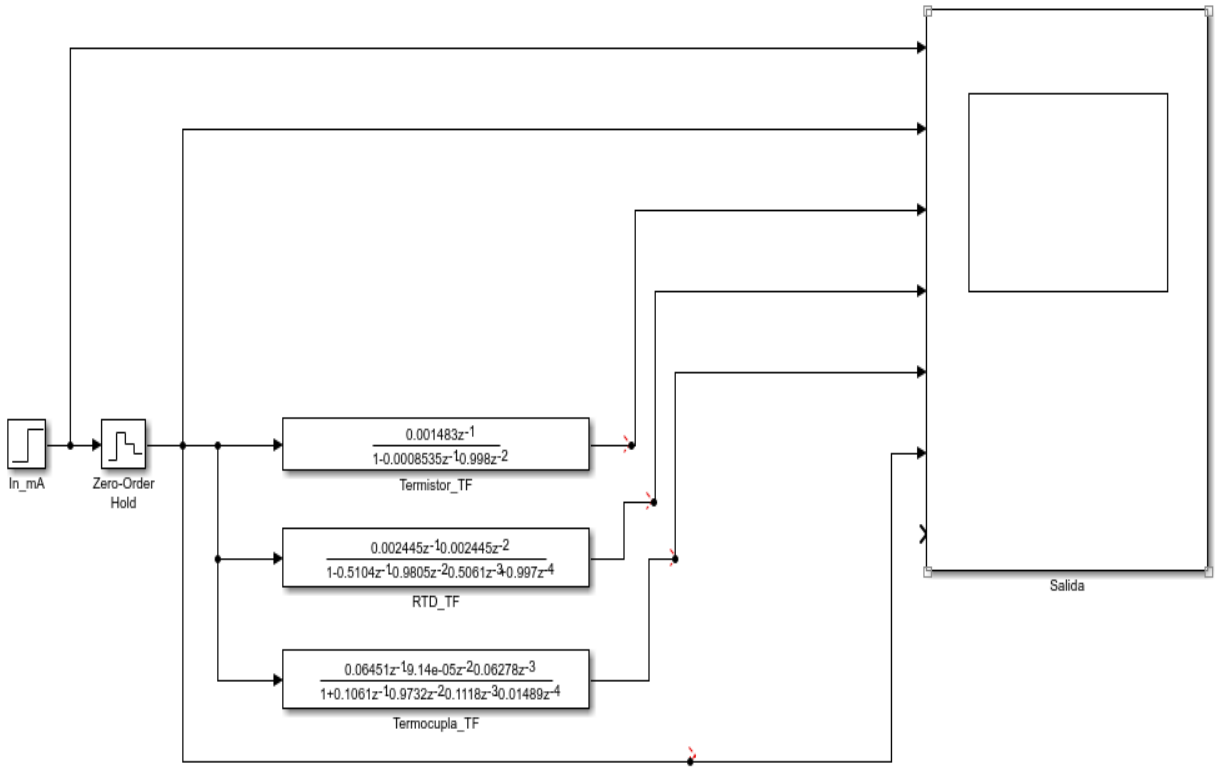


Figura 15 interfaz gráfica

Se crea una interfaz gráfica de fácil funcionamiento, para poder verificar más rápidamente el comportamiento de la maquina con respecto a la entrada y salidas del sistema, para poder llevar un control de las fallas presentadas en el comportamiento de la máquina, de acuerdo a los valores en mA de cada uno de los componentes. En esta interfaz hay dos opciones una General que indica el número de fallas ingresando los valores de los componentes en mA, y otra Tomar Muestra que grafica los datos y evidencia los intervalos de las fallas y los de funcionamiento normal de la máquina.

Ya que el funcionamiento normal de los componentes está en el rango de 4 a 20 mA se cambian los datos de la interfaz y se da clic en la opción de general. De esta forma empieza a contar el número de fallas presentadas en el sistema.

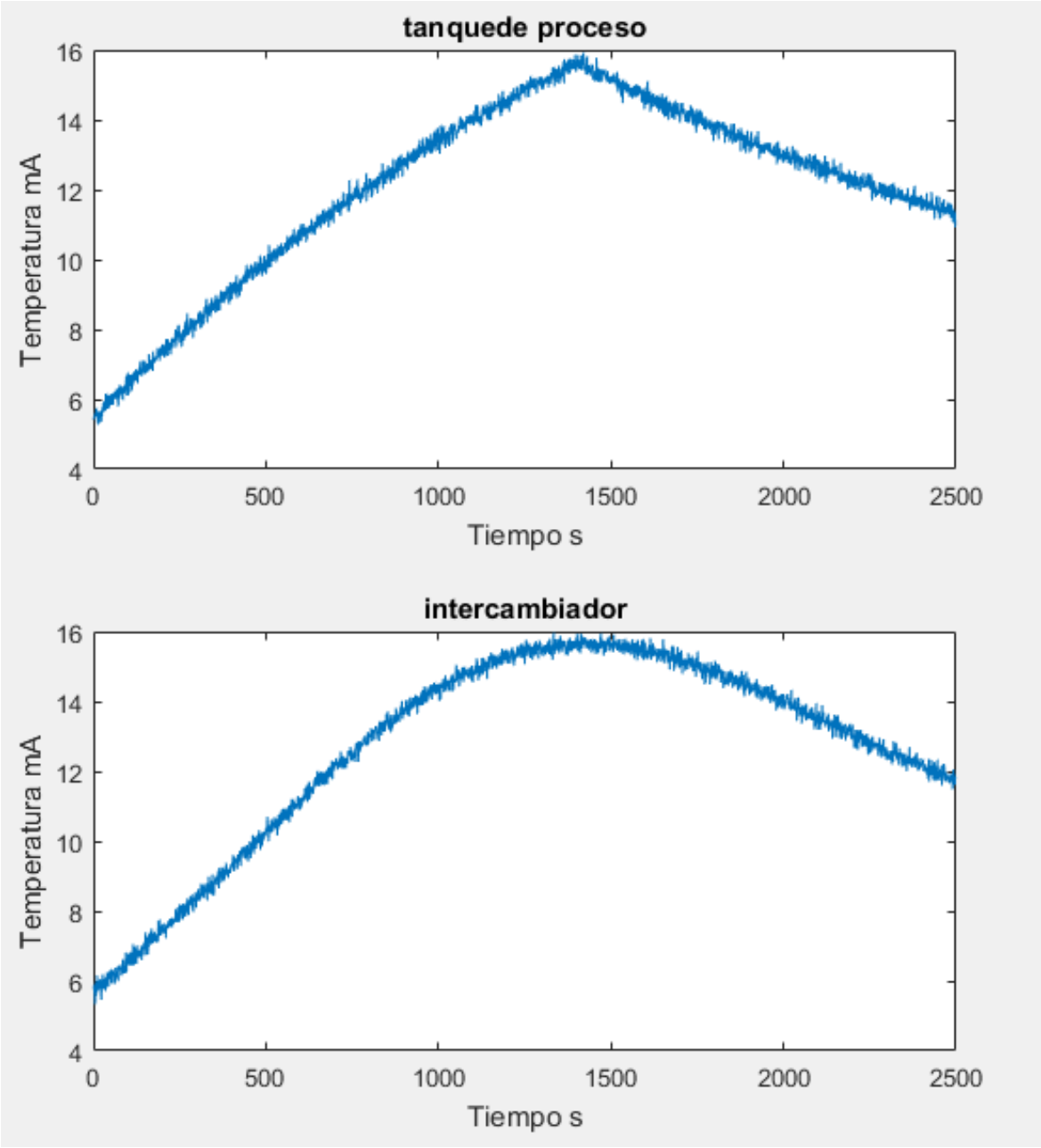


Figura 16 sistema de control del proceso

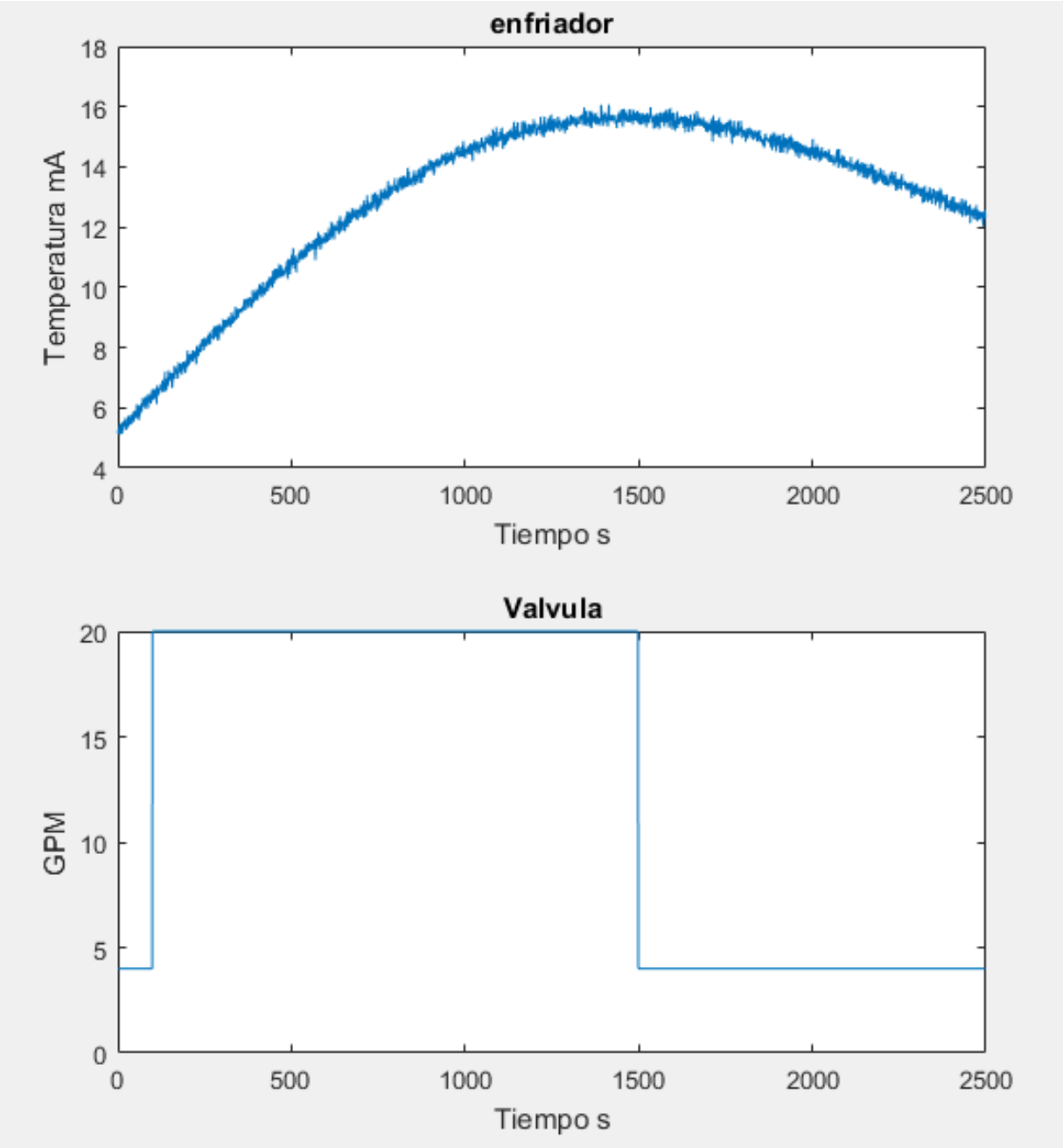
Por ultimo para evaluar la veracidad de la interfaz se realizaron 10 pruebas una con funcionamiento normal y las otras generándole adredemente fallas al sistema para observar como variaban las gráficas y como se observaban las fallas. Estas pruebas se realizaron con un rango de 2500 datos a un intervalo de 0.577 seg.. Esta parte se usa utilizando la opción en la interfaz de tomar muestra. Donde muestra tres graficas una del cambio de la temperatura con respecto al tiempo, otra del cambio en mA, con respecto al tiempo, para mostrar en rojo los intervalos en que se presentan cada una de las fallas en los dispositivos de la planta.

6.1 Prueba 1

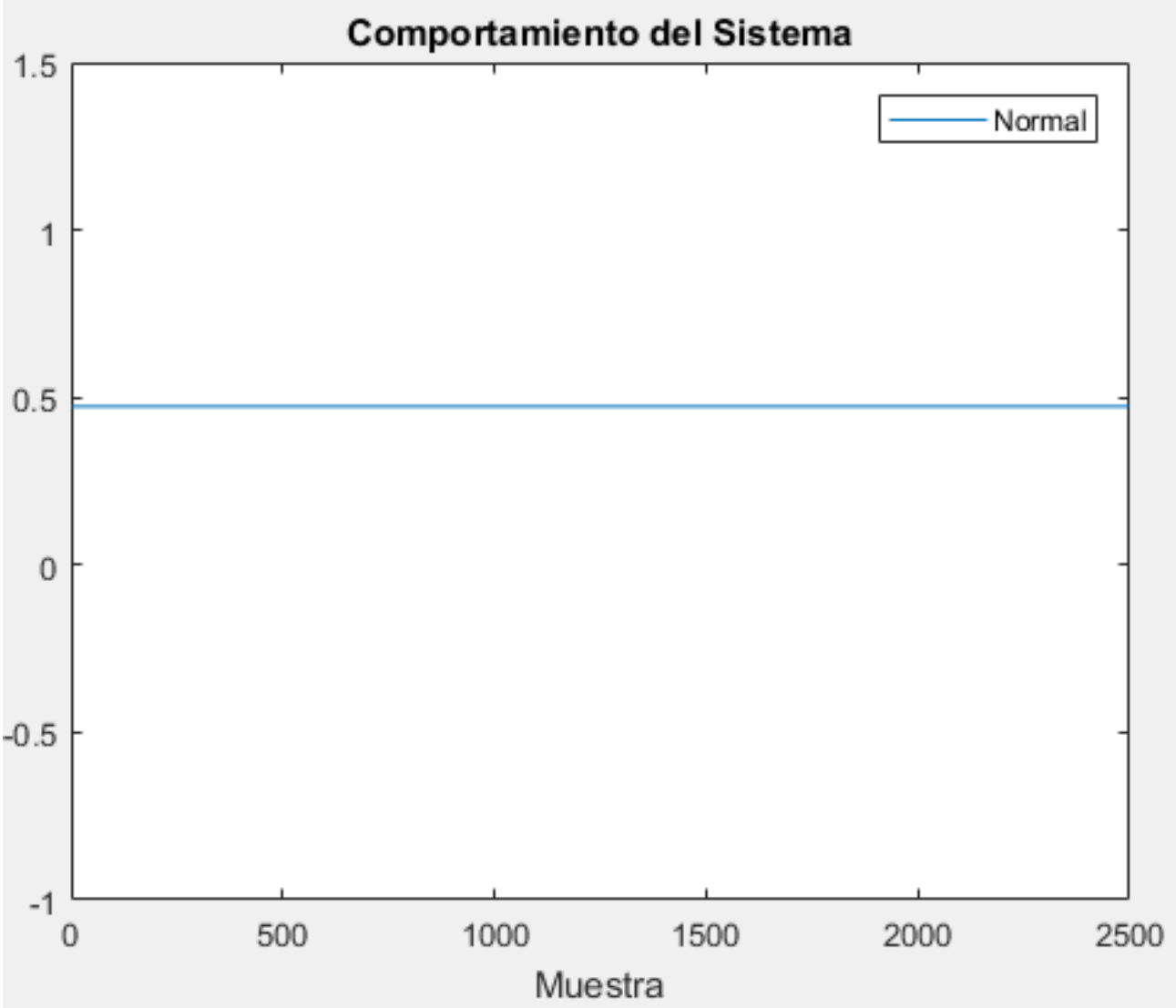
Se evidencia un comportamiento normal del sistema donde tanto la válvula, el tanque de proceso, el enfriador y el intercambiador funcionan adecuadamente en los 2500 datos de la prueba. Se puede ver que todos están dentro de su rango de funcionamiento normal y la que diagnostica un comportamiento normal del sistema



Grafica 10 prueba 1 tanque de proceso vs intercambiador en condiciones normales de operación.



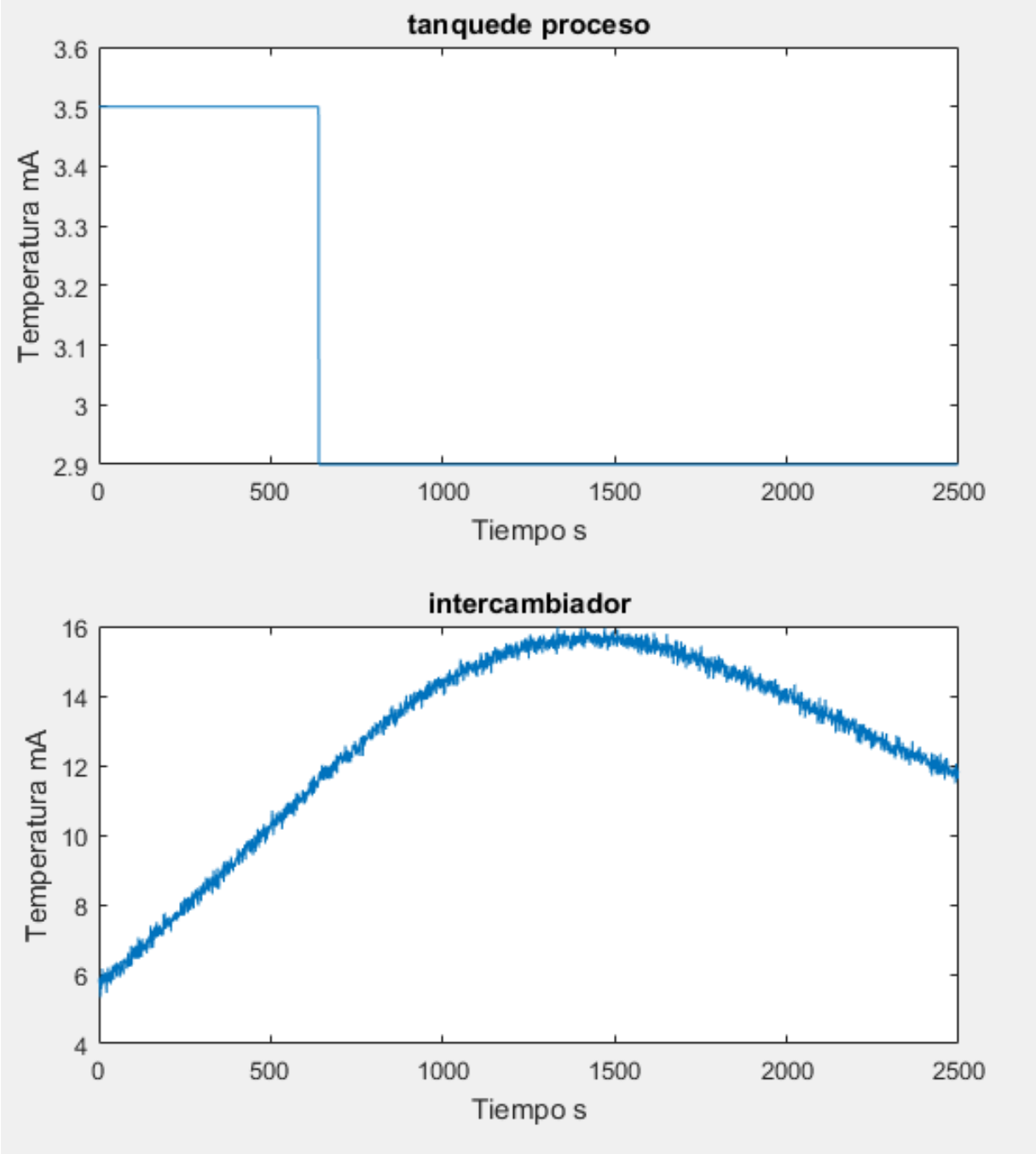
Grafica 11 prueba 1 enfriador vs válvula en condiciones normales de operación



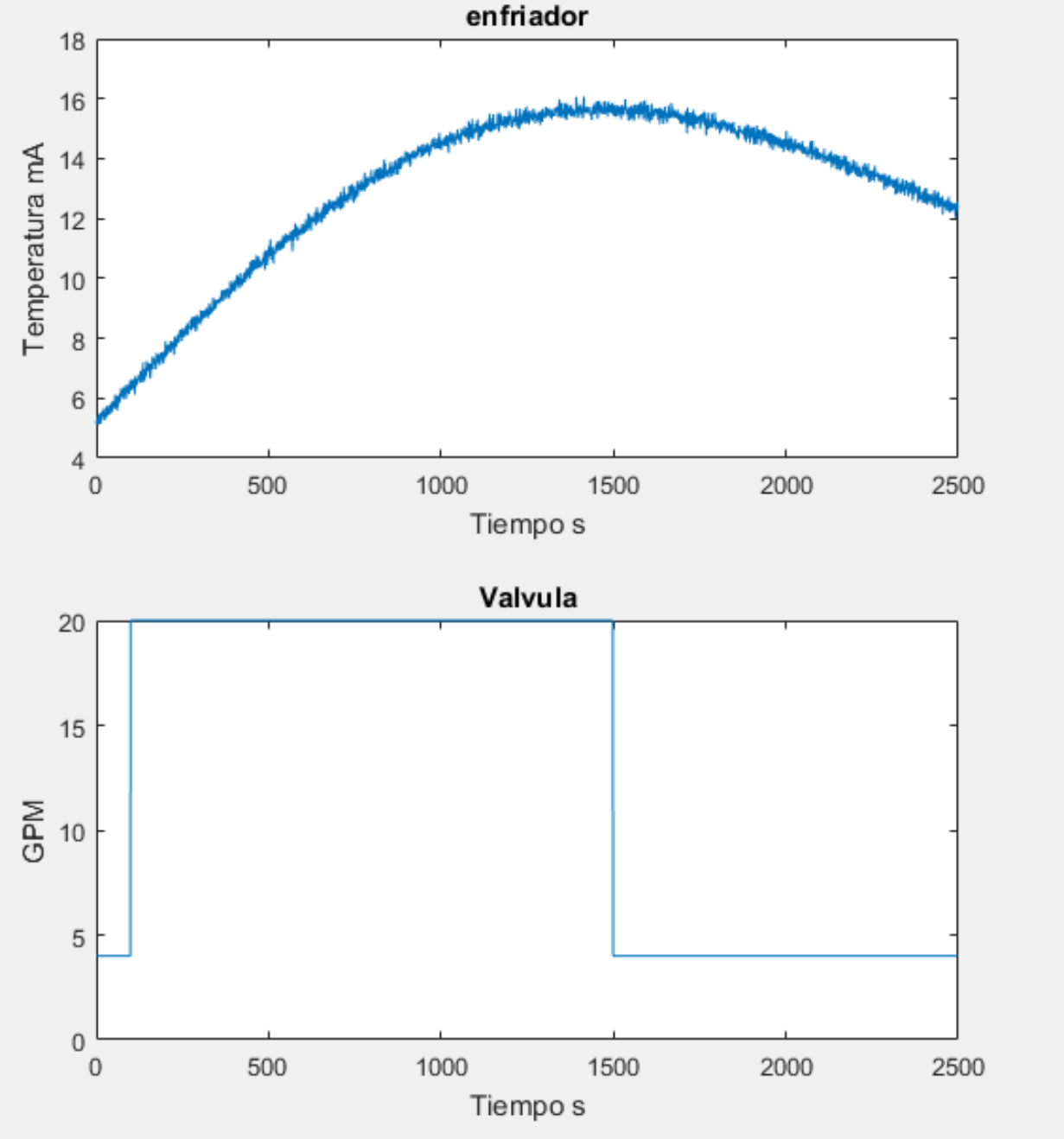
Grafica 12 resultado prueba 1

6.2 Prueba 2

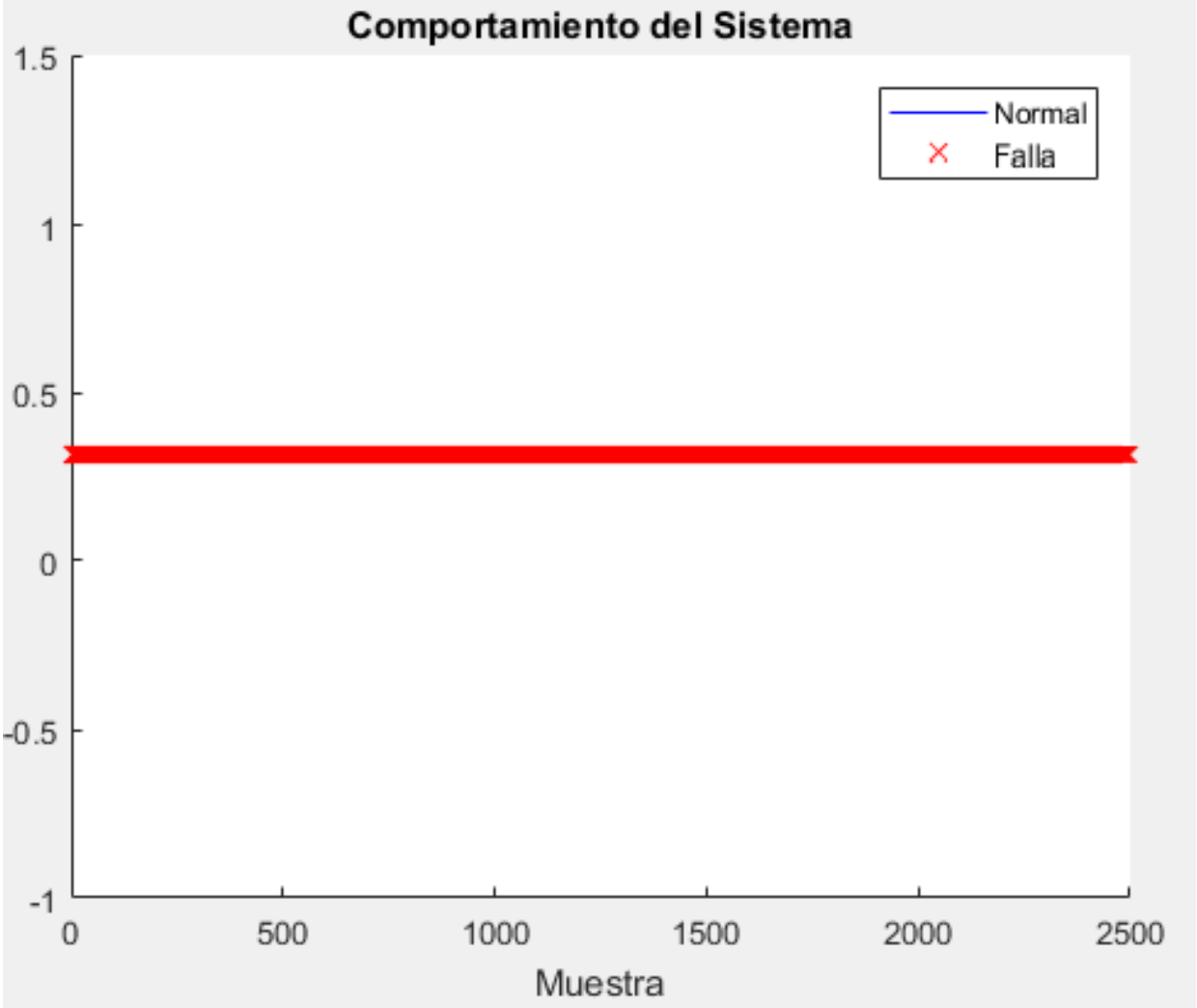
Se puede observar que en esta prueba el tanque dejo de funcionar dentro del rango de 4-20mA, esto pudo haber sido por varias razones, que se desconectó el tanque, que hubo una baja en el suministro eléctrico o que el sensor está tomando datos erróneos, por lo que la planta no está funcionando adecuadamente



Grafica 13 prueba 2 tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla desconexión tanque.



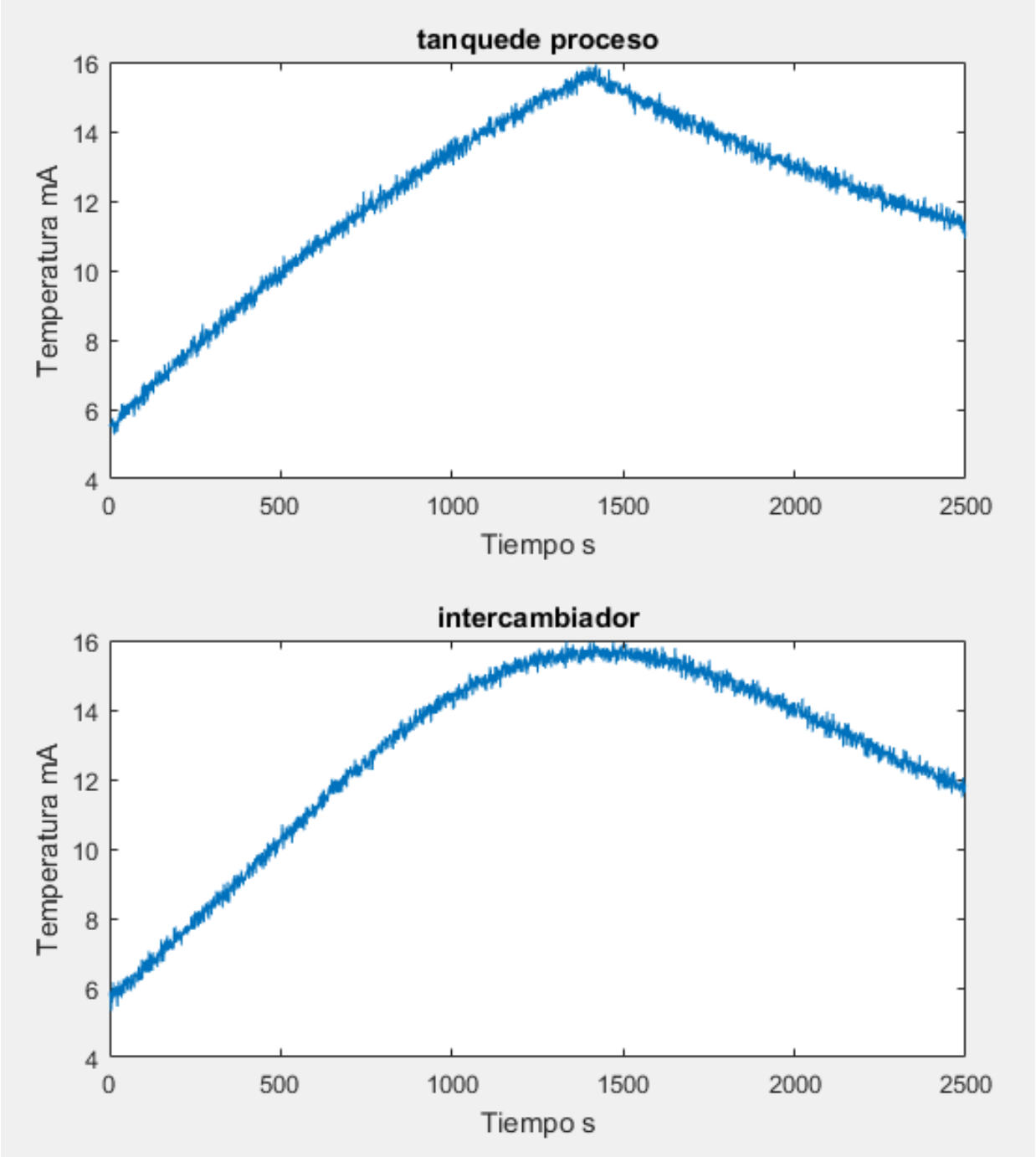
Grafica 14 prueba 2 enfriador vs válvula en detección de falla desconexión de tanque



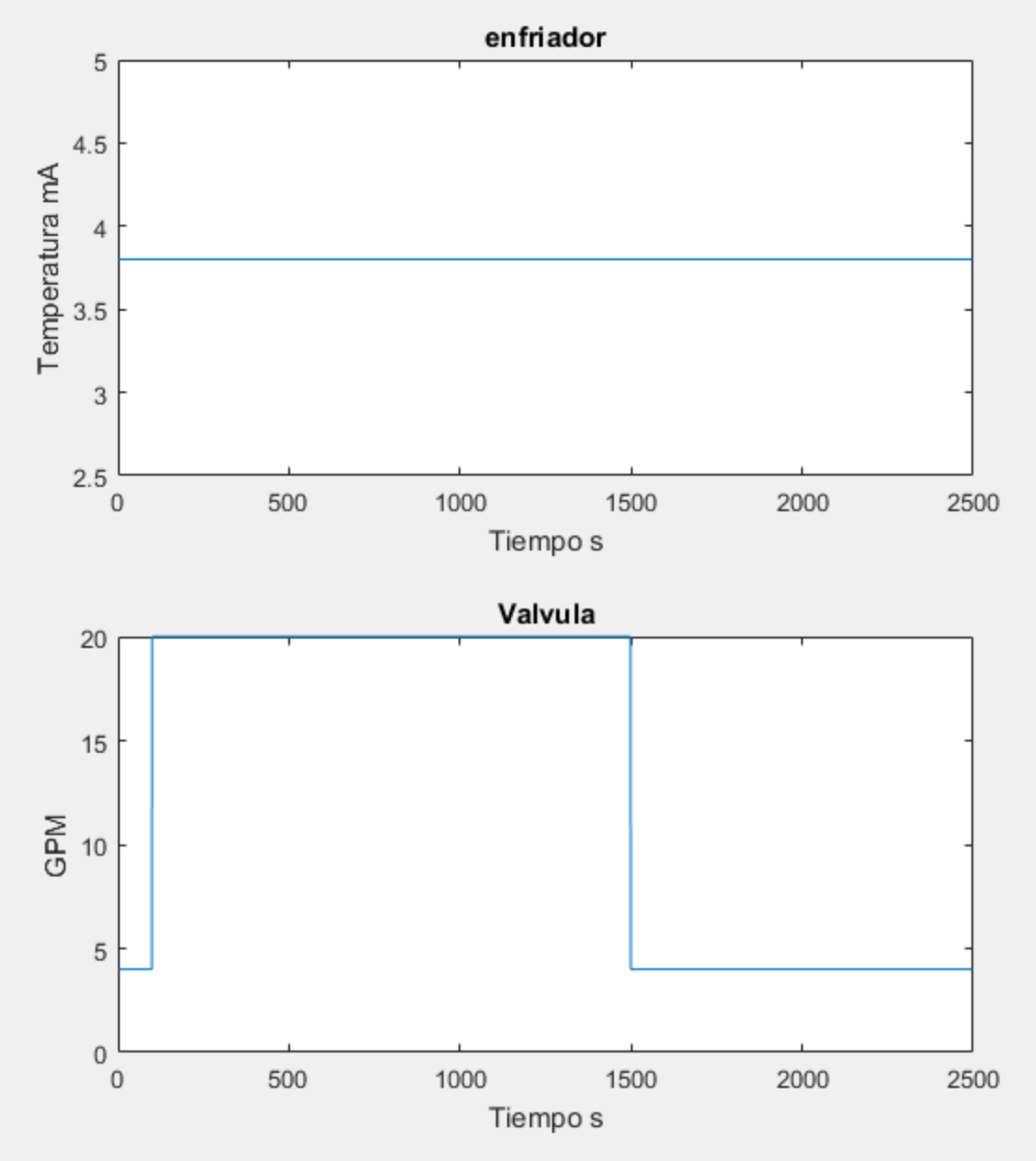
Grafica 15 resultado prueba 2

6.3 Prueba 3

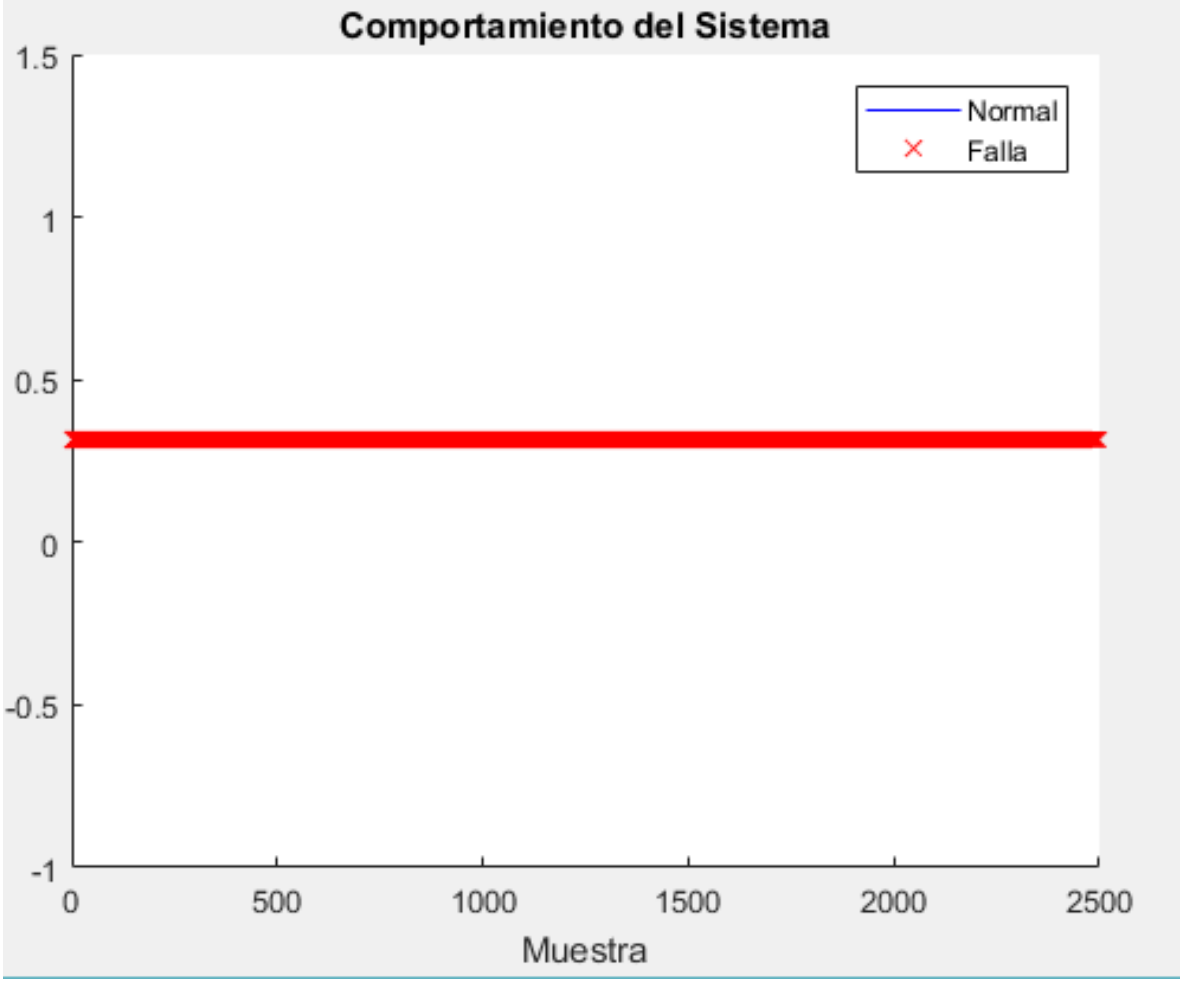
Se evidencia que el enfriador no está funcionando por lo que el sistema se encuentra en un estado de falla, esto dice en las gráficas que el agua se está calentando más rápido de lo normal por lo que no está ingresando al tanque a la temperatura correcta. Esto puede suceder por que el enfriador dejo de funcionar o se desconectó.



Grafica 16 prueba 3 tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla unidad de refrigeración.



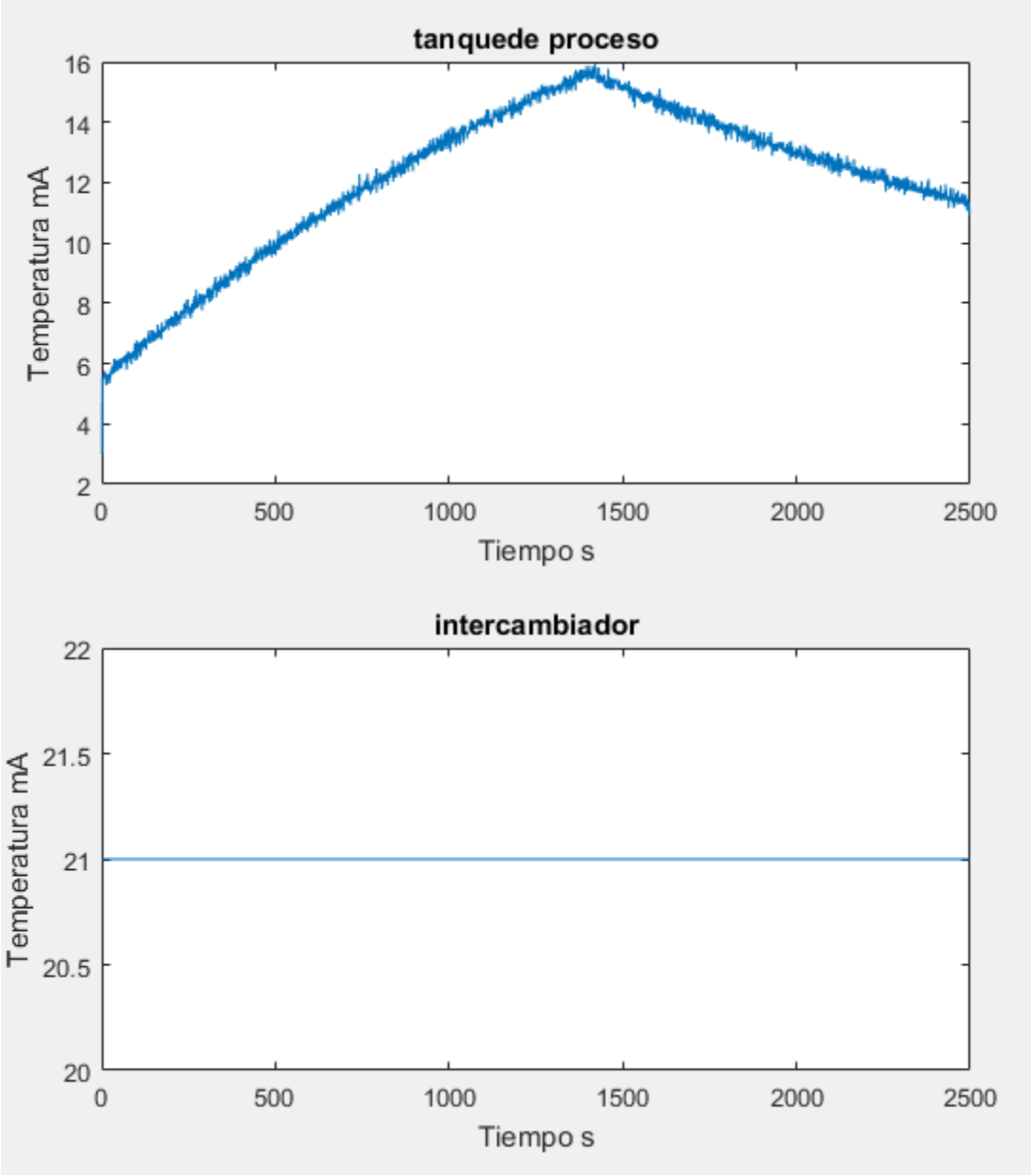
Grafica 17 prueba 3 enfriador vs válvula en detección de falla desconexión de unidad de refrigeración



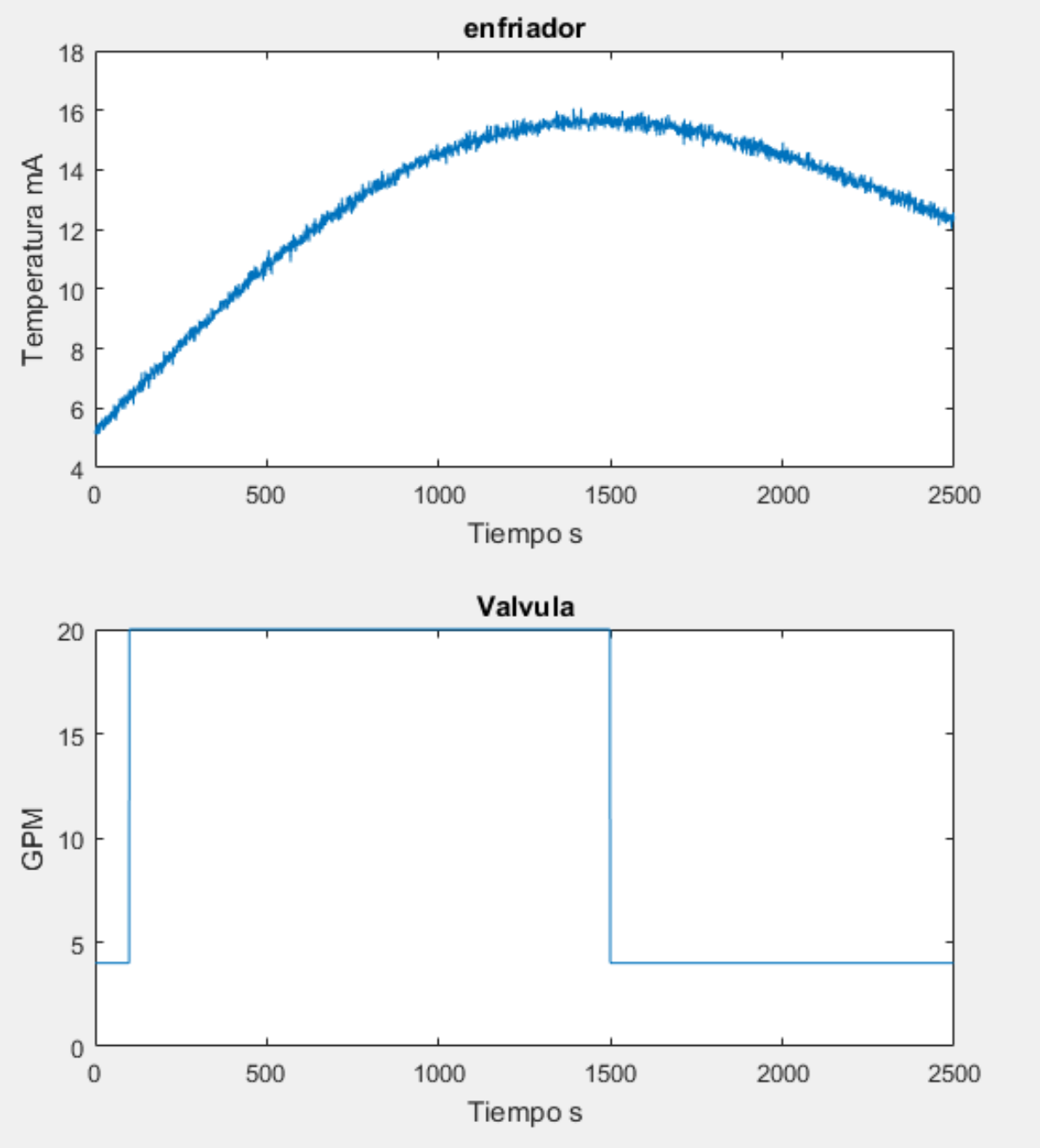
Grafica 18 Resultado prueba 3

6.4 Prueba 4

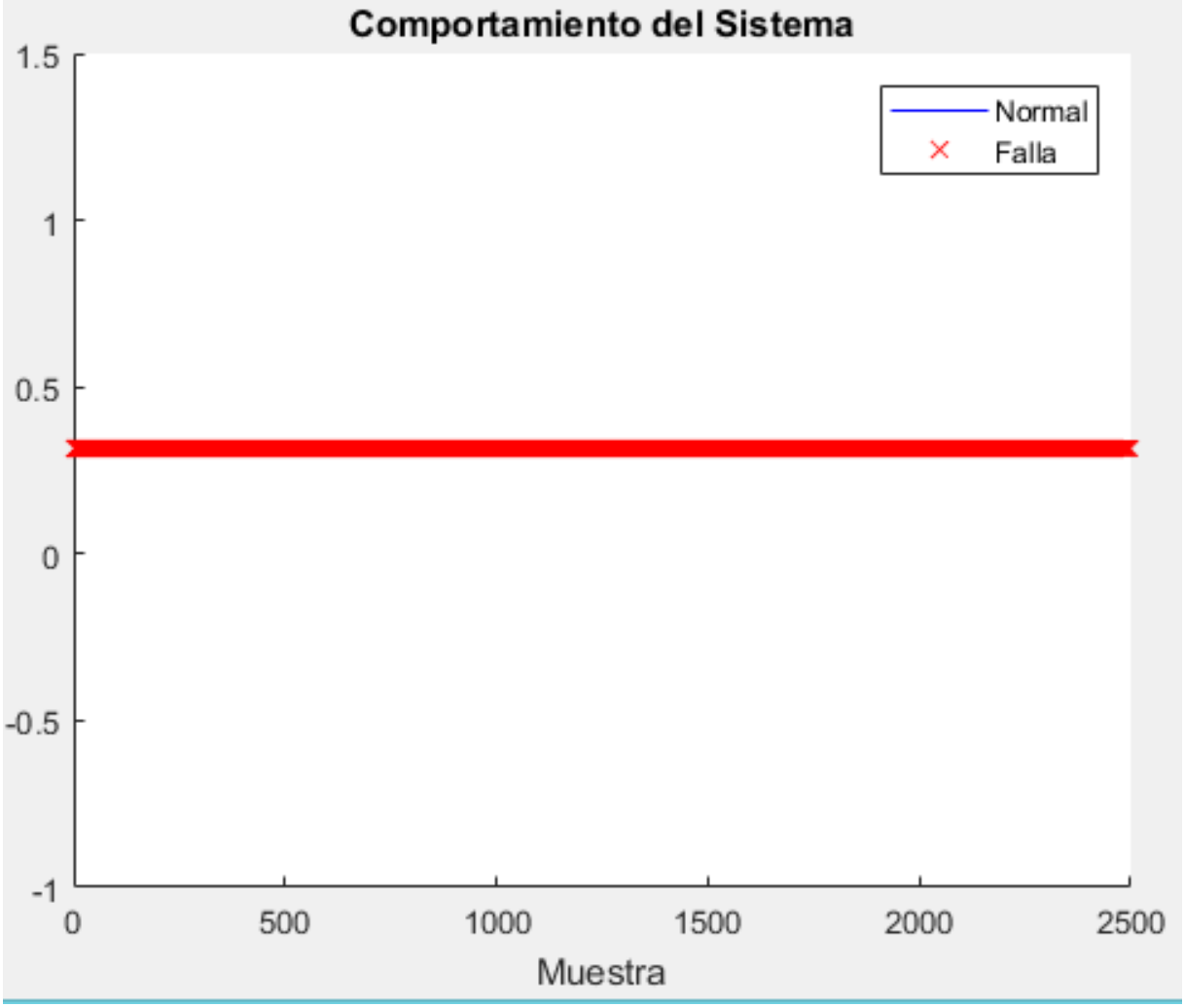
Se puede observar que el intercambiador está funcionando por encima de su límite lo que indica que puede tener un daño interno en la placas paralelas o en los empaques entre ellas, o que el agua de servicio está operando por encima del límite que puede medir el sensor en el sistema y se ve un área menor a 0.4 en la gráfica de comportamiento del sistema.



Grafica 19 prueba 4 Tanque de proceso vs intercambiador con detección de falla en el intercambiador



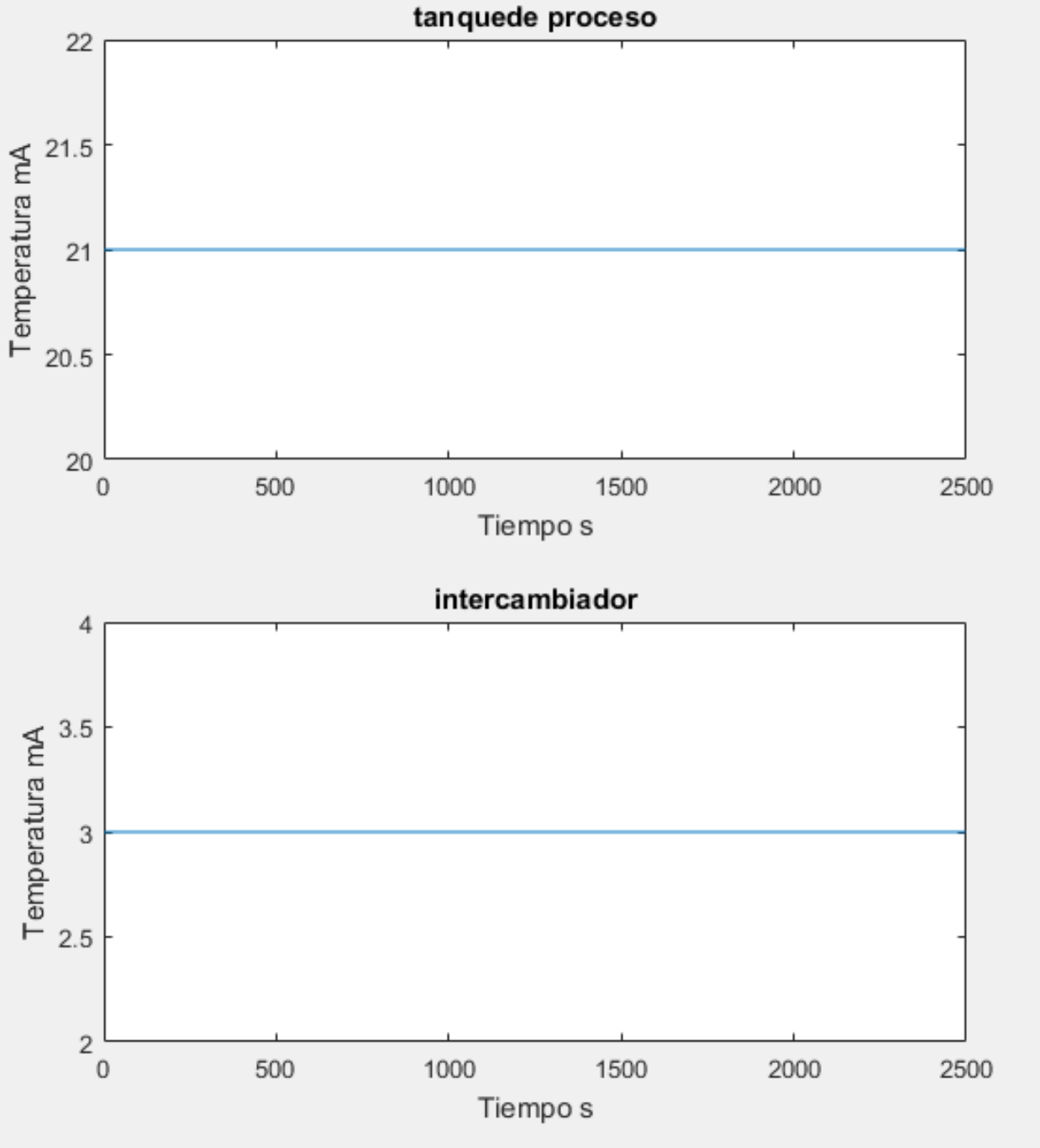
Grafica 20 prueba 4 enfriador vs válvula en detección de falla en el intercambiador.



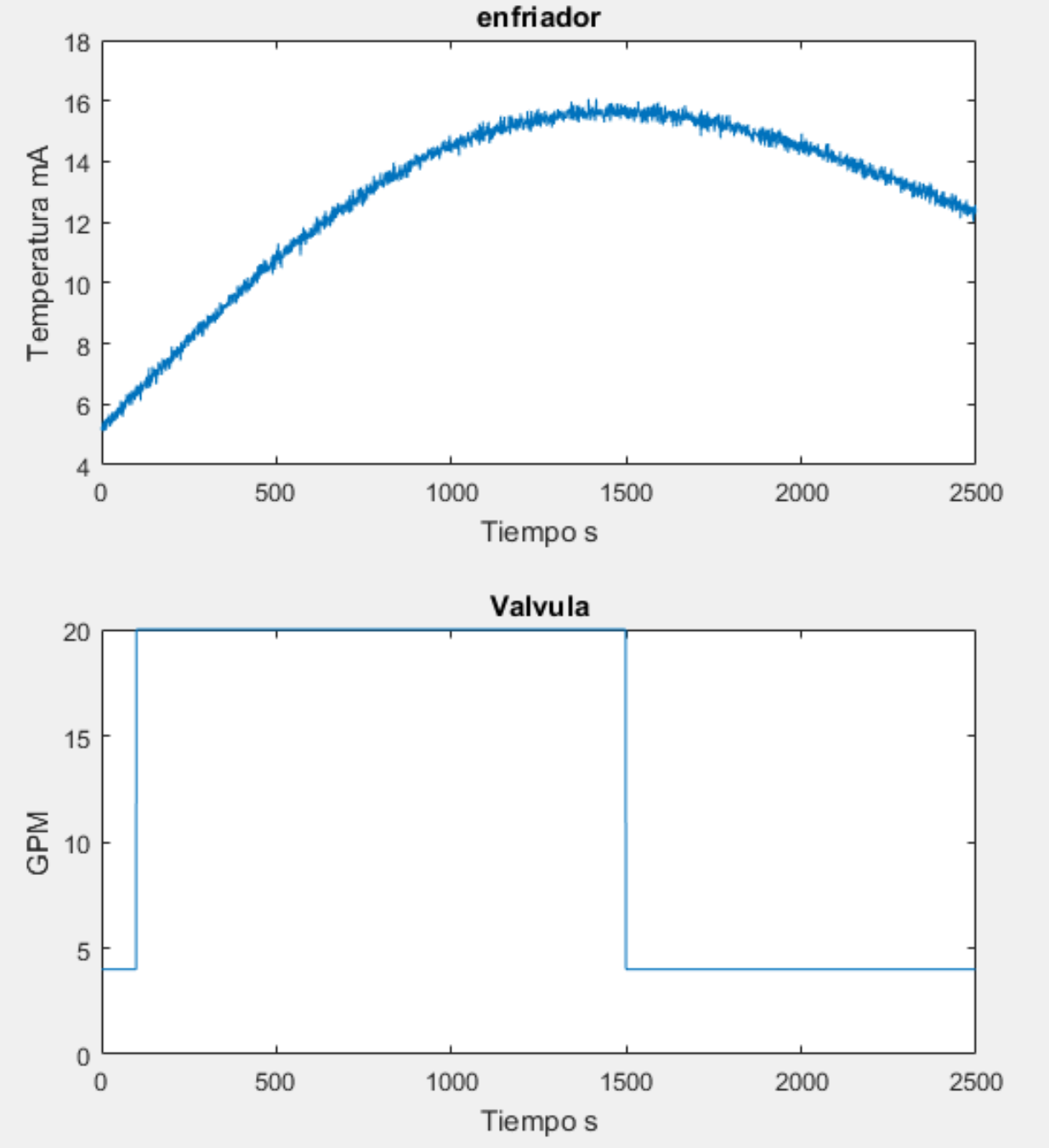
Grafica 21 Resultado prueba 4

6.5 Prueba 5

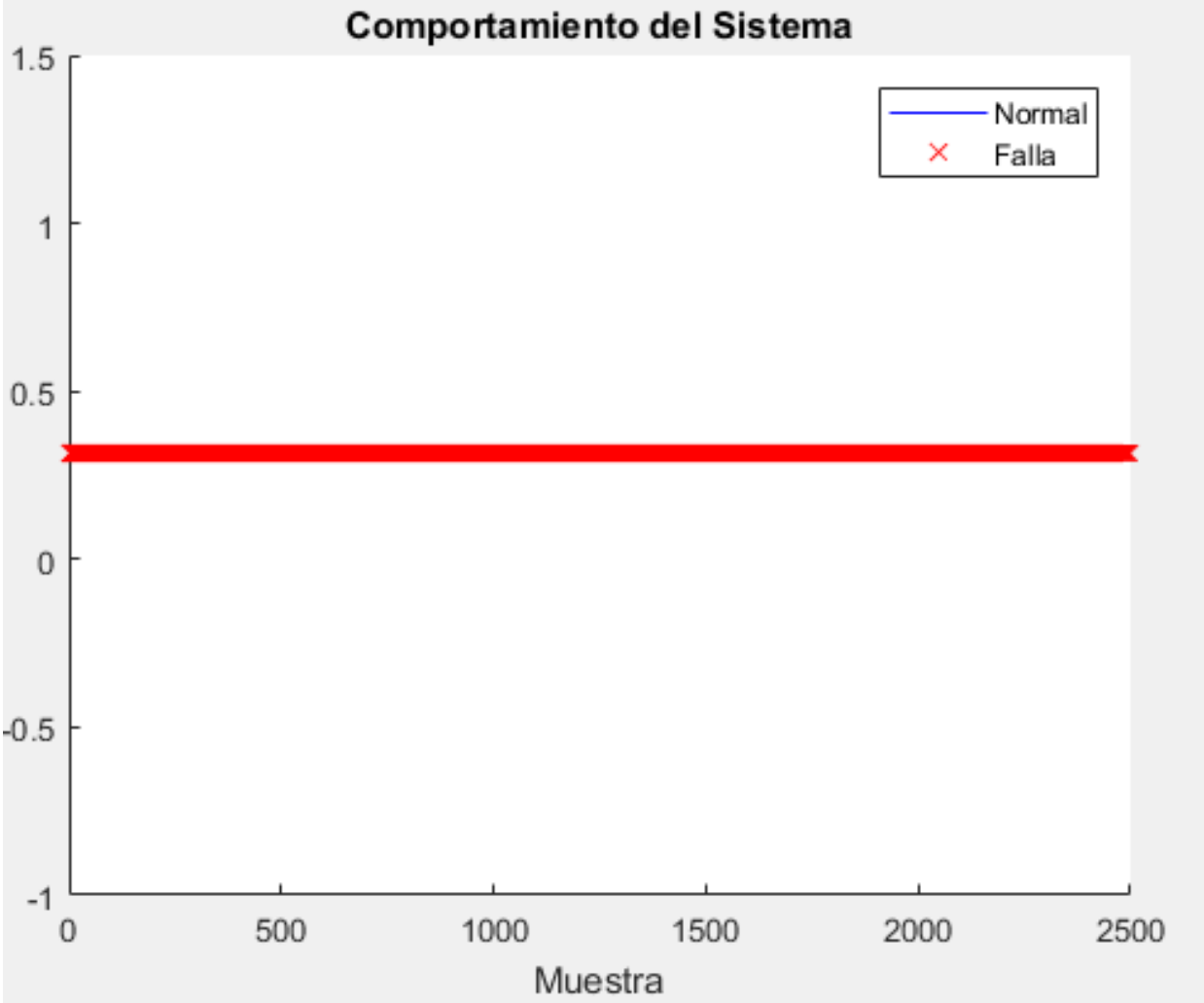
Se evidencia que el tanque de proceso tiene la temperatura del agua por encima de su límite de funcionamiento y que el intercambiador está por debajo de los 3mA eso quiere decir que el intercambiador no está funcionando adecuadamente, que el sensor se averió, o se presenta mezcla entre el agua de servicio y el de proceso.



Grafica 22 prueba 5 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla en el Sensor de temperatura.



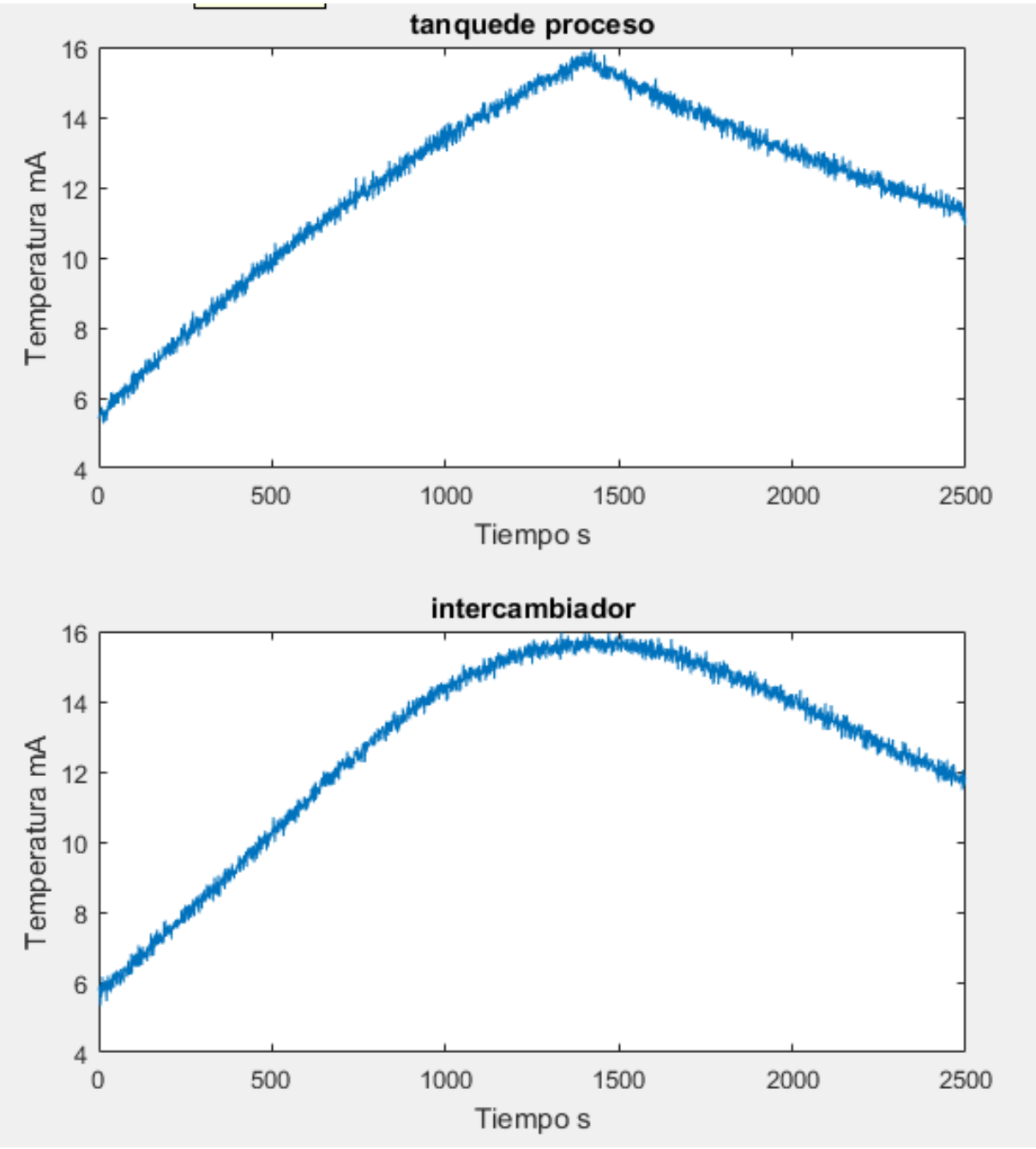
Grafica 23 prueba 5 enfriador vs válvula en detección de falla en el Sensor de temperatura.



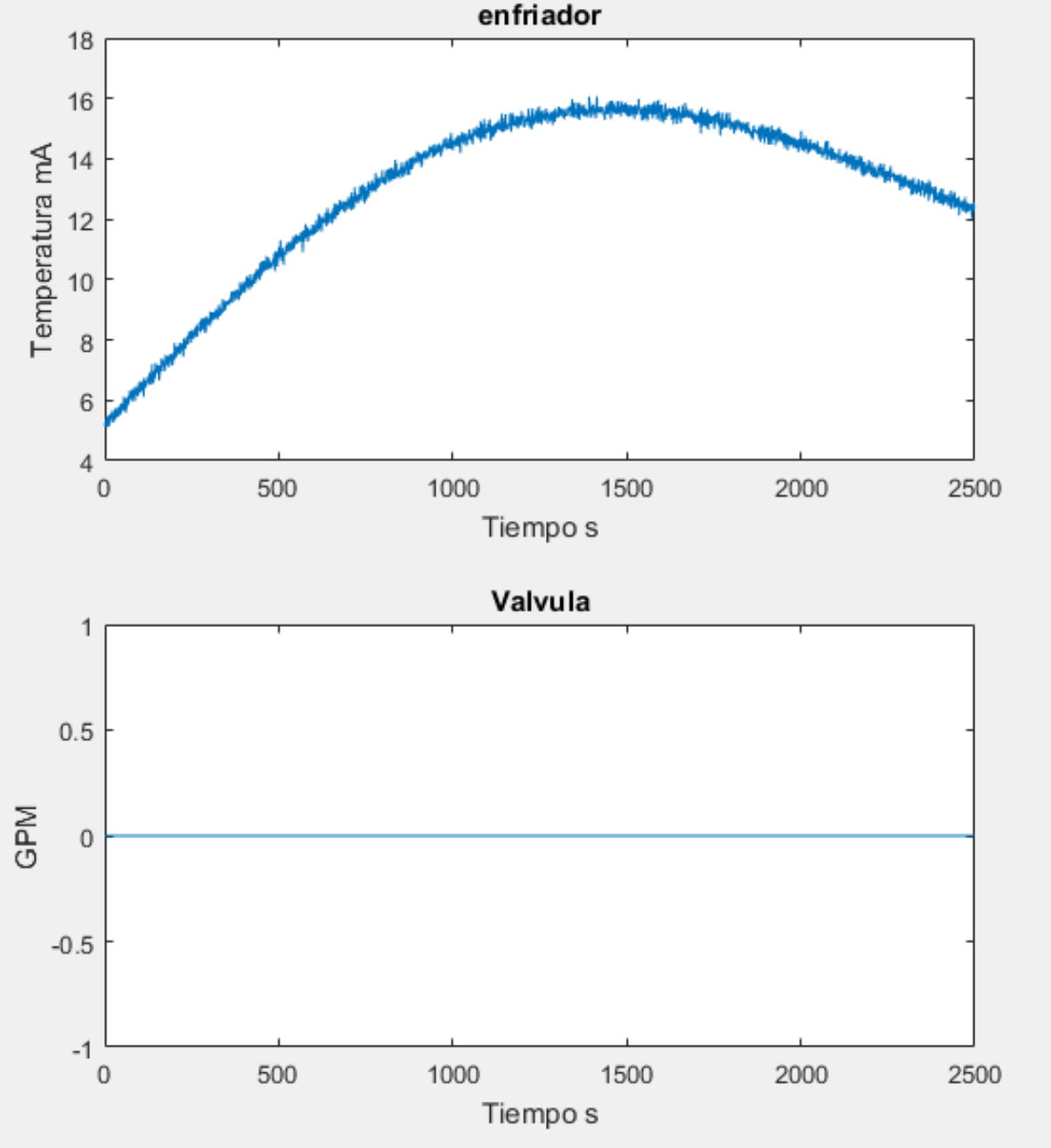
Grafica 24 resultado prueba 5

6.6 Prueba 6

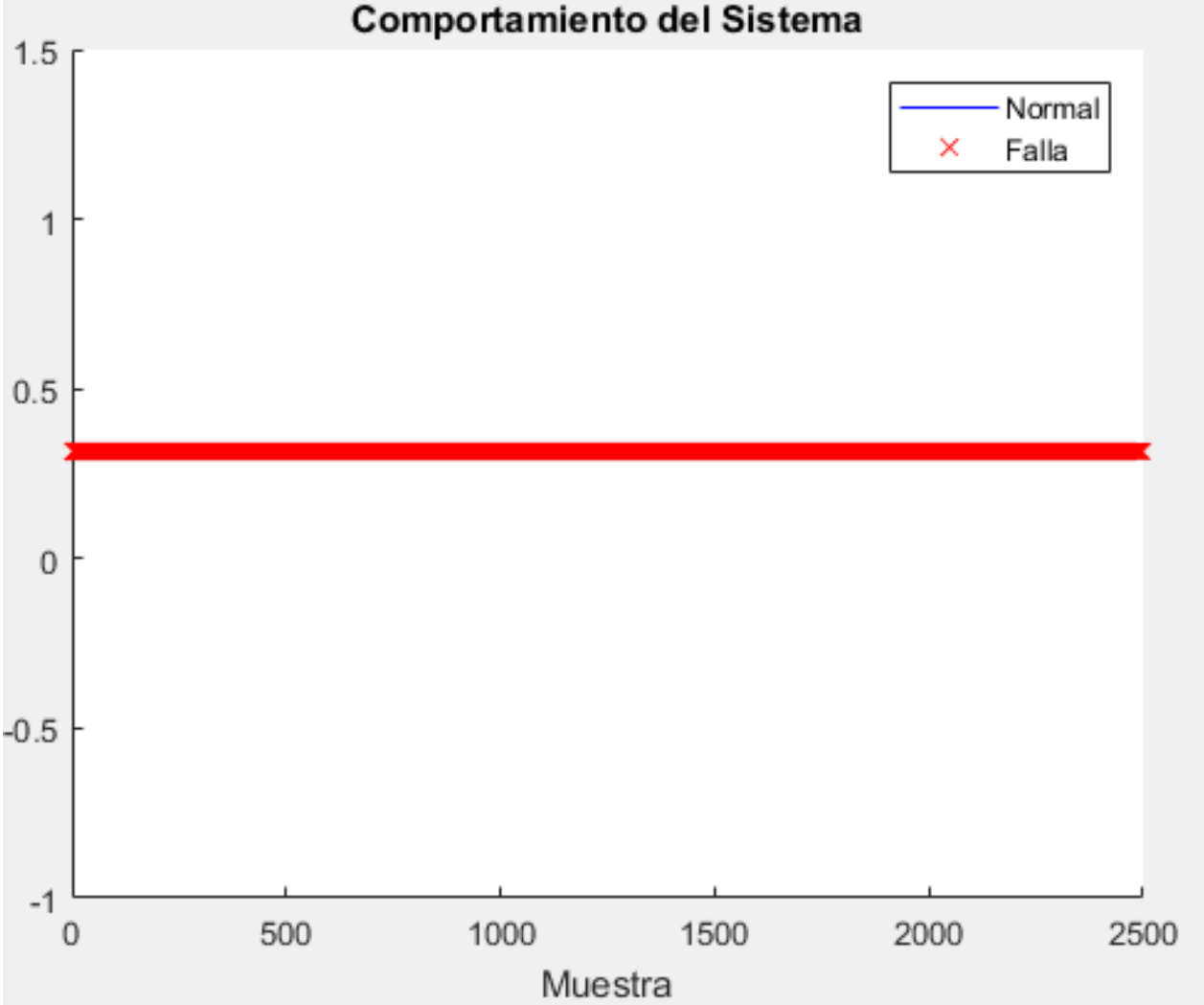
En esta prueba observar que la válvula proporcional está cerrada por un daño en sus componentes o porque está bloqueada, por lo que no está ingresando agua de proceso a la planta, esto quiere decir que los tres elementos el enfriador, el intercambiador, y el tanque de proceso tienen la misma temperatura que es la del agua de servicio.



Grafica 25 prueba 6 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla en la Válvula proporcional.



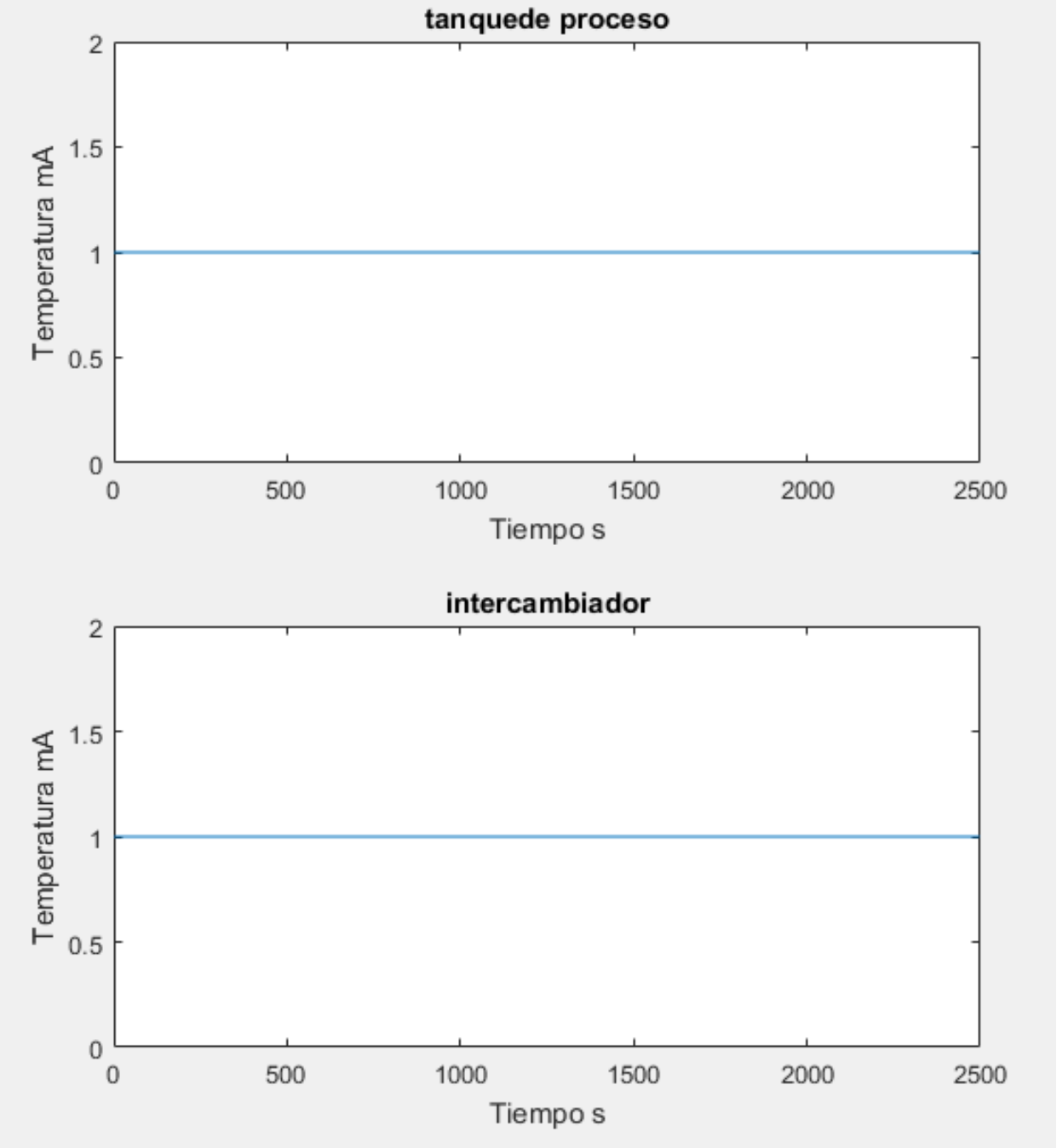
Grafica 26 prueba 6 enfriador vs válvula en detección de falla en la Válvula proporcional.



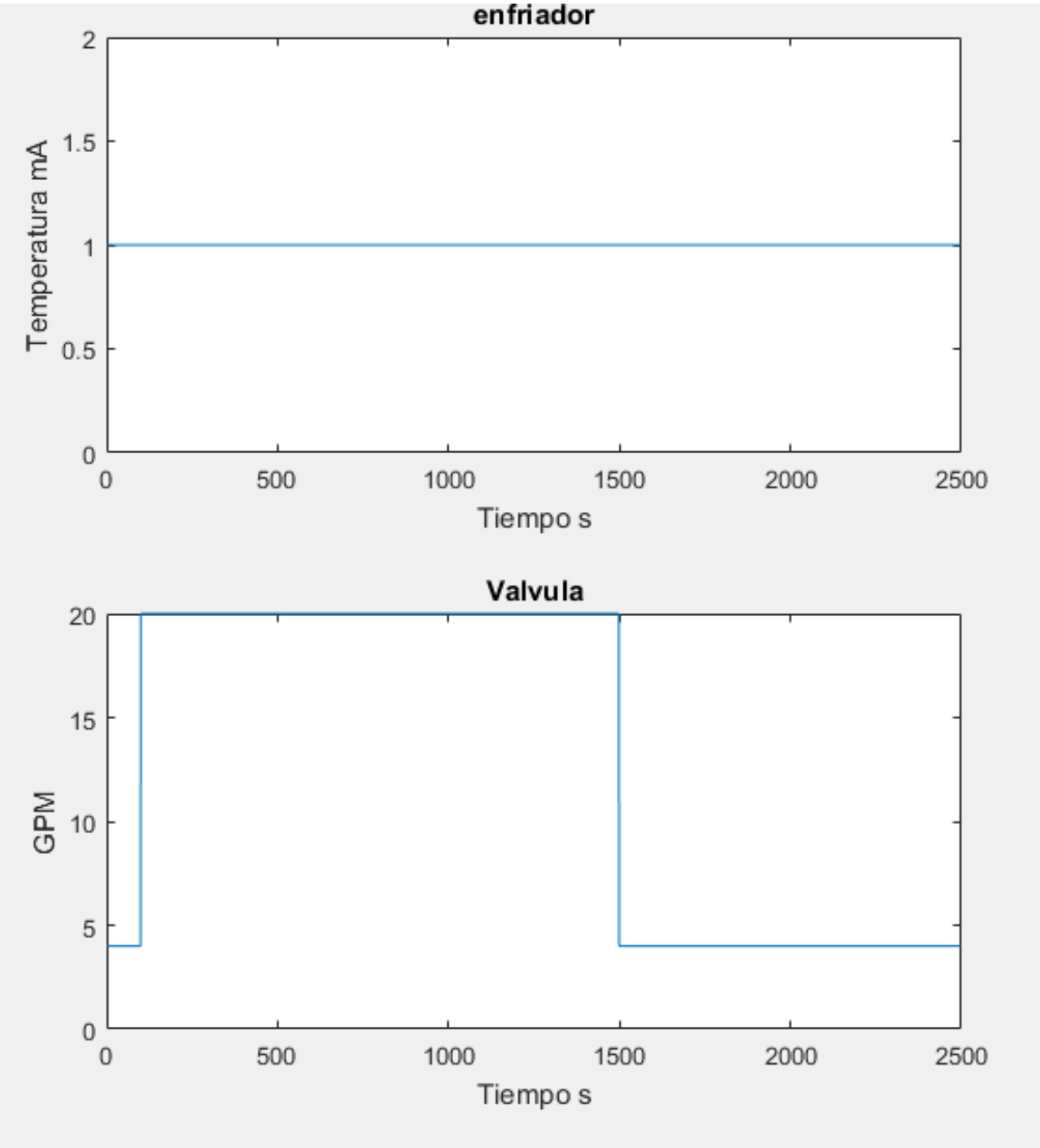
Grafica 27 Resultado prueba 6

6.7 Prueba 7

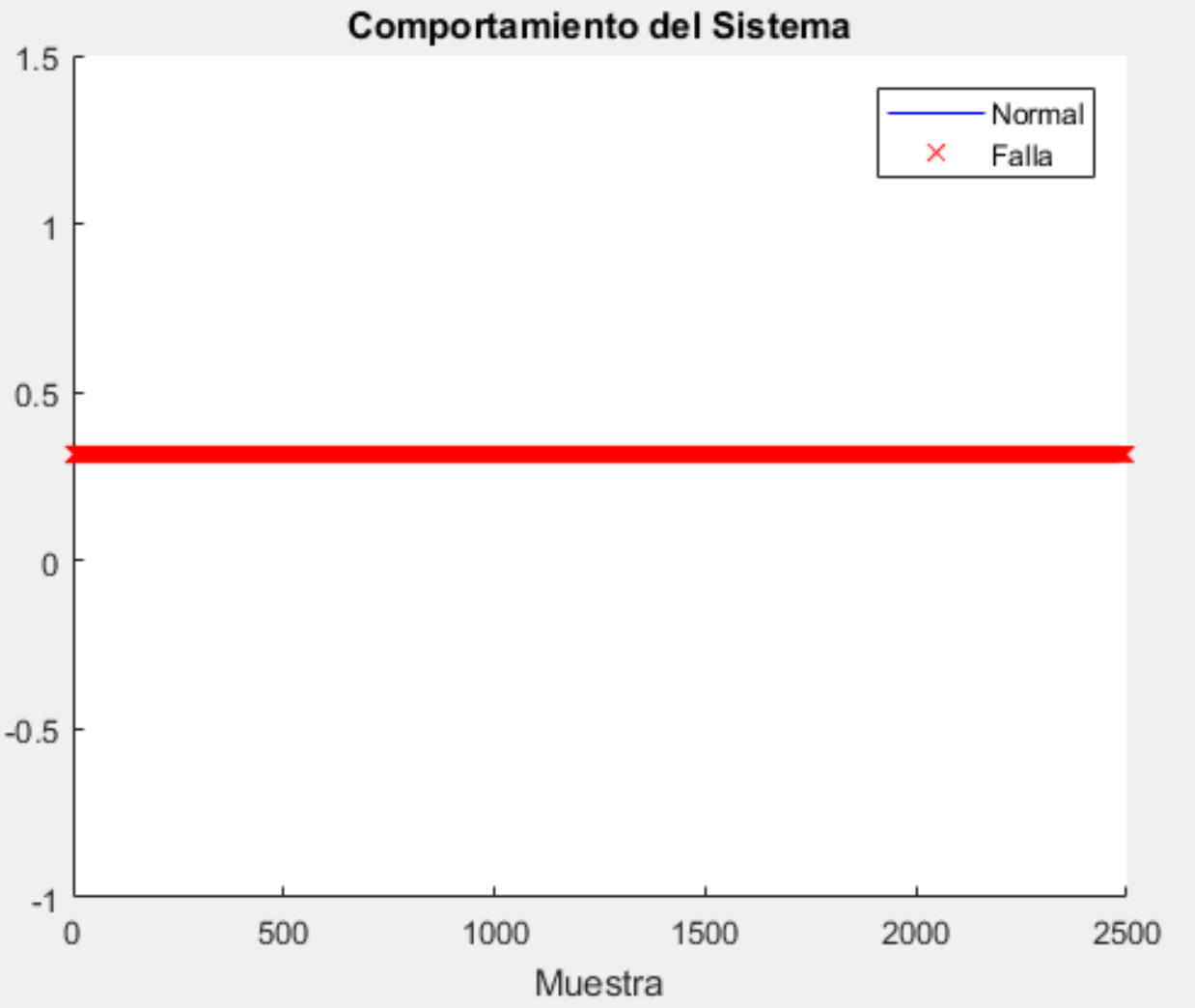
Durante esta prueba la válvula de la entrada de agua de servicio está cerrada, se cortó el suministro e eléctrico, se interrumpió el suministro neumático o pudo haberse bloqueado de alguna forma, por lo que en el enfriador, el intercambiador, y el tanque de proceso solo se encuentra la temperatura del agua de proceso.



Grafica 28 prueba 7 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla en el El suministro neumático.



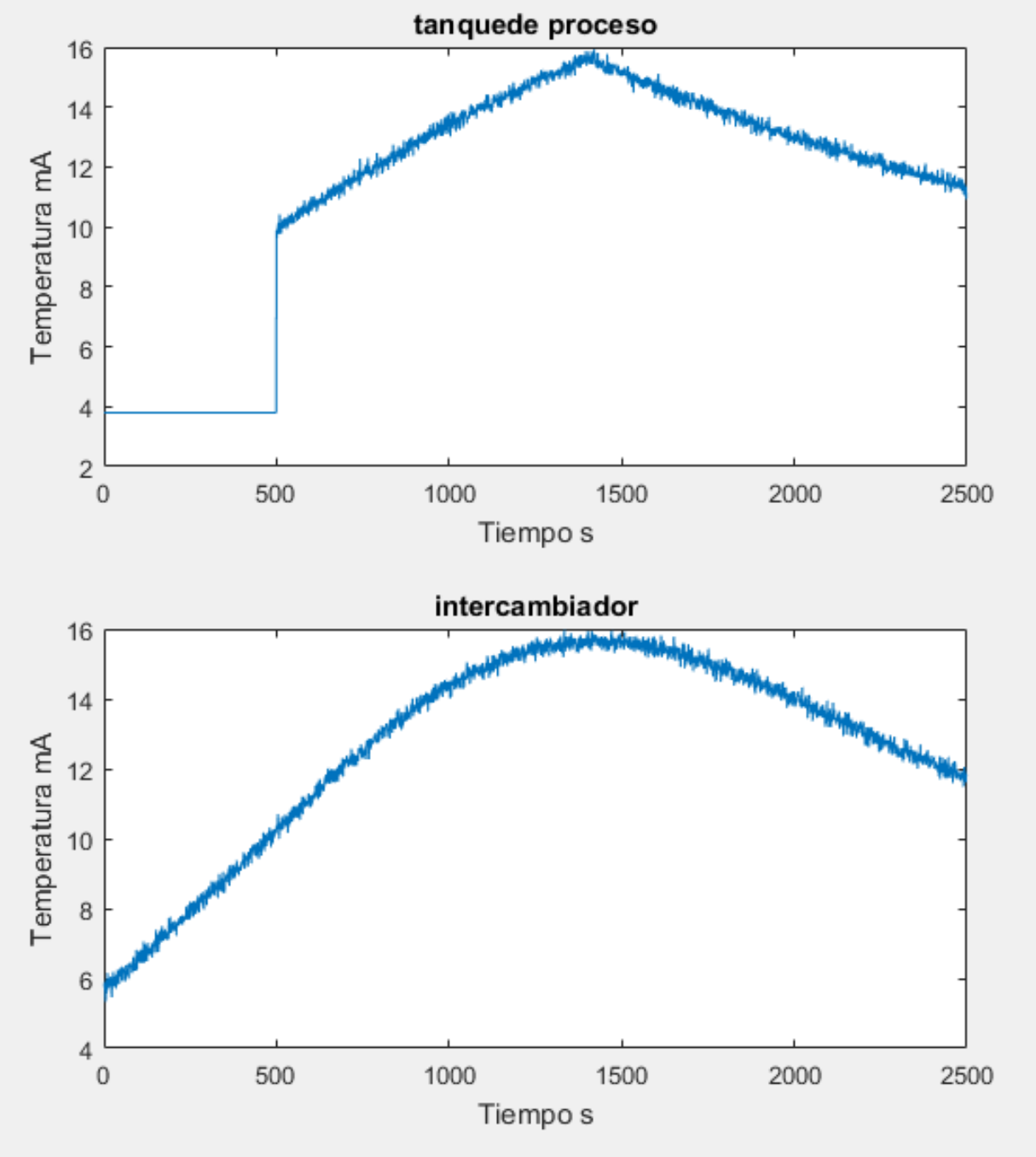
Grafica 29 prueba 7 enfriador vs válvula en detección de falla en el El suministro neumático.



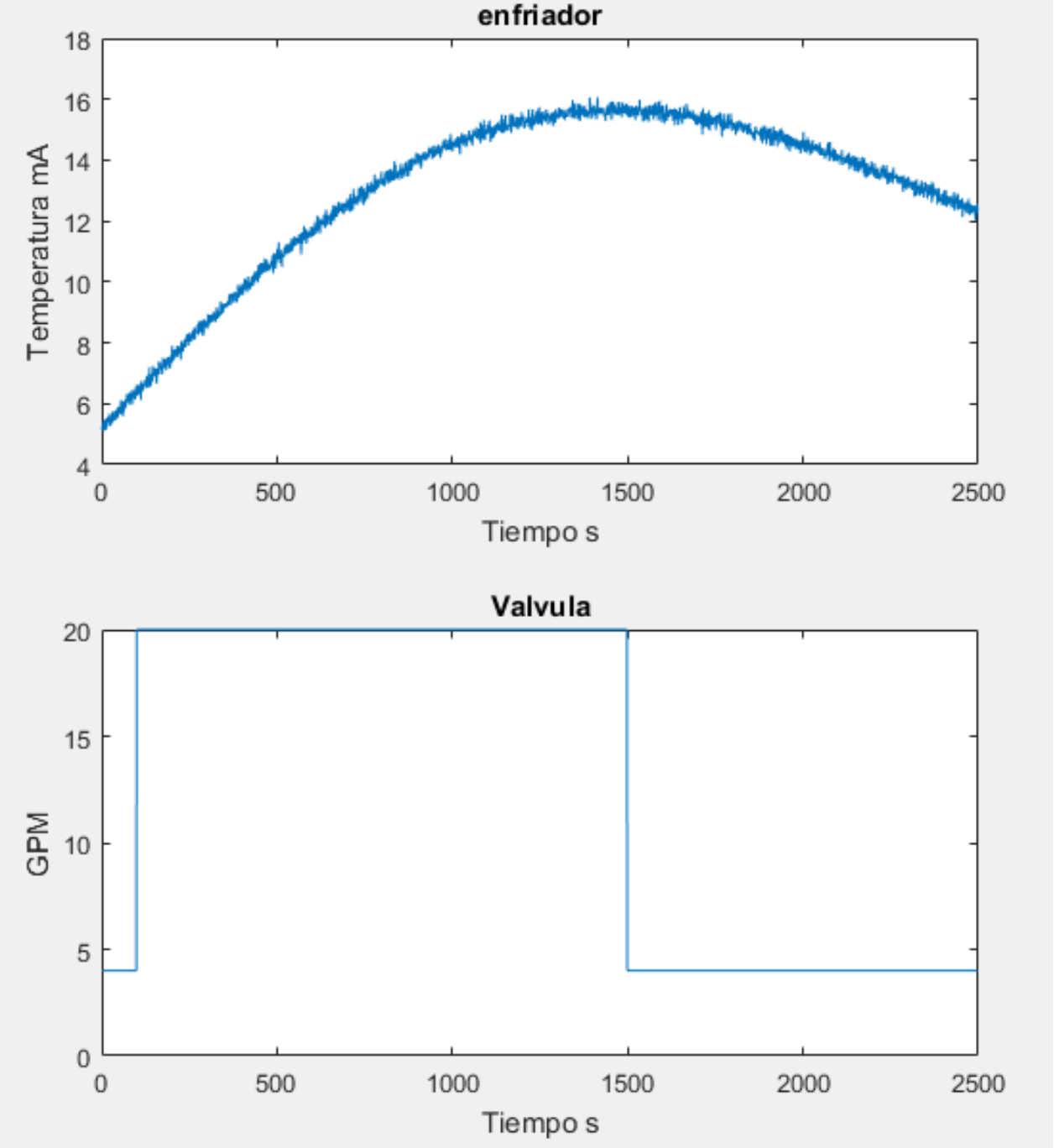
Grafica 30 Resultado prueba 7

6.8 Prueba 8

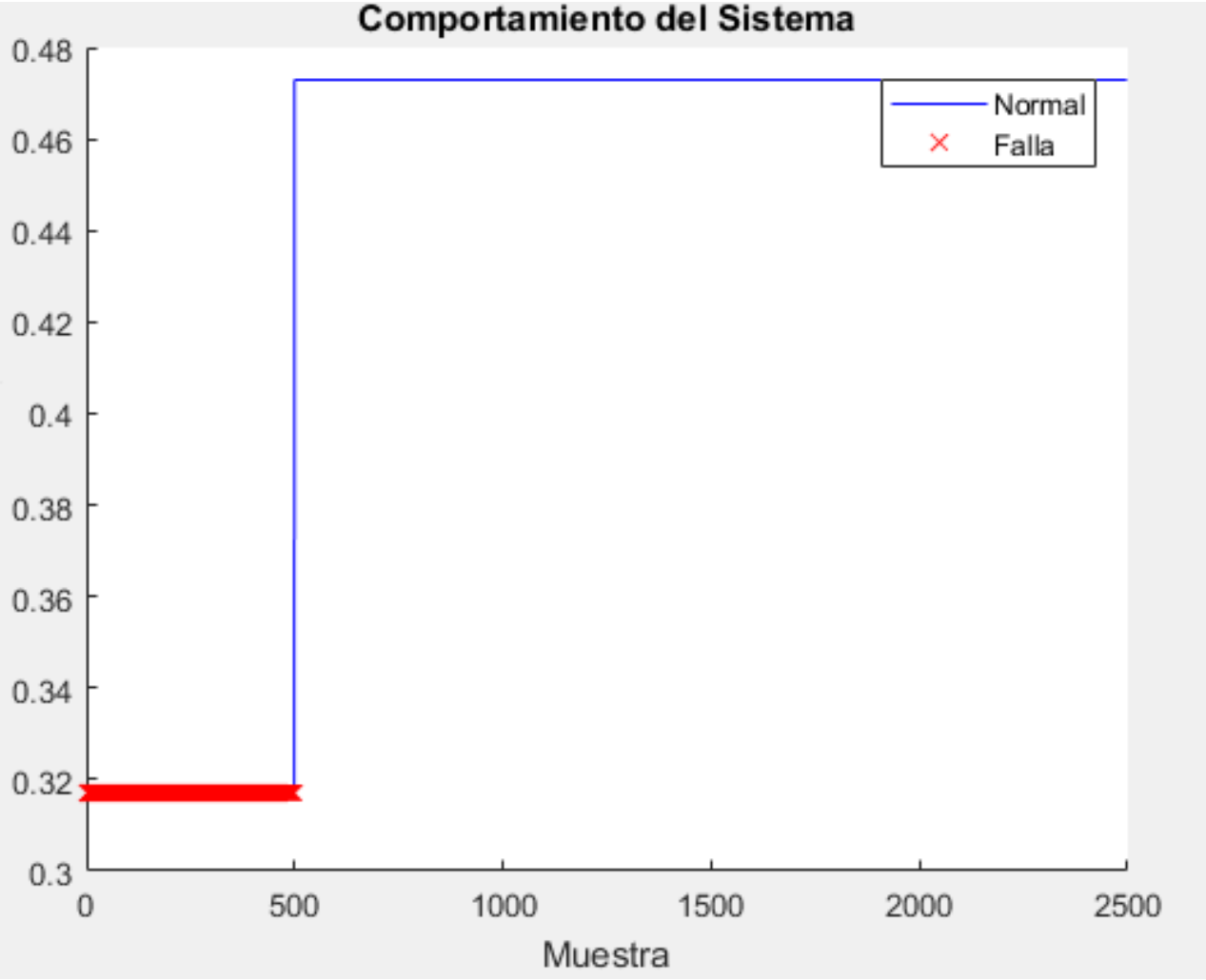
Se evidencia en estas graficas que al inicio de la prueba el tanque de proceso tenía su sensor desconectado por lo que no registro datos en su funcionamiento durante el rango de datos de 0 a 500 obtenidos por la tarjeta de adquisición, pero después de estos 500 datos la planta empezó a operar adecuadamente.



Grafica 31 prueba 8 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por el sensor del tanque desconectado.



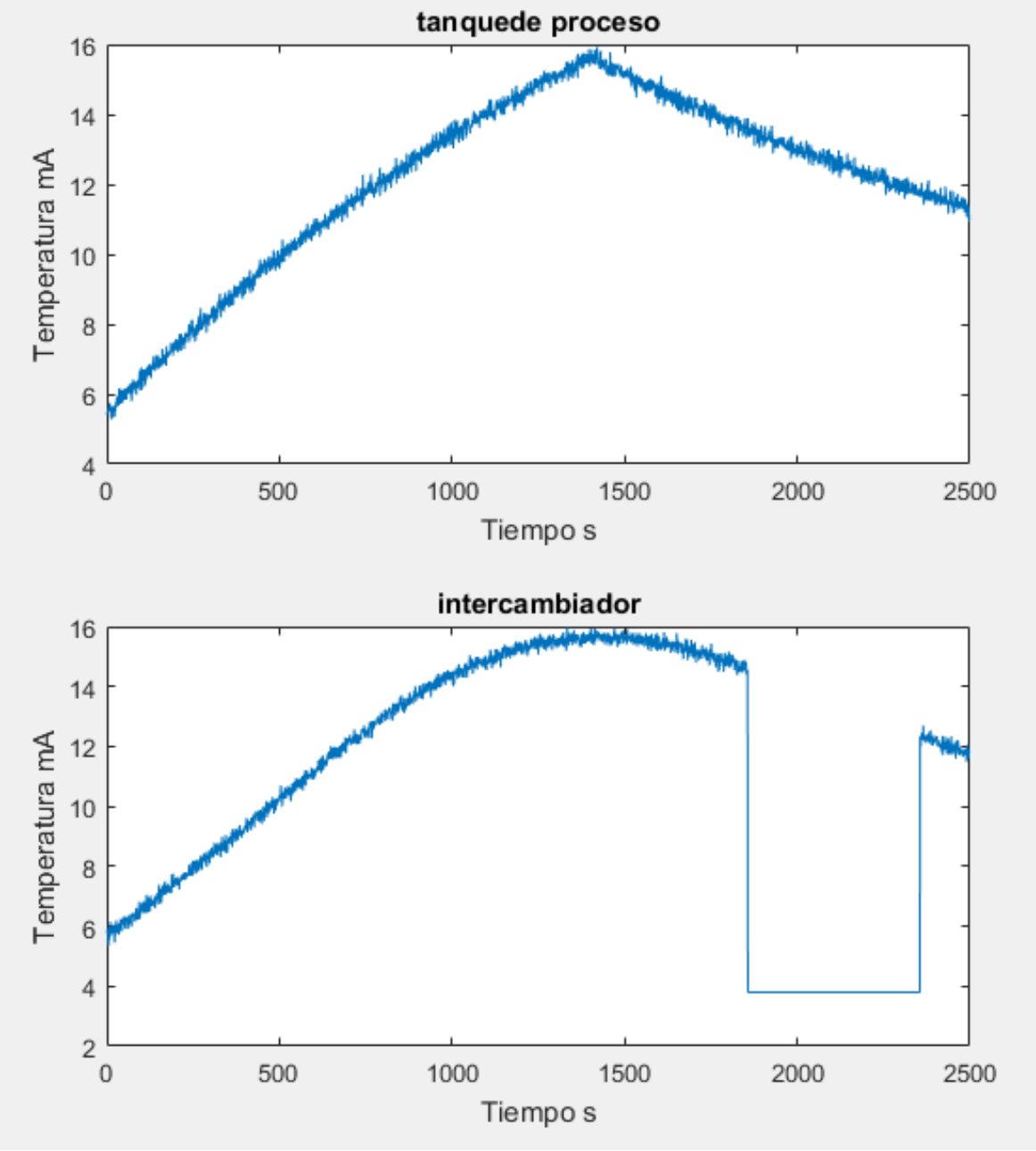
Grafica 32 prueba 8 enfriador vs válvula con detección de falla por el sensor del tanque desconectado.



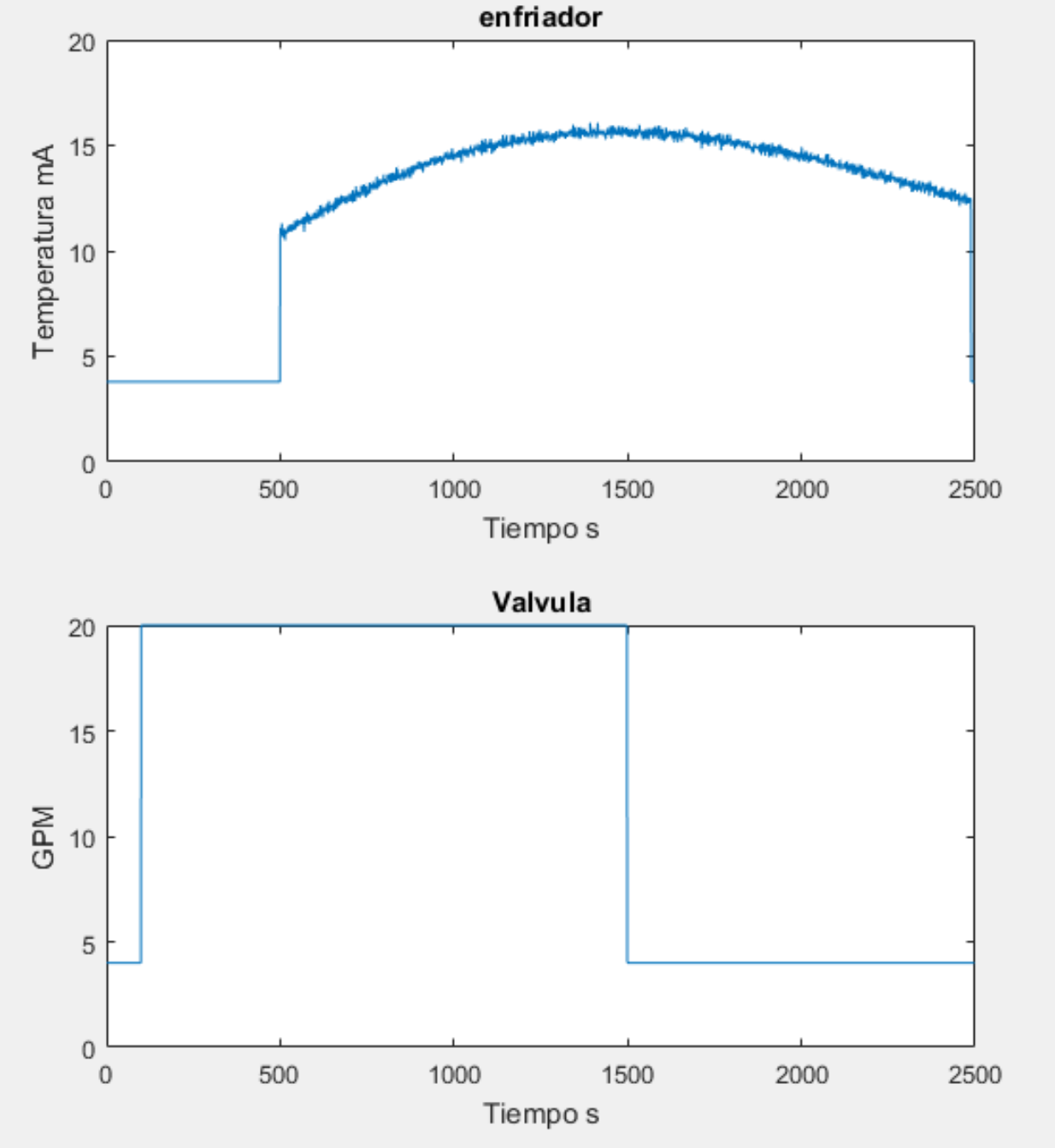
Grafica 33 Resultado prueba 8

6.9 Prueba 9

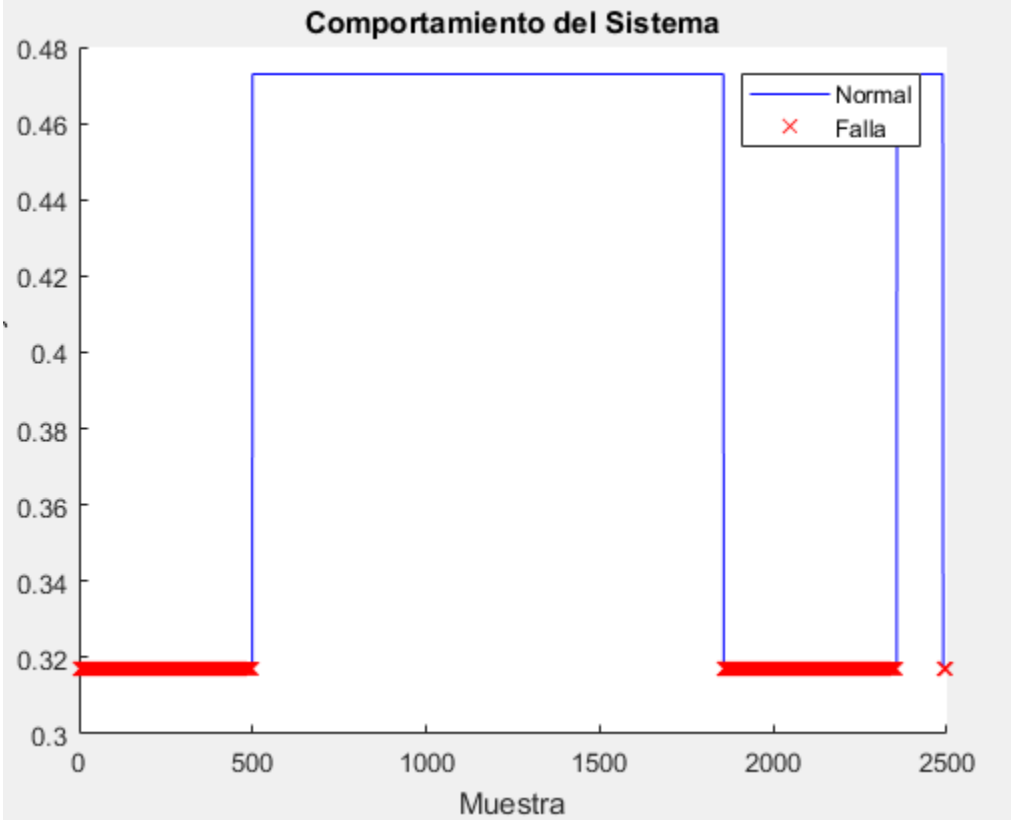
En esta prueba se observa que en el rango de 0 a 500 datos el enfriador estaba apagado o no estaba funcionando correctamente, pero después empezó a trabajar adecuadamente, también en este test se presenta otra falla pero esta vez en el intercambiador de calor que pudo ser el resultado de la desconexión del sensor o de un bloqueo en sus placas paralelas, que impedía el paso de agua esta falla sucedió durante el rango de datos de 1900 a 2400



Grafica 34 prueba 9 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por el enfriador apagado.



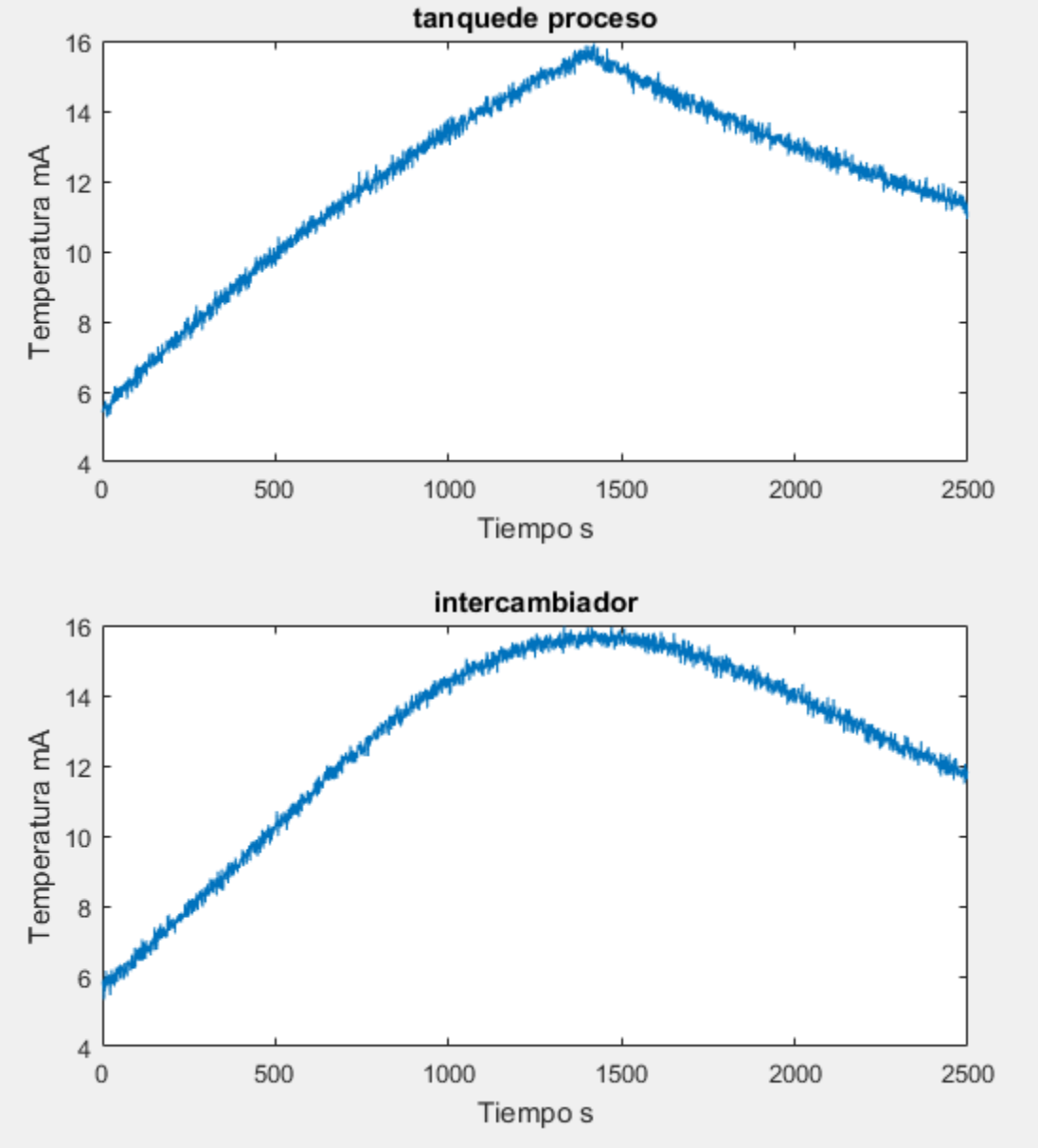
Grafica 35 prueba 9 enfriador vs válvula en detección de falla por el enfriador apagado.



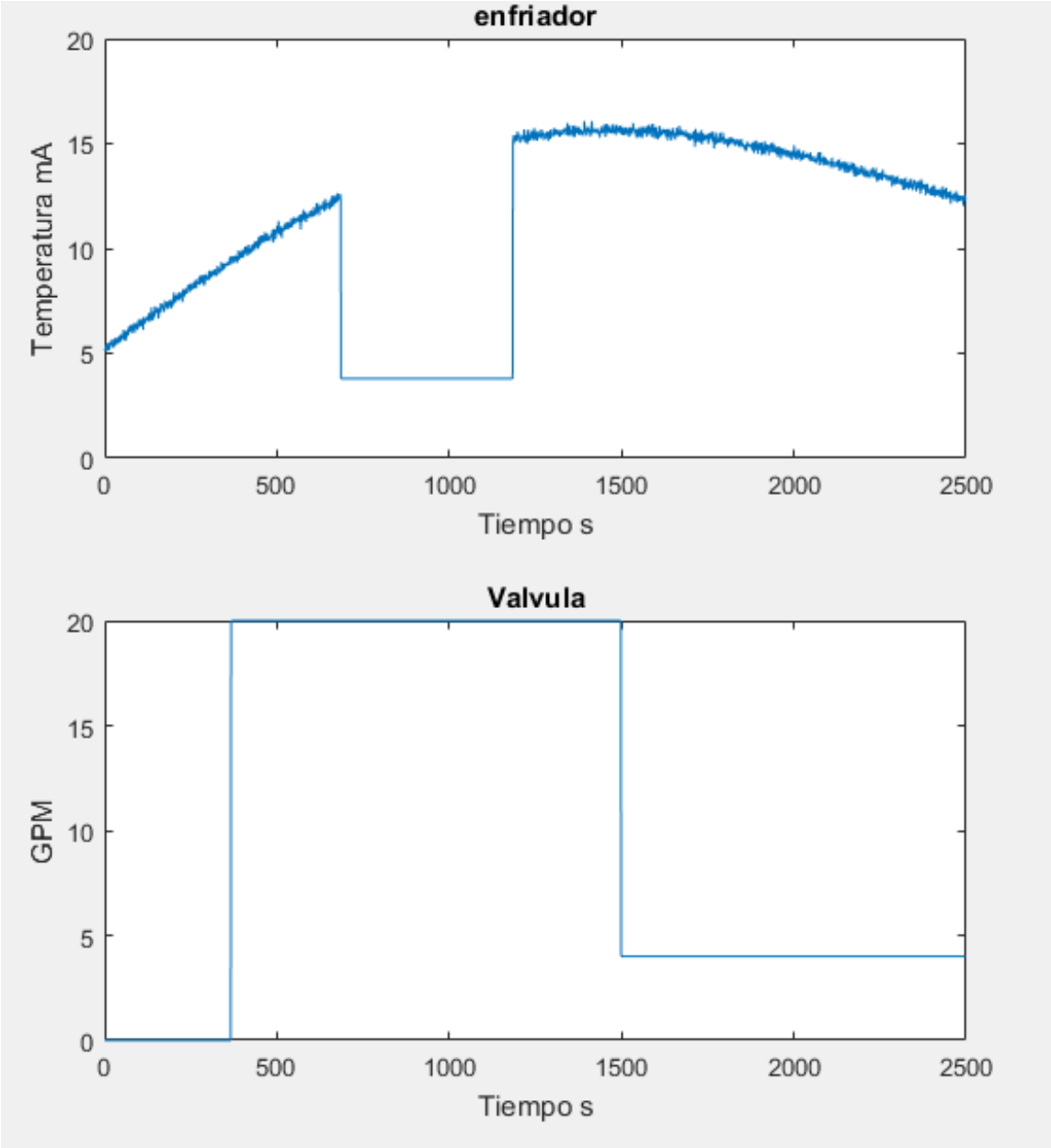
Grafica 36 Resultado prueba 9

6.10 Prueba 10

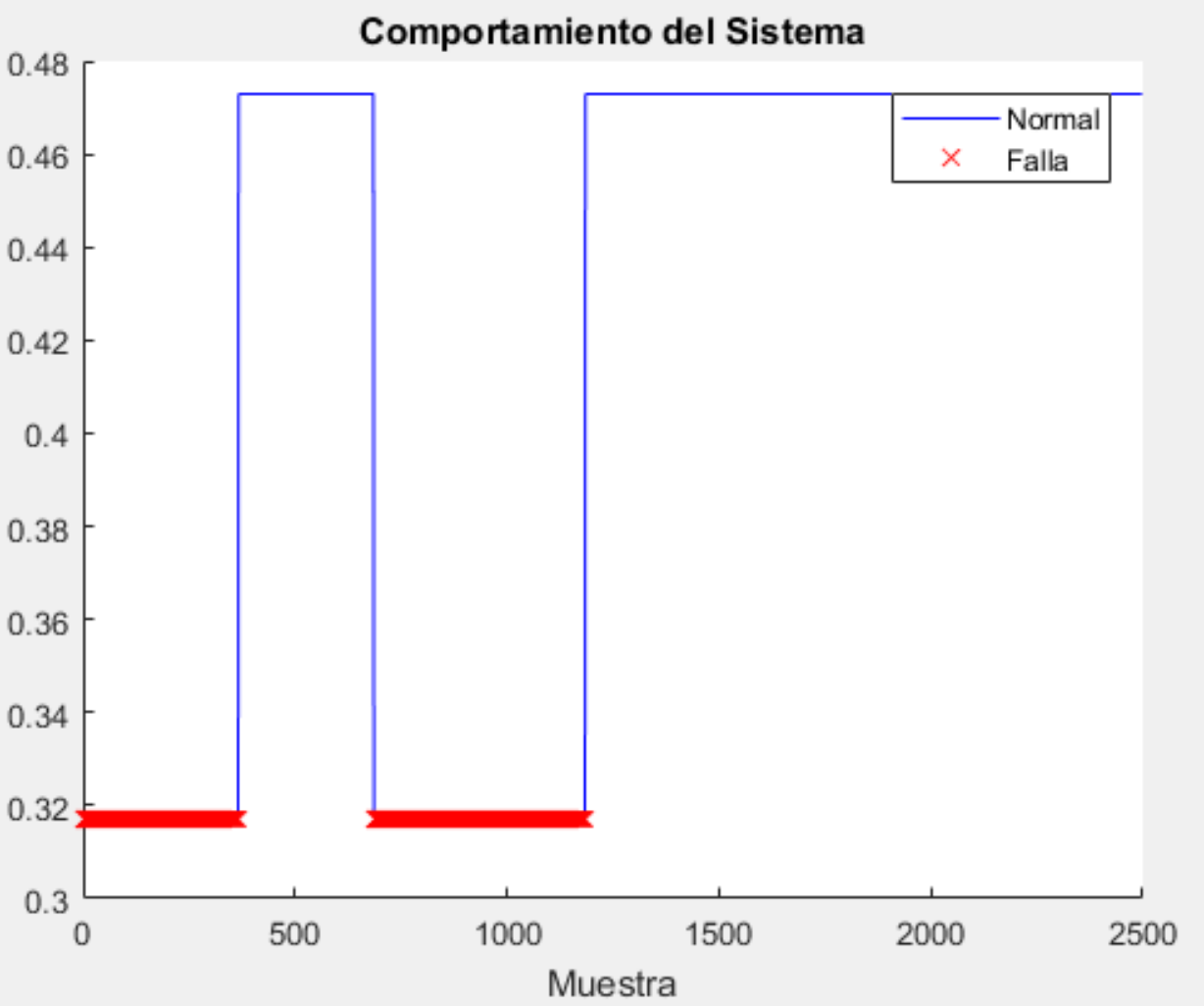
Durante esta prueba se inicia el proceso con la válvula cerrada que puede ser por una falla en sus componentes o por que se presenta un bloqueo, esto sucede en los primeros 400 datos donde después se elimina el bloqueo o la válvula empieza a funcionar correctamente, después durante el rango de 600 a 1200 se presenta un funcionamiento intermitente en el enfriador que se puede presentar por una avería en sus componentes, porque durante ese lapso de tiempo el enfriador se apagó accidentalmente o por una interrupción en el suministro eléctrico, luego de esta parada el enfriador siguió comportándose de manera normal.



Grafica 37 prueba 10 Tanque de proceso vs el intercambiador con detección de falla por válvula cerrada.



Grafica 38 prueba 10 enfriador vs válvula en detección de falla por válvula cerrada



Grafica 39 Resultado prueba 10

7 Conclusiones.

- El uso de un modelo de análisis matemático aplicado al estudio de posibles fallos de una máquina, implica considerar múltiples variables de estructura y funcionamiento que, si bien se apoyan en la mecánica, van más allá de una revisión o mantenimiento tradicional.
- Un modelo matemático que tiene el soporte de una interfaz tecnológica de simulación permite conocer más detalladamente la estructura y funcionamiento de una máquina en cuanto a la capacidad de reacción del sistema mecánico que la opera. En este sentido, el uso de un sistema informático de simulación de fallos es una herramienta que posibilita, además de lo anterior, anticipar escenarios posibles de daños en uno o varios circuitos o componentes y las posibilidades de reacción del sistema operativo o de acción de personal capacitado frente a dichos incidentes. Así, cada uno de los test expuestos en este trabajo, se enfoca en situaciones potencialmente susceptibles de ocurrir en condiciones reales de operación respecto del manejo de la máquina en distintas circunstancias.
- Su valor es doble: como experiencia no sólo es didáctica o práctica de entrenamiento que hace parte de la formación profesional de los estudiantes de ingeniería mecánica, enseñando estas actividades como guía y ejemplo de estudio de caso en el control de máquinas. Por otra parte, se proyecta como aporte de la comunidad académica al sector productivo, toda vez que este al conocer antecedentes como la experiencia aquí consignada, cuenta con elementos de juicio para valorar la necesidad y la importancia de la aplicación de un modelo matemático de análisis a máquinas, de forma tal que se pase de un mantenimiento reparador a un mantenimiento preventivo y predictivo del funcionamiento de máquinas a través de ejercicios simulados de capacidad de rendimiento cuando hay fallos, para aminorar su impacto y procurar un manejo eficiente de recursos y tiempo que favorezca la satisfacción de niveles de producción pertinentes.

8 Bibliografía

[1] IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS. APLICACIÓN AL MODELADO DE UN MOTOR DE CONTINUA. Mª Elena López Guillén

[2 I. TÉCNICAS MODERNAS EN AUTOMÁTICA 1- IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS

[3] I. Amatrol, “Analytical Process Control Student Reference.” Jeffersonvillage, Indiana USA, p. 317, 2013.
[4] O. Katsuhiko, *Ingeniería de Control moderna*, Tercera. México: Prentice Hall, 1997, p. 420.
[5] H. López, “Identificación de Sistemas. Aplicación al modelado de un motor de continua.” Cataluña, p. 64, 2008.
[6] C. Kunusch, “Identificación de sistemas dinámicos.” La Plata, p. 40, 2003.
[7] B. Heufelder, J. Glaría, E. L. Proceso, and C. O. N. Control, “Control y supervisión de un proceso por lotes,” 2000.
[8] D. D. Proceso, “Ingeniería de Proceso Ingeniería de Proceso.”
[9] R. Holý and J. Pozivil, “Batch control system project for a pharmaceutical plant.,” *ISA transactions*, vol. 41, no. 2, pp. 245–54, Apr. 2002.
[10] V. M. A. Ruíz, “ECUACIONES PARA CONTROLADORES PID UNIVERSALES,” *Ingeniería, Universidad de San José de Costa Rica*, vol. 12, no. 1, 2002.
[11] Siemens, “Regulación pid en siemens s7 300. .,” *Innovacion en la tecnología*, 2011. [Online]. Available: http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=50204570&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW.
[12] A. Creus, *Instrumentación Industrial*. Mexico D.F.: Marcombo, 2011, p. 800.
[13] J. A. Espinoza, C. Electrónica, and A.-- El, “Medición de Nivel y Caudal por Ultrasonido.” Chile, p. 6, 2009.
[14] R. Pallas, *Instrumentos Electrónicos básicos*. Mexico D.F.: Marcombo, 2007, p. 317.
[15] C. J. Cimbala, Yunus A, *Mecánica de fluidos*. México D.F: Mc Graw Hill, 2006, p. 774.
[16](_Montaje_y_mantenimiento_de_equipos_de_refrigeracion_comercial/Capitulo_II/Funcionamiento_y_Reglaje_de_los_preostatos.)

[17] FIRST EDITION, LAP 8, REV.B Amatrol, AMNET, CIMSOFT, MCL, MINI-CIM, IST, ITC, VEST, and Technovate are trademarks or reglstered trademarks of Amatrol,lnc. Ali other brand and product names are trademarks or registered trademarks of their respective companies.CopyrightC2012 by AMATAOL, INC.Amatrol ,lnc.,2400 Centennlal Blvd., Jeffersonville,IN 47130 USA, Ph 812-288-8285. FAX 812-283-1584 www.amatrol.com,B33301·BD08UEN TEMPERATURE SENSORS2

[18] http://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-termometros-de-resistencia-1

Anexos Ficha técnica tarjeta edibon

SPECIFICATIONS

The EDAS/VIS System includes a Hardware: DAIB Data Acquisition Interface Box + DAB. Data Acquisition Board and a Software: EDAS/VIS-SOF. Data Acquisition and Virtual Instrumentation Software:

①DAIB. Data Acquisition Interface Box:

Metallic box. Dimensions: 310 x 220 x 145 mm. approx.
Front panel:
16 Analog inputs (1 block with **12 voltage channels** and 1 block with **2 current channels** (4 connections)).
Sampling velocity **1,250,000 samples per second** for **EDAS/VIS 1.25 Version.**
Sampling velocity **250,000 samples per second** for **EDAS/VIS 0.25 Version.**
2 Analog outputs.
24 Digital inputs/outputs, configurable as inputs or outputs, with 24 state led indicators. These digital inputs/outputs are grouped in three ports of eight channels (P0, P1 and P3).
4 Digital signal switches 0- 5V.
2 Analog signal potentiometers ±12V.
Main ON/OFF switch.
Inside: Internal power supply of 12 and 5 V. Potentiometer.
Back panel:
Power supply connector. SCSI connector (for connecting with the data acquisition board).
Connecting cables.



DAIB

②DAB. Data Acquisition Board:

For EDAS/VIS 1.25 Version:
PCI Data acquisition board (National Instruments) to be placed in a computer slot. Bus PCI.
Analog input:
Number of **channels=** 16 single-ended or 8 differential. **Resolution=16 bits,** 1 in 65536.
Sampling rate up to: 1,250,000 S/s (samples per second). Input range (V) = ±10V.
Data transfers = DMA, interrupts, programmed I/O. Number of DMA channels = 6.
Analog output:
Number of **channels=2 .Resolution=16 bits,** 1 in 65536. **Max. output rate up to: 833 KS/s.**
Output range(V) = ±10V. Data transfers = DMA, interrupts, programmed I/O.
Digital Input/Output: Number of **channels=24 inputs/outputs. Port 0 up to 8 MHz.**
Timing: **Counter/timers=2.** Resolution: Counter/timers: 32 bits.

For EDAS/VIS 0.25 Version:
Sampling rate up to: 250,000 S/s (samples per second).
Analog output: Max. output rate up to: 10 KS/s.
Digital Input/Output: Number of **channels=24 inputs/outputs. Port 0 up to 1 MHz.**
Rest of characteristics are the same than EDAS/VIS 1.25 Version.



DAB

③EDAS/VIS-SOF. Data Acquisition and Virtual Instrumentation Software:

Compatible with actual Windows operating systems. Amicable graphical frame.
Configurable software allowing the temporal/frequency representation of the different inputs and outputs. Visualization of a voltage of the circuits on the computer screen.
It allows: data store in a file, print screens and reports of the signals at any time.
Measurement, analysis, visualization, representation and report of results.
Set of Virtual Instruments:
- **Oscilloscope:**
  Channels: 12 simultaneous. Maximum input voltage: ± 10V.
  All 12 input channels could be scaled to compare signal with different voltage levels.
  "Math Menu" with operations as Addition, Subtraction, Multiplication and Division, between any of the 12 oscilloscope channels.
- **Function Generator:**
  Two independent signal generators, for sinusoidal, triangular, saw tooth and square.
  Channels: 2 (allowing working simultaneously). Maximum output voltage ± 10V.
  It includes a graph where an output signal for each channel is shown.
- **Spectrum Analyzer:**
  Channels: 12 (simultaneous). Max. voltage: ±10V. Digital spectrum analyzer based on the FFT.
- **Multimeter:**
  Voltmeter (Channels: 12 (simultaneous). Maximum voltage ± 10V RMS).
  Ammeter (Channels: 2 (simultaneous). Max. Ampere: 500 mA rms per channel).
- **Transient Analyzer.**
- **Logic Analyzer:**
  Number of input channels: 8. TTL Voltage Level.
  Clock Source: 3 different sources.
  This instrument allows receiving as far as 8 digital signal simultaneously at 1 or 8 Mbps (depending of the version).
- **Logic Generator:**
  Number of transmission channels: 8 . TTL voltage level.
  This instrument allows generating up to 8 digital simultaneous signals of 1 or 8 Mbps (depending of the version).



EDAS/VIS-SOF

Sampling velocity 1,250,000 samples per second for EDAS/VIS 1.25 Version.
Sampling velocity 250,000 samples per second for EDAS/VIS 0.25 Version.
Manuals: This system is supplied with the following manuals: Required Services, Assembly and Installation, Interface and Software, Starting-up, Safety, Maintenance & Practices Manuals.

This system can be used with:
- All Modules type "M" (M1 to M99) of Basic Electronics (LIEBA).
- All Modules type "ED-CAM, ED-CF M and EDICOM" of Communications (LICOMBA).
- SAIT. Transducers and Instrumentation Trainer.
* Any other electronic board.

Tabla 2 datos comportamiento en condiciones normales de operación

tiempo (s)	Termistor °C	Termocupla °C	RTD °C	Lazo Servicio (GPM)	Lazo Proceso (GPM)
12,96	0,73168797	-2,165504859	1,367688825	1,8	1,6
142,56	9,05639477	8,052447502	7,872005881	1,8	1,6
144	6,4472289	7,08266086	8,949945837	1,8	1,6
145,44	4,57418057	6,01943017	8,501869853	1,8	1,6
146,88	6,97363647	6,938220948	8,71341873	1,8	1,6
148,32	8,6019952	5,726118008	7,204384798	1,8	1,6
149,76	6,53842745	7,570998622	9,418086056	1,8	1,6
151,2	6,48748301	7,304211793	7,861233596	1,8	1,6
152,64	6,88481398	7,930278133	6,842477439	1,8	1,6
154,08	6,85924644	6,946967578	7,723617611	1,8	1,6
155,52	8,5589451	5,970200489	9,139018483	1,8	1,6
156,96	5,31375185	6,096676678	6,87596895	1,8	1,6
300,96	12,8948242	16,0765793	12,17794483	1,8	1,6
444,96	17,7362985	23,64106549	19,86767376	1,8	1,6
588,96	24,4227863	29,63769208	28,13366896	1,8	1,6
732,96	32,6580741	36,85198171	34,15514967	1,8	1,6
876,96	35,7541115	43,65968499	40,30244578	1,8	1,6
1020,96	40,5412114	47,2396332	45,68068421	1,8	1,6
1164,96	47,0616157	55,54066284	52,68574643	1,8	1,6
1308,96	52,0805496	56,88356156	56,0459999	1,8	1,6
1438,56	54,8365419	60,84607761	62,15683371	1,8	1,6
1440	55,2158672	61,19334953	60,95535181	1,8	1,6
1441,44	52,7622489	63,0049229	60,35703133	1,8	1,6
1442,88	56,0952354	61,79077675	58,87147774	1,8	1,6
1444,32	52,0388965	62,00804892	61,91010241	1,8	1,6
1445,76	55,9624867	62,00360635	62,24937493	1,8	1,6
1447,2	54,0911261	62,70086039	59,13809281	1,8	1,6
1448,64	57,7126659	62,38547153	62,15554723	1,8	1,6
1450,08	55,0466418	62,84378339	61,41537338	1,8	1,6
1451,52	57,2369603	63,53255438	62,33957962	1,8	1,6
1452,96	54,7630445	62,17961072	61,38717619	1,8	1,6
1454,4	56,6347853	61,57708877	61,8878407	1,8	1,6
1455,84	53,8215732	62,46802765	61,44388125	1,8	1,6
1457,28	55,5211038	62,81362663	63,10015156	1,8	1,6
1458,72	55,234579	61,76565115	62,03322359	1,8	1,6
1460,16	56,3363839	63,56445412	61,39858136	1,8	1,6
1461,6	57,5437247	64,13997414	60,55657798	1,8	1,6
1463,04	54,9199846	62,91798975	62,74577843	1,8	1,6

1464,48	56,3534121	63,8428453	62,61694704	1,8	1,6
1465,92	55,2620282	61,92065897	61,20713293	1,8	1,6
1467,36	53,1579963	61,41815629	63,87637873	1,8	1,6
1468,8	56,1536354	62,16738037	60,90453684	1,8	1,6
1470,24	56,2422112	60,0606209	62,42380459	1,8	1,6
1471,68	55,8798785	64,04299386	62,6837314	1,8	1,6
1473,12	55,2958647	62,65989737	61,86556534	1,8	1,6
1474,56	55,9177275	62,78793672	62,92364606	1,8	1,6
1476	56,5796521	62,98511643	62,2804916	1,8	1,6
1477,44	54,012782	64,90323467	62,17172635	1,8	1,6
1478,88	55,944315	64,20864707	63,03841433	1,8	1,6
1480,32	54,5719341	64,14452196	60,78300945	1,8	1,6
1481,76	56,1972564	62,43701305	62,61910871	1,8	1,6
1483,2	53,56943	63,53994047	61,8247541	1,8	1,6
1484,64	55,6895263	62,1556789	62,29406501	1,8	1,6
1486,08	57,4511762	64,10384342	62,77982634	1,8	1,6
1487,52	56,3340146	63,27286166	62,01255224	1,8	1,6
1488,96	56,1472121	64,55687769	60,78984329	1,8	1,6
1490,4	56,3188829	62,64497478	63,43995149	1,8	1,6
1491,84	57,967095	62,77261455	63,50003393	1,8	1,6
1493,28	55,9491512	63,97073309	63,84760418	1,8	1,6
1494,72	57,4899377	61,73370252	63,75214645	1,8	1,6
1496,16	54,026191	63,77294855	64,05501428	1,8	1,6
1497,6	55,288832	61,98270115	64,05561837	1,8	1,6
1499,04	54,7597439	63,73991995	62,15709174	1,8	1,6
1500,48	55,5820041	63,32062272	60,81058818	1,8	1,6
1501,92	58,1173081	63,84501134	61,69751038	1,8	1,6
1503,36	57,5455485	64,66648122	63,37084948	1,8	1,6
1504,8	56,795154	63,99046917	63,32061347	1,8	1,6
1506,24	57,4821941	63,20928356	62,91711969	1,8	1,6
1507,68	57,8286019	65,5171228	62,6700877	1,8	1,6
1509,12	56,6394064	64,59409755	62,57311676	1,8	1,6
1510,56	56,9518542	64,41267127	63,40974887	1,8	1,6
1512	56,4875904	62,9804983	64,95726458	1,8	1,6
1513,44	55,0087893	63,24746224	65,94709376	1,8	1,6
1514,88	56,487888	63,87301882	62,64634491	1,8	1,6
1516,32	56,3368567	64,47793312	63,98775473	1,8	1,6
1517,76	56,2454069	62,79042173	64,88926352	1,8	1,6
1519,2	56,2791284	64,0420847	63,22925225	1,8	1,6
1520,64	56,2494659	62,01796864	63,64770782	1,8	1,6
1522,08	56,2615758	63,85426676	64,6738589	1,8	1,6

1523,52	57,6821433	63,84274664	64,96287185	1,8	1,6
1524,96	56,758894	65,60801173	61,6854831	1,8	1,6
1526,4	57,7487987	64,1722785	62,27848718	1,8	1,6
1527,84	58,6906854	64,38448466	64,25016363	1,8	1,6
1529,28	59,3720507	64,68324587	63,09072174	1,8	1,6
1530,72	57,1320894	64,75808675	63,04037736	1,8	1,6
1532,16	57,2042497	64,22711427	63,68196888	1,8	1,6
1533,6	57,299181	65,10699967	64,01521311	1,8	1,6
1535,04	57,3219117	64,29817961	64,68617158	1,8	1,6
1536,48	56,8656631	66,12625898	63,00621943	1,8	1,6
1537,92	58,9529084	63,58252432	65,47599337	1,8	1,6
1539,36	57,3921952	64,69668248	63,39236304	1,8	1,6
1540,8	57,9540768	63,88320327	63,82252739	1,8	1,6
1542,24	58,2384591	64,03241073	64,86241448	1,8	1,6
1543,68	57,798261	63,87628957	62,55809963	1,8	1,6
1545,12	56,9891023	63,97622699	65,4601889	1,8	1,6
1546,56	57,6714343	65,86782688	63,75745882	1,8	1,6
1548	58,2086662	64,83763097	65,57133963	1,8	1,6
1549,44	58,3080393	63,71511826	64,62624782	1,8	1,6
1550,88	58,4536404	63,15318929	63,89099117	1,8	1,6
1552,32	56,1188765	63,57409622	64,83119692	1,8	1,6
1553,76	58,651402	67,31617818	64,82388716	1,8	1,6
1555,2	57,5564124	62,54709523	63,84203156	1,8	1,6
1556,64	59,5022636	65,58991804	64,87751916	1,8	1,6
1558,08	58,1461592	65,43763051	64,78642662	1,8	1,6
1559,52	58,3257307	66,63026426	65,14035052	1,8	1,6
1560,96	58,2024636	64,13262033	63,54705702	1,8	1,6
1562,4	58,2280182	64,10167513	63,72381215	1,8	1,6
1563,84	58,4459652	63,5459679	64,5371626	1,8	1,6
1565,28	59,0690781	63,86086966	64,36625809	1,8	1,6
1566,72	59,5753091	65,10335263	63,15420498	1,8	1,6
1568,16	57,968402	67,80208459	63,64372797	1,8	1,6
1569,6	58,1503986	64,31294093	65,30543959	1,8	1,6
1571,04	57,8602908	64,911881	63,71326347	1,8	1,6
1572,48	58,7351052	63,43857035	65,24010688	1,8	1,6
1573,92	58,2579642	63,3733413	65,10239415	1,8	1,6
1575,36	59,8304757	65,49883129	64,31616941	1,8	1,6
1576,8	58,6767589	65,54354829	65,82500425	1,8	1,6
1578,24	58,1938294	64,63559768	62,7793558	1,8	1,6
1579,68	58,3713976	65,31312368	64,8393817	1,8	1,6
1581,12	58,7808986	65,83225532	65,68873226	1,8	1,6

1582,56	57,9107652	66,79660644	62,51849893	1,8	1,6
1584	59,4367093	65,09776646	64,93283814	1,8	1,6
1585,44	57,6373386	66,66104892	64,20318972	1,8	1,6
1586,88	58,8750809	66,63243258	63,85787796	1,8	1,6
1588,32	60,4562746	64,6935581	64,86506139	1,8	1,6
1589,76	58,0954606	67,09084306	64,78536282	1,8	1,6
1591,2	59,1718958	67,72856535	64,23219754	1,8	1,6
1592,64	58,6955714	66,54487009	64,04330688	1,8	1,6
1594,08	61,6110672	65,86670929	65,72047907	1,8	1,6
1595,52	58,8205377	62,81576513	64,61790085	1,8	1,6
1596,96	60,1128405	64,13135087	66,12657386	1,8	1,6
1740,96	64,2166419	67,52204271	67,70354878	1,8	1,6
1884,96	65,9981579	68,71818227	67,98249996	1,8	1,6
2028,96	70,5074041	70,16982751	69,34792764	1,8	1,6
2172,96	66,3583656	71,01956649	69,22370857	1,8	1,6
2316,96	63,6062808	70,36243168	67,88962465	1,8	1,6
2460,96	60,019632	68,40232179	66,66933429	1,8	1,6
2604,96	57,9576709	67,47036297	66,13973727	1,8	1,6
2748,96	53,4548439	64,87656076	62,2979833	1,8	1,6
2892,96	50,9449218	62,12175702	60,14861836	1,8	1,6
3022,56	49,5666621	60,10749404	53,64736761	1,8	1,6
3024	50,9646158	59,50708857	53,25030199	1,8	1,6
3025,44	46,9961309	59,23945456	54,61769286	1,8	1,6
3026,88	49,2855125	59,56737951	56,64734658	1,8	1,6
3028,32	50,2059381	59,73097281	56,71111773	1,8	1,6
3029,76	50,6749446	58,81447881	55,66127429	1,8	1,6
3031,2	50,2066301	59,45519531	53,17337581	1,8	1,6
3032,64	48,2231136	57,68769925	53,90315583	1,8	1,6
3034,08	48,0824117	59,57695182	55,79471741	1,8	1,6
3035,52	47,4160368	58,85560091	54,4297675	1,8	1,6
3036,96	48,9103542	58,64909193	54,65177703	1,8	1,6
3180,96	46,7774225	56,06165957	51,99441612	1,8	1,6
3324,96	44,2068352	53,38031771	47,3222727	1,8	1,6
3468,96	41,6687925	48,38616446	45,04778782	1,8	1,6
3612,96	41,7564625	46,09450559	44,02645226	1,8	1,6
3756,96	37,6054296	45,42623335	38,33307589	1,8	1,6
3900,96	37,3650394	39,99352187	39,49701506	1,8	1,6
4044,96	35,48202	38,05285277	37,14513092	1,8	1,6
4188,96	33,4556674	36,1757886	34,38060032	1,8	1,6
4332,96	31,1423199	34,79624998	32,52369239	1,8	1,6
4462,56	28,449442	32,2377217	30,079156	1,8	1,6

4464	29,2738781	30,85845884	32,35559349	1,8	1,6
4465,44	29,5774363	31,30766285	32,81455915	1,8	1,6
4466,88	30,3152107	31,91339252	31,81010133	1,8	1,6
4468,32	28,2627466	32,19781843	30,11410974	1,8	1,6
4469,76	31,578641	31,03325434	32,43697583	1,8	1,6
4471,2	28,8472941	30,64660601	30,2169915	1,8	1,6
4472,64	29,8965899	31,51285322	32,68259563	1,8	1,6
4474,08	30,0464471	32,23735346	30,12063921	1,8	1,6
4475,52	30,0456686	30,59955561	30,90322018	1,8	1,6
4476,96	28,6879303	32,70605922	31,03291265	1,8	1,6
4620,96	28,3558583	29,49929259	30,3652997	1,8	1,6
4764,96	27,4738197	28,05192323	30,30342495	1,8	1,6
4908,96	26,3364876	27,33597412	28,48169112	1,8	1,6
5052,96	24,8498966	25,81648249	25,57732397	1,8	1,6
5196,96	24,9336764	23,52430394	26,9480077	1,8	1,6
5340,96	21,7304794	25,06795397	24,1255331	1,8	1,6
5484,96	20,8148874	21,76723245	22,60410598	1,8	1,6
5628,96	19,3948104	22,94570075	24,25623399	1,8	1,6
5772,96	17,8601253	20,46521558	18,63902543	1,8	1,6
5902,56	17,4893734	22,52378004	18,08403253	1,8	1,6
5904	19,5517795	21,65294413	18,83170592	1,8	1,6
5905,44	19,3772747	21,2682236	20,97660626	1,8	1,6
5906,88	17,6180807	22,73934754	17,91151698	1,8	1,6
5908,32	17,5913768	22,21015979	19,26215836	1,8	1,6
5909,76	17,4243416	21,10187392	20,19204418	1,8	1,6
5911,2	20,2034034	24,11335122	18,9676733	1,8	1,6
5912,64	19,5308559	23,27628412	20,01006112	1,8	1,6
5914,08	17,0082772	19,67255769	19,86151139	1,8	1,6
5915,52	17,3398936	21,94007284	20,15385724	1,8	1,6
5916,96	17,1062406	22,93978649	17,9274444	1,8	1,6
6060,96	18,7799144	22,05889968	17,2595968	1,8	1,6
6204,96	14,5504274	20,01180874	16,78757813	1,8	1,6
6348,96	14,4248923	20,14873905	16,69188975	1,8	1,6
6492,96	13,5900243	16,88441379	15,8033964	1,8	1,6
6636,96	13,9373075	17,0065288	13,93821801	1,8	1,6
6780,96	12,4499554	14,81904987	14,49025882	1,8	1,6
6924,96	10,339668	11,35870608	13,4391641	1,8	1,6
7068,96	9,33479821	9,444716622	9,319776584	1,8	1,6

Tabla 3 datos para detección de falla prueba 2

tiempo (s)	Termistor	Termocupla	RTD	Lazo Servicio	Lazo Proceso
12,96	-1,13462672	-1,59268739	1,05813828	1,8	1,5
142,56	7,17890237	4,72917706	7,99213318	1,8	1,5
144	7,78176219	7,25354281	7,92062316	1,8	1,5
145,44	5,87131659	6,43248294	7,12238186	1,8	1,5
146,88	5,19423187	6,32600943	6,54833754	1,8	1,5
148,32	5,20332203	7,10081291	5,99599713	1,8	1,5
149,76	6,93602087	5,60451659	8,64248055	1,8	1,5
151,2	6,77014077	8,64617057	7,99376849	1,8	1,5
152,64	6,64476369	6,02660998	7,48699126	1,8	1,5
154,08	7,27946594	6,31832397	6,87967047	1,8	1,5
155,52	6,52294699	5,9243955	6,84198217	1,8	1,5
156,96	6,27154401	5,00562114	7,86729688	1,8	1,5
300,96	10,9473044	14,2211697	12,8968401	1,8	1,5
444,96	19,2534452	22,9722793	18,109888	1,8	1,5
588,96	24,8993825	28,8588746	25,6233252	1,8	1,5
732,96	28,1870396	34,1350121	31,5925398	1,8	1,5
876,96	33,9439788	40,42616	38,1664811	1,8	1,5
1020,96	36,8573319	44,5323937	43,6344334	1,8	1,5
1164,96	43,0821388	49,5984299	46,8552942	1,8	1,5
1308,96	47,2441404	54,3429156	53,5052294	1,8	1,5
1438,56	51,5017607	57,556893	55,9401987	1,8	1,5
1440	50,2533196	54,8947246	57,9293883	1,8	1,5
1441,44	51,6719036	58,2340197	56,5615165	1,8	1,5
1442,88	50,3799937	56,1417534	55,2101188	1,8	1,5
1444,32	51,5021137	56,2508657	58,4526254	1,8	1,5
1445,76	50,9428675	56,4008907	57,136982	1,8	1,5
1447,2	51,6455312	57,1414973	57,7938652	1,8	1,5
1448,64	51,6580062	58,5842157	55,9557601	1,8	1,5
1450,08	51,2568792	56,6192538	57,1020285	1,8	1,5
1451,52	50,513018	56,8511262	54,4088587	1,8	1,5
1452,96	50,3524812	58,0844944	57,1920037	1,8	1,5
1454,4	49,5058769	57,6255271	56,2469275	1,8	1,5
1455,84	53,1109147	58,7377429	58,1433027	1,8	1,5
1457,28	51,4026604	58,1349939	57,3898694	1,8	1,5
1458,72	51,9192807	57,5857559	56,8361378	1,8	1,5
1460,16	51,8641062	58,8372528	56,2376127	1,8	1,5
1461,6	50,2839509	57,4748317	56,8812094	1,8	1,5

1463,04	51,115098	57,984527	57,9998803	1,8	1,5
1464,48	49,6389686	58,5987154	58,7565648	1,8	1,5
1465,92	52,0170649	59,1322121	59,6142566	1,8	1,5
1467,36	51,7844522	59,8824882	56,8332658	1,8	1,5
1468,8	51,5605805	57,248804	59,0689553	1,8	1,5
1470,24	51,3087477	58,7654665	57,3682158	1,8	1,5
1471,68	52,2899244	59,0334333	56,2036784	1,8	1,5
1473,12	53,3398481	58,9472909	57,5280144	1,8	1,5
1474,56	50,7644074	58,9435308	56,4557825	1,8	1,5
1476	51,5023868	59,1461465	57,9901577	1,8	1,5
1477,44	53,0004571	57,0917002	57,5606563	1,8	1,5
1478,88	53,3912181	57,6886143	58,9933659	1,8	1,5
1480,32	52,0525558	56,873834	58,4260582	1,8	1,5
1481,76	53,6682475	59,5124841	57,1756089	1,8	1,5
1483,2	50,9094613	58,9343986	56,0385813	1,8	1,5
1484,64	51,5300721	57,7409255	58,1251411	1,8	1,5
1486,08	51,8701325	59,2722363	58,2873449	1,8	1,5
1487,52	52,3314477	59,8574746	58,405542	1,8	1,5
1488,96	52,8362311	57,0641388	59,1576049	1,8	1,5
1490,4	53,6387145	58,956633	59,124712	1,8	1,5
1491,84	51,5547766	58,768207	58,795845	1,8	1,5
1493,28	50,9217097	58,1035717	58,2624071	1,8	1,5
1494,72	51,5704432	59,3667055	58,2818353	1,8	1,5
1496,16	51,277888	58,3990171	58,8602796	1,8	1,5
1497,6	53,550917	58,7350422	59,4134953	1,8	1,5
1499,04	49,6278835	58,7987146	57,130517	1,8	1,5
1500,48	51,6731068	59,3592279	59,2919721	1,8	1,5
1501,92	51,6721752	56,6460684	57,3061163	1,8	1,5
1503,36	53,7963119	59,4079264	56,5682209	1,8	1,5
1504,8	51,4876135	57,8659107	55,7392997	1,8	1,5
1506,24	53,6717192	59,9556564	61,5926295	1,8	1,5
1507,68	52,6601651	60,4019965	57,5888357	1,8	1,5
1509,12	48,9946575	59,1350829	58,1180472	1,8	1,5
1510,56	53,6265548	59,5504644	58,9698545	1,8	1,5
1512	53,518257	60,6131977	59,018046	1,8	1,5
1513,44	51,1507246	60,5866683	56,8715591	1,8	1,5
1514,88	51,6100943	58,2286251	58,6499536	1,8	1,5
1516,32	51,9955774	58,3628165	61,1753027	1,8	1,5
1517,76	53,7588423	60,1633	58,5543129	1,8	1,5
1519,2	52,9829732	58,3459696	57,4718069	1,8	1,5
1520,64	53,0892133	58,1008569	58,924735	1,8	1,5

1522,08	51,7533882	59,8574239	57,546296	1,8	1,5
1523,52	52,2096612	59,246769	57,7116174	1,8	1,5
1524,96	53,2967283	60,6264431	58,348241	1,8	1,5
1526,4	52,8391811	60,327788	58,7452406	1,8	1,5
1527,84	53,1666301	58,3359864	59,202263	1,8	1,5
1529,28	54,0512587	58,5034696	58,4752303	1,8	1,5
1530,72	52,5341166	60,4570153	60,319495	1,8	1,5
1532,16	51,9129309	59,7424518	59,1052877	1,8	1,5
1533,6	54,3716731	58,4747962	60,515409	1,8	1,5
1535,04	52,7407116	60,0620603	60,2658237	1,8	1,5
1536,48	52,6248991	60,2989391	60,5858173	1,8	1,5
1537,92	53,6341452	61,2231832	59,8272202	1,8	1,5
1539,36	52,7017671	58,7577525	59,2819304	1,8	1,5
1540,8	53,8115862	60,7385269	58,6687885	1,8	1,5
1542,24	53,9870389	58,4610349	58,9705288	1,8	1,5
1543,68	52,995941	59,6255458	57,5164387	1,8	1,5
1545,12	54,2884074	59,3693319	58,5166442	1,8	1,5
1546,56	51,651871	60,4516996	59,0440178	1,8	1,5
1548	54,9207153	60,8945312	60,378128	1,8	1,5
1549,44	52,7603223	62,4287349	58,9619898	1,8	1,5
1550,88	54,8433862	58,878095	58,7904561	1,8	1,5
1552,32	53,9964139	58,9066276	60,7879923	1,8	1,5
1553,76	53,7327765	59,2630857	60,8909638	1,8	1,5
1555,2	52,8021828	59,2294063	60,9257641	1,8	1,5
1556,64	52,4811663	57,8194328	59,0515214	1,8	1,5
1558,08	52,9267947	58,7375791	60,975299	1,8	1,5
1559,52	54,3673494	60,9204514	58,7687459	1,8	1,5
1560,96	56,0221558	59,2180757	59,9495569	1,8	1,5
1562,4	54,0352356	60,8190719	60,3121177	1,8	1,5
1563,84	55,3787181	60,3858386	60,0707921	1,8	1,5
1565,28	55,1527548	59,8522363	60,1999942	1,8	1,5
1566,72	53,087898	62,8625857	60,7423415	1,8	1,5
1568,16	56,0192984	59,0690288	59,279583	1,8	1,5
1569,6	52,5916108	59,7260339	60,0009326	1,8	1,5
1571,04	55,028347	61,9972276	61,166117	1,8	1,5
1572,48	54,4814934	61,095107	58,5891361	1,8	1,5
1573,92	54,9282587	60,7959795	59,3785485	1,8	1,5
1575,36	53,698512	60,9782239	59,694855	1,8	1,5
1576,8	53,7868112	59,7184466	60,4149151	1,8	1,5
1578,24	55,2705843	61,8047798	59,442562	1,8	1,5
1579,68	54,4004178	62,4822538	58,7248036	1,8	1,5

1581,12	53,9636221	60,6485515	61,6313342	1,8	1,5
1582,56	53,9015631	60,7947212	59,4255551	1,8	1,5
1584	56,8882066	60,5770893	60,1181598	1,8	1,5
1585,44	53,8813152	60,7626802	61,2311414	1,8	1,5
1586,88	54,8837634	61,278318	60,7159398	1,8	1,5
1588,32	55,5811976	60,6708815	60,5656467	1,8	1,5
1589,76	55,1745754	60,2095807	60,2298747	1,8	1,5
1591,2	56,0717783	61,719196	60,2694792	1,8	1,5
1592,64	54,8361412	60,4297208	61,1607115	1,8	1,5
1594,08	55,1724042	60,6528044	61,4349696	1,8	1,5
1595,52	55,5623502	59,4628682	60,8879747	1,8	1,5
1596,96	54,5677783	60,6650094	60,0416809	1,8	1,5
1740,96	58,27654	62,9215704	63,5301513	1,8	1,5
1884,96	63,511869	63,7310234	64,5198821	1,8	1,5
2028,96	63,9397377	64,887141	64,4787778	1,8	1,5
2172,96	62,3080195	64,7804245	63,8767326	1,8	1,5
2316,96	58,1174387	62,9550239	62,8079687	1,8	1,5
2460,96	54,693723	64,4724949	62,7965251	1,8	1,5
2604,96	53,873842	60,3940728	58,8983468	1,8	1,5
2748,96	50,7906255	59,9204653	55,4211707	1,8	1,5
2892,96	49,8223127	57,5801332	54,2277801	1,8	1,5
3022,56	44,77744	54,2588597	50,9782726	1,8	1,5
3024	43,8374869	54,3693076	51,161175	1,8	1,5
3025,44	43,8324886	54,5099192	49,4362322	1,8	1,5
3026,88	46,2455909	54,288139	53,3390801	1,8	1,5
3028,32	45,7577883	55,7921515	51,1137694	1,8	1,5
3029,76	44,6766151	55,691965	50,474995	1,8	1,5
3031,2	47,4745237	57,5504657	51,8820503	1,8	1,5
3032,64	45,9350235	56,9784955	51,2645106	1,8	1,5
3034,08	46,7341408	55,6226598	50,7058876	1,8	1,5
3035,52	44,9598903	56,8499546	50,9165366	1,8	1,5
3036,96	44,458198	55,4475402	50,2972036	1,8	1,5
3180,96	43,6174054	52,7326705	48,2188438	1,8	1,5
3324,96	41,1003309	48,6071789	45,7117826	1,8	1,5
3468,96	38,7203537	46,5934548	42,7628686	1,8	1,5
3612,96	37,195997	45,6081651	38,9918843	1,8	1,5
3756,96	36,8647764	40,0662555	38,1141441	1,8	1,5
3900,96	33,1595012	38,7160776	36,7841829	1,8	1,5
4044,96	32,1556312	35,7671154	34,7515799	1,8	1,5
4188,96	29,9964015	33,0440889	32,1639828	1,8	1,5
4332,96	29,5573694	30,2220625	30,6380714	1,8	1,5

4462,56	29,3554811	28,9565391	30,133786	1,8	1,5
4464	29,7153911	28,1751631	27,829194	1,8	1,5
4465,44	29,046928	28,1468151	30,9608594	1,8	1,5
4466,88	27,2244893	29,5972972	30,197337	1,8	1,5
4468,32	28,7029515	28,8017424	31,9142085	1,8	1,5
4469,76	29,434489	28,9102423	28,4758681	1,8	1,5
4471,2	26,3849586	26,5992113	30,0567234	1,8	1,5
4472,64	28,0688286	29,3260191	31,1815182	1,8	1,5
4474,08	27,5450537	31,6100696	30,8447445	1,8	1,5
4475,52	28,660337	29,7589044	30,8527154	1,8	1,5
4476,96	27,8317727	28,3461918	30,4892041	1,8	1,5
4620,96	26,4753932	27,1983418	28,9980119	1,8	1,5
4764,96	25,1608824	27,646195	26,7175178	1,8	1,5
4908,96	23,3340056	25,2522182	28,4720906	1,8	1,5
5052,96	22,9956126	23,8738746	27,436701	1,8	1,5
5196,96	21,9125124	23,6329831	24,1165962	1,8	1,5
5340,96	19,9546727	22,8356082	23,284754	1,8	1,5
5484,96	20,305367	22,6409341	22,2026126	1,8	1,5
5628,96	19,6852226	21,8138421	20,2360154	1,8	1,5
5772,96	17,951504	22,2187015	18,8796181	1,8	1,5
5902,56	17,2344629	19,2819896	19,1165541	1,8	1,5
5904	15,2813933	21,7719688	17,0317339	1,8	1,5
5905,44	16,3871482	19,250054	17,3687176	1,8	1,5
5906,88	17,6283518	20,8180341	17,7448463	1,8	1,5
5908,32	17,4026493	20,6215397	16,9224991	1,8	1,5
5909,76	16,1205605	19,272065	18,0718855	1,8	1,5
5911,2	16,6935938	19,6977441	17,0367167	1,8	1,5
5912,64	18,3002469	21,7566273	17,476833	1,8	1,5
5914,08	16,8866851	20,0666134	16,9950666	1,8	1,5
5915,52	15,6789246	20,8066664	16,9426391	1,8	1,5
5916,96	17,3355724	19,4063405	17,5538664	1,8	1,5
6060,96	17,4236949	17,9539668	14,1627687	1,8	1,5
6204,96	14,8087367	18,5980783	14,7518882	1,8	1,5
6348,96	13,7164478	17,9534316	14,6291481	1,8	1,5
6492,96	12,5006572	14,9907047	13,2536962	1,8	1,5
6636,96	14,1549296	15,9280726	13,6169355	1,8	1,5
6780,96	8,71205926	12,1048088	14,0388304	1,8	1,5
6924,96	9,84103445	10,3926495	11,3461609	1,8	1,5
7068,96	10,0151471	8,0689342	8,27093928	1,8	1,5

Tabla 4 datos para detección de falla prueba 3

tiempo (s)	Termistor	Termocupla	RTD	Lazo Servicio	Lazo Proceso
12,96	-0,25970652	-0,43237255	-12,3002749	1,8	0,4
142,56	-2,79699331	-2,35209622	-14,8888689	1,8	0,4
144	-1,86126645	-2,63049268	11,0151788	1,8	0,4
145,44	-1,50317397	-2,51706669	19,5162185	1,8	0,4
146,88	-2,01244904	-2,57121276	15,3156784	1,8	0,4
148,32	-2,43396906	-2,17294599	11,6597547	1,8	0,4
149,76	-2,04644447	-2,7467672	-5,02825249	1,8	0,4
151,2	-1,86979352	-2,34883534	3,66022278	1,8	0,4
152,64	-2,19339792	-2,07362558	-13,4385529	1,8	0,4
154,08	-1,91882353	-2,31235564	15,0742585	1,8	0,4
155,52	-2,59636843	-2,67862073	18,4388928	1,8	0,4
156,96	-1,9080029	-2,0817683	20,9680844	1,8	0,4
300,96	-3,64294446	-3,35832423	-2,10960381	1,8	0,4
444,96	-4,06449489	-4,2070944	10,7230661	1,8	0,4
588,96	-4,03547532	-3,23754308	1,99336186	1,8	0,4
732,96	-1,79398744	-1,03428788	8,00812949	1,8	0,4
876,96	-0,08858672	2,61252737	27,5643883	1,8	0,4
1020,96	3,0693315	6,94899659	31,7740533	1,8	0,4
1164,96	8,46884373	14,0730171	10,6366633	1,8	0,4
1308,96	13,8532595	18,0029603	42,6264824	1,8	0,4
1438,56	17,0604784	25,8291574	51,6394077	1,8	0,4
1440	17,3725515	24,2319392	53,2334148	1,8	0,4
1441,44	14,4715695	23,4462755	14,8011363	1,8	0,4
1442,88	18,4347442	21,5269386	40,9696368	1,8	0,4
1444,32	13,6085921	25,4993751	33,7599658	1,8	0,4
1445,76	18,3363246	25,9530246	33,9100029	1,8	0,4
1447,2	16,0902381	21,8690161	15,7022626	1,8	0,4
1448,64	20,463336	25,8249883	21,910173	1,8	0,4
1450,08	17,1603693	24,8399156	14,6017017	1,8	0,4
1451,52	19,9227229	26,0739329	25,1994927	1,8	0,4
1452,96	16,872721	24,8024534	28,037347	1,8	0,4
1454,4	19,0406788	25,468878	47,1076067	1,8	0,4
1455,84	15,7311776	24,8771424	19,8448172	1,8	0,4
1457,28	17,7323473	27,0983225	14,7358554	1,8	0,4
1458,72	17,2549688	25,6627234	41,7573516	1,8	0,4
1460,16	18,7185672	24,8171114	26,1927413	1,8	0,4
1461,6	20,1195869	23,708433	45,5147106	1,8	0,4
1463,04	16,9862246	26,6205713	14,5032991	1,8	0,4

1464,48	18,6058043	26,4446404	35,6410869	1,8	0,4
1465,92	17,295851	24,5658287	36,7129028	1,8	0,4
1467,36	15,0978606	28,1511274	50,5545442	1,8	0,4
1468,8	18,5784401	24,1664834	28,4361474	1,8	0,4
1470,24	18,6481695	26,1864397	28,9371043	1,8	0,4
1471,68	18,2152114	26,5361879	42,4714629	1,8	0,4
1473,12	17,2528157	25,4376468	16,2285041	1,8	0,4
1474,56	18,1296044	26,861204	14,8936992	1,8	0,4
1476	18,984382	25,9930988	14,6945243	1,8	0,4
1477,44	15,9056637	25,8489879	54,7704514	1,8	0,4
1478,88	18,3056554	27,0141424	47,4998623	1,8	0,4
1480,32	16,5553711	24,0046778	45,6513333	1,8	0,4
1481,76	18,5419214	26,4475535	20,5881805	1,8	0,4
1483,2	15,3430403	25,384552	25,4287114	1,8	0,4
1484,64	18,0325171	26,0120571	28,8168333	1,8	0,4
1486,08	20,0580633	26,6646565	44,4121923	1,8	0,4
1487,52	18,6807691	25,6350568	18,4253934	1,8	0,4
1488,96	18,6398561	24,0150935	54,4556241	1,8	0,4
1490,4	18,6372072	27,559287	16,4426345	1,8	0,4
1491,84	20,6990709	27,6402861	15,0032435	1,8	0,4
1493,28	18,4054239	28,115031	40,0642572	1,8	0,4
1494,72	20,1499199	27,9818159	42,7393123	1,8	0,4
1496,16	16,1300677	28,3964604	33,1965466	1,8	0,4
1497,6	17,5057437	28,3962063	34,6195016	1,8	0,4
1499,04	16,67801	25,8283892	32,0489759	1,8	0,4
1500,48	17,6755722	24,0411336	19,461244	1,8	0,4
1501,92	20,9833987	25,2152585	35,715347	1,8	0,4
1503,36	20,1580317	27,463498	55,3165111	1,8	0,4
1504,8	19,3354209	27,3975121	40,7307563	1,8	0,4
1506,24	19,9538129	26,8516705	17,2139355	1,8	0,4
1507,68	20,6167733	26,5165546	40,4026592	1,8	0,4
1509,12	19,1195269	26,3880195	54,8251241	1,8	0,4
1510,56	19,4441509	27,5161355	52,2931311	1,8	0,4
1512	18,9587477	29,633695	14,6733608	1,8	0,4
1513,44	17,0993909	31,0032989	17,918956	1,8	0,4
1514,88	18,8344478	26,4849426	36,6954823	1,8	0,4
1516,32	18,6579916	28,3040134	53,4092262	1,8	0,4
1517,76	18,4384183	29,5407863	14,875649	1,8	0,4
1519,2	18,7137518	27,2728056	42,4408336	1,8	0,4
1520,64	18,6781353	27,8389733	33,4224535	1,8	0,4
1522,08	18,6866579	29,2466086	36,0404816	1,8	0,4

1523,52	20,3852924	29,6429267	35,6380421	1,8	0,4
1524,96	19,3372751	25,1985276	37,358202	1,8	0,4
1526,4	20,3131931	25,9904693	46,4698244	1,8	0,4
1527,84	21,7684013	28,6626167	51,7428612	1,8	0,4
1529,28	22,4628294	27,0834188	55,3869992	1,8	0,4
1530,72	19,7791346	27,0155237	55,4985404	1,8	0,4
1532,16	19,7449634	27,8874108	48,0050198	1,8	0,4
1533,6	19,9228458	28,3426401	51,7617814	1,8	0,4
1535,04	20,0451538	29,2611594	49,8289581	1,8	0,4
1536,48	19,2664989	26,9709131	21,5868711	1,8	0,4
1537,92	21,9659864	30,3512119	26,7674606	1,8	0,4
1539,36	20,0936163	27,4951837	55,4315408	1,8	0,4
1540,8	20,6303983	28,0796443	37,0489989	1,8	0,4
1542,24	21,114796	29,5028614	42,1253802	1,8	0,4
1543,68	20,4647579	26,3675662	36,8092626	1,8	0,4
1545,12	19,6892473	30,3296618	40,251467	1,8	0,4
1546,56	20,2096929	27,9892287	28,7297433	1,8	0,4
1548	21,0303237	30,481374	55,2524339	1,8	0,4
1549,44	21,0690203	29,1787613	31,1923206	1,8	0,4
1550,88	21,2943068	28,1740978	16,3254222	1,8	0,4
1552,32	18,4382501	29,4603146	26,4983827	1,8	0,4
1553,76	21,7292254	29,4521015	31,6214228	1,8	0,4
1555,2	20,4499813	28,1064588	18,1389823	1,8	0,4
1556,64	22,5811653	29,5254051	37,9689514	1,8	0,4
1558,08	20,9968114	29,3982121	42,9763787	1,8	0,4
1559,52	21,2315567	29,8882334	16,6859108	1,8	0,4
1560,96	21,0260174	27,7028525	45,291758	1,8	0,4
1562,4	21,1178426	27,9462325	44,3425011	1,8	0,4
1563,84	21,3658535	29,0544406	25,6137741	1,8	0,4
1565,28	22,2045425	28,8218355	36,2701031	1,8	0,4
1566,72	22,6832	27,1710581	51,8357419	1,8	0,4
1568,16	20,7620769	27,8362235	47,963205	1,8	0,4
1569,6	21,0319166	30,1143875	50,1802944	1,8	0,4
1571,04	20,627077	27,9298186	54,6876147	1,8	0,4
1572,48	21,826487	30,0233815	22,447535	1,8	0,4
1573,92	21,1096715	29,8335566	20,7253606	1,8	0,4
1575,36	23,2128246	28,7531446	41,0050782	1,8	0,4
1576,8	21,7177773	30,8342206	39,5245623	1,8	0,4
1578,24	20,8790056	26,6646418	55,1447195	1,8	0,4
1579,68	21,0964066	29,4714094	46,7270919	1,8	0,4
1581,12	21,8236562	30,6451316	29,861993	1,8	0,4

1582,56	20,9018552	26,3138558	18,2709325	1,8	0,4
1584	22,7828672	29,6000591	51,9433891	1,8	0,4
1585,44	20,1874937	28,6000222	16,8579484	1,8	0,4
1586,88	22,0600063	28,1266928	16,6951364	1,8	0,4
1588,32	23,9322658	29,5064058	55,4216515	1,8	0,4
1589,76	20,9792295	29,3971027	24,5912264	1,8	0,4
1591,2	22,482187	28,6386122	45,7065534	1,8	0,4
1592,64	21,6984384	28,3797712	16,4987725	1,8	0,4
1594,08	25,5444453	30,689117	28,762011	1,8	0,4
1595,52	21,8090197	29,1681792	14,7231866	1,8	0,4
1596,96	23,5114826	31,2528153	45,2555016	1,8	0,4
1740,96	28,9890036	33,4581467	38,7630766	1,8	0,4
1884,96	31,6956905	33,849325	54,4490259	1,8	0,4
2028,96	38,1775267	35,7758887	18,5222952	1,8	0,4
2172,96	32,0726247	35,6007272	35,5430641	1,8	0,4
2316,96	28,1632084	33,7197719	19,2974892	1,8	0,4
2460,96	23,1431568	32,0068886	57,5009449	1,8	0,4
2604,96	20,8146053	31,2717807	36,9543851	1,8	0,4
2748,96	15,1833879	26,0183662	54,9960191	1,8	0,4
2892,96	12,4035576	23,1746189	29,9330642	1,8	0,4
3022,56	10,9837165	15,1662586	30,5585509	1,8	0,4
3024	12,4889546	14,7135653	14,3376818	1,8	0,4
3025,44	8,10342283	16,2950365	12,5053942	1,8	0,4
3026,88	10,8108129	18,7375325	15,3078839	1,8	0,4
3028,32	11,7522548	18,8174871	18,8436922	1,8	0,4
3029,76	12,1745833	17,5398973	17,9964355	1,8	0,4
3031,2	11,4841689	14,6260274	13,659149	1,8	0,4
3032,64	9,71664207	15,4625915	49,8709609	1,8	0,4
3034,08	9,43698514	17,7017253	15,4792567	1,8	0,4
3035,52	8,77276565	16,0764193	17,0610731	1,8	0,4
3036,96	10,4007134	16,3371438	22,4227459	1,8	0,4
3180,96	8,18800866	13,302939	16,2937542	1,8	0,4
3324,96	5,85025708	8,47611879	44,3833559	1,8	0,4
3468,96	3,60110194	6,38604281	6,64783187	1,8	0,4
3612,96	3,9264485	5,50603141	40,5743266	1,8	0,4
3756,96	0,78955711	1,28996652	19,3764205	1,8	0,4
3900,96	0,72730176	2,05379415	26,196185	1,8	0,4
4044,96	-0,35251739	0,56385153	12,7717676	1,8	0,4
4188,96	-1,09607362	-0,92536505	29,5829186	1,8	0,4
4332,96	-2,3225505	-1,76197777	24,1482003	1,8	0,4
4462,56	-3,31432393	-2,66968529	34,6159394	1,8	0,4

4464	-3,01361623	-1,83306487	12,0784538	1,8	0,4
4465,44	-2,78211302	-1,64123985	27,2653352	1,8	0,4
4466,88	-2,67053467	-2,04973411	37,4995476	1,8	0,4
4468,32	-3,09767404	-2,65811216	35,2858378	1,8	0,4
4469,76	-2,06881894	-1,79803008	18,1475422	1,8	0,4
4471,2	-3,04882087	-2,62258232	5,35517884	1,8	0,4
4472,64	-2,52859233	-1,69716761	32,7302614	1,8	0,4
4474,08	-2,4352387	-2,65686724	34,6230506	1,8	0,4
4475,52	-2,56532103	-2,38815398	4,03953467	1,8	0,4
4476,96	-3,02438441	-2,34180541	21,970653	1,8	0,4
4620,96	-3,14439147	-2,57729597	5,63090745	1,8	0,4
4764,96	-3,31646065	-2,59662575	34,0496355	1,8	0,4
4908,96	-3,67006085	-3,14530881	14,3926326	1,8	0,4
5052,96	-3,88554999	-3,77727704	4,67604815	1,8	0,4
5196,96	-3,76390351	-3,5152145	6,73408785	1,8	0,4
5340,96	-3,97374811	-3,98402648	28,031409	1,8	0,4
5484,96	-4,19702432	-4,12945377	15,8881204	1,8	0,4
5628,96	-4,16197487	-3,97035254	-6,74132864	1,8	0,4
5772,96	-4,15830353	-4,17058012	24,1013975	1,8	0,4
5902,56	-3,79877198	-4,14100203	-5,51499364	1,8	0,4
5904	-4,2638993	-4,17878172	19,5850374	1,8	0,4
5905,44	-4,18460167	-4,20181005	29,0944757	1,8	0,4
5906,88	-4,02722852	-4,13095024	-7,44081036	1,8	0,4
5908,32	-4,09783759	-4,19528974	1,48525515	1,8	0,4
5909,76	-4,05426477	-4,20785568	31,0639563	1,8	0,4
5911,2	-4,05431812	-4,18723969	26,1288811	1,8	0,4
5912,64	-4,25940086	-4,2087201	-0,73216323	1,8	0,4
5914,08	-4,01879333	-4,20716385	-1,56865336	1,8	0,4
5915,52	-3,8843772	-4,21007729	10,0577416	1,8	0,4
5916,96	-4,15115662	-4,13281485	-6,79669452	1,8	0,4
6060,96	-4,14555729	-4,08338388	6,12019346	1,8	0,4
6204,96	-3,66853045	-4,04111666	9,34586408	1,8	0,4
6348,96	-3,87340626	-4,03189641	14,1266239	1,8	0,4
6492,96	-3,54235038	-3,93474662	23,796378	1,8	0,4
6636,96	-3,70551674	-3,67328774	26,4119581	1,8	0,4
6780,96	-3,3820219	-3,75816321	0,38984396	1,8	0,4
6924,96	-2,9726774	-3,58960886	-6,94493213	1,8	0,4
7068,96	-2,89682043	-2,72413797	15,8588524	1,8	0,4

Tabla 5 datos para detección de falla prueba 6

tiempo (s)	Termistor	Termocupla	RTD	Lazo Servicio	Lazo Proceso
12,96	-9,50706839	-9,05530631	8,39858666	1,8	0,6
142,56	-3,75210557	-4,50797185	13,9714071	1,8	0,6
144	-5,47988993	-3,73989942	13,6538791	1,8	0,6
145,44	-6,78977985	-4,07613145	13,2513003	1,8	0,6
146,88	-5,2235427	-3,89407185	13,5987983	1,8	0,6
148,32	-3,89745567	-4,98325318	13,1328046	1,8	0,6
149,76	-5,3567952	-3,42794979	13,8153273	1,8	0,6
151,2	-5,52214934	-4,50682671	13,7288691	1,8	0,6
152,64	-5,10007642	-5,23069522	13,9318399	1,8	0,6
154,08	-5,31888071	-4,62432361	13,6008013	1,8	0,6
155,52	-4,13472093	-3,60891107	13,2299343	1,8	0,6
156,96	-6,29900025	-5,20403158	13,283854	1,8	0,6
300,96	-1,0781426	-1,46185008	15,3293606	1,8	0,6
444,96	2,23146197	4,03362874	15,3680564	1,8	0,6
588,96	6,96099966	10,0695773	15,4857549	1,8	0,6
732,96	12,7589031	14,5244654	16,7957224	1,8	0,6
876,96	14,978995	19,0938061	19,9654827	1,8	0,6
1020,96	18,2578255	23,1753702	22,5193202	1,8	0,6
1164,96	22,9072308	28,5191975	30,7297156	1,8	0,6
1308,96	26,1454619	31,1092154	32,3196045	1,8	0,6
1438,56	28,1095205	35,8658181	37,333069	1,8	0,6
1440	28,3294019	34,9250104	37,7886577	1,8	0,6
1441,44	26,8399504	34,4408026	40,2152883	1,8	0,6
1442,88	28,9369811	33,2952055	38,5794826	1,8	0,6
1444,32	26,1523549	35,6479286	38,8702645	1,8	0,6
1445,76	28,9344933	35,9259639	38,8670085	1,8	0,6
1447,2	27,6249144	33,5245192	39,8054503	1,8	0,6
1448,64	30,0835642	35,8346917	39,3801537	1,8	0,6
1450,08	28,2105217	35,2853655	39,9969939	1,8	0,6
1451,52	29,8882503	35,9944234	40,9304478	1,8	0,6
1452,96	27,962804	35,2575988	39,1021217	1,8	0,6
1454,4	29,5025352	35,6255316	38,3006064	1,8	0,6
1455,84	27,417434	35,3031931	39,4873182	1,8	0,6
1457,28	28,632707	36,6018385	39,9569693	1,8	0,6
1458,72	28,5244284	35,7394273	38,5481318	1,8	0,6
1460,16	29,1012967	35,2739412	40,9731487	1,8	0,6
1461,6	30,1138498	34,6109763	41,7598441	1,8	0,6
1463,04	28,2192561	36,3213514	40,0967566	1,8	0,6

1464,48	29,2497534	36,1919058	41,3538481	1,8	0,6
1465,92	28,301889	35,1120327	38,7575667	1,8	0,6
1467,36	26,8862406	37,193037	38,0856699	1,8	0,6
1468,8	29,019111	34,8836316	39,0820095	1,8	0,6
1470,24	28,9103949	36,0576679	36,3053881	1,8	0,6
1471,68	28,9123398	36,2663686	41,6262059	1,8	0,6
1473,12	28,2908683	35,6390674	39,7460858	1,8	0,6
1474,56	28,7630212	36,4458488	39,9221064	1,8	0,6
1476	29,1526208	35,9585266	40,1901777	1,8	0,6
1477,44	27,6544289	35,8552826	42,8063197	1,8	0,6
1478,88	28,954083	36,5346104	41,8480873	1,8	0,6
1480,32	27,8606906	34,7843274	41,7649794	1,8	0,6
1481,76	29,0975739	36,2262058	39,4476973	1,8	0,6
1483,2	27,2591021	35,5994366	40,9397754	1,8	0,6
1484,64	28,6393508	35,9553117	39,0686514	1,8	0,6
1486,08	30,0629017	36,3552673	41,7091951	1,8	0,6
1487,52	29,1088047	35,7451032	40,5771127	1,8	0,6
1488,96	28,8290976	34,7722304	42,333725	1,8	0,6
1490,4	29,0271443	36,8575345	39,7251332	1,8	0,6
1491,84	30,3079604	36,9114713	39,8979649	1,8	0,6
1493,28	28,8756962	37,1559934	41,5288248	1,8	0,6
1494,72	29,9247256	37,0944435	38,5072529	1,8	0,6
1496,16	27,5118047	37,3401145	41,256657	1,8	0,6
1497,6	28,6013304	37,3466168	38,8402194	1,8	0,6
1499,04	27,8612419	35,8487443	41,2129308	1,8	0,6
1500,48	28,5835326	34,8006109	40,6412502	1,8	0,6
1501,92	30,3624391	35,4999757	41,3573084	1,8	0,6
1503,36	29,8985818	36,8130166	42,4825188	1,8	0,6
1504,8	29,4203305	36,7577838	41,5524741	1,8	0,6
1506,24	29,8623838	36,4442074	40,4883697	1,8	0,6
1507,68	30,0931135	36,2435859	43,6519872	1,8	0,6
1509,12	29,2818182	36,1766187	42,3830475	1,8	0,6
1510,56	29,4320336	36,8332134	42,1324088	1,8	0,6
1512	29,2298085	38,0391392	40,1820238	1,8	0,6
1513,44	28,2078279	38,8159228	40,5446867	1,8	0,6
1514,88	29,1203396	36,2317926	41,392487	1,8	0,6
1516,32	29,1196721	37,2831796	42,2219689	1,8	0,6
1517,76	28,8846558	37,980726	39,9243273	1,8	0,6
1519,2	28,9784371	36,6910283	41,6251757	1,8	0,6
1520,64	29,2551981	37,0042715	38,885754	1,8	0,6
1522,08	29,0717873	37,8162868	41,3653101	1,8	0,6

1523,52	29,9665612	38,0256215	41,3543143	1,8	0,6
1524,96	29,5090867	35,4799234	43,7755785	1,8	0,6
1526,4	30,2323182	35,9448082	41,8050289	1,8	0,6
1527,84	30,7637638	37,4768943	42,0915791	1,8	0,6
1529,28	31,4207436	36,5864297	42,5008413	1,8	0,6
1530,72	29,7921242	36,5509506	42,6077584	1,8	0,6
1532,16	29,707227	37,0370572	41,8803413	1,8	0,6
1533,6	29,4381247	37,2995747	43,0851057	1,8	0,6
1535,04	29,8539085	37,8263928	41,9725736	1,8	0,6
1536,48	29,7069428	36,4937361	44,4935605	1,8	0,6
1537,92	30,996952	38,4523141	40,9971044	1,8	0,6
1539,36	29,8361213	36,8232854	42,5215954	1,8	0,6
1540,8	30,0841137	37,1664233	41,4063607	1,8	0,6
1542,24	30,4841301	37,9662754	41,610068	1,8	0,6
1543,68	30,1164716	36,182105	41,4028919	1,8	0,6
1545,12	29,6110634	38,4283769	41,5355964	1,8	0,6
1546,56	30,0032737	37,1021368	44,137402	1,8	0,6
1548	30,4053848	38,5225046	42,7182104	1,8	0,6
1549,44	30,5354053	37,7797193	41,1797381	1,8	0,6
1550,88	30,6596926	37,2170441	40,4125547	1,8	0,6
1552,32	29,0748369	37,9494499	40,9857718	1,8	0,6
1553,76	30,5383719	37,9155706	46,1442724	1,8	0,6
1555,2	29,9789708	37,1722685	39,5966458	1,8	0,6
1556,64	31,3924766	37,9848035	43,7497884	1,8	0,6
1558,08	30,3593765	37,9072392	43,5428609	1,8	0,6
1559,52	30,5165215	38,1969612	45,1915342	1,8	0,6
1560,96	30,6566785	36,9524514	41,746402	1,8	0,6
1562,4	30,5360573	37,0589589	41,7083145	1,8	0,6
1563,84	30,4533442	37,7035898	40,9483998	1,8	0,6
1565,28	30,9862284	37,5760016	41,378162	1,8	0,6
1566,72	31,4443544	36,6205369	43,0857959	1,8	0,6
1568,16	30,2144344	37,0093474	46,8141142	1,8	0,6
1569,6	30,6052515	38,3061325	41,9981532	1,8	0,6
1571,04	30,2395838	37,0870887	42,8157499	1,8	0,6
1572,48	30,9159421	38,2756901	40,8058256	1,8	0,6
1573,92	30,4812929	38,1530164	40,7163316	1,8	0,6
1575,36	31,5858802	37,5361786	43,6278412	1,8	0,6
1576,8	30,7914055	38,709853	43,6897155	1,8	0,6
1578,24	30,3859072	36,3294008	42,439049	1,8	0,6
1579,68	30,649006	37,9555737	43,3721661	1,8	0,6
1581,12	30,8807446	38,6105205	44,0867098	1,8	0,6

1582,56	30,1511285	36,1398581	45,4217832	1,8	0,6
1584	31,1740638	38,0133235	43,0741293	1,8	0,6
1585,44	30,0690345	37,4384154	45,2335462	1,8	0,6
1586,88	31,055237	37,1797587	45,1931846	1,8	0,6
1588,32	31,9886813	37,9833431	42,5208491	1,8	0,6
1589,76	30,3259528	37,9080445	45,8287549	1,8	0,6
1591,2	31,2513345	37,4797663	46,7105017	1,8	0,6
1592,64	30,8787586	37,3292681	45,0691768	1,8	0,6
1594,08	32,7850082	38,6456824	44,1367704	1,8	0,6
1595,52	30,7926772	37,7833083	39,9583812	1,8	0,6
1596,96	31,8909882	38,9539242	41,7452221	1,8	0,6
1740,96	34,8757068	40,1871153	46,4271697	1,8	0,6
1884,96	35,6993822	40,4104808	48,0823004	1,8	0,6
2028,96	39,0069965	41,4850833	50,0794468	1,8	0,6
2172,96	36,0657957	41,3872681	51,2428711	1,8	0,6
2316,96	34,254546	40,3416792	50,3439272	1,8	0,6
2460,96	31,7958423	39,3706027	47,6478385	1,8	0,6
2604,96	30,3622941	38,9526647	46,3546611	1,8	0,6
2748,96	27,0397317	35,9863569	42,7683362	1,8	0,6
2892,96	25,4141323	34,2752126	39,0240753	1,8	0,6
3022,56	24,5352948	29,2502602	36,36119	1,8	0,6
3024	25,4664966	28,9490538	35,5876901	1,8	0,6
3025,44	22,6953394	30,0072208	35,2465192	1,8	0,6
3026,88	24,0540212	31,5728567	35,6665328	1,8	0,6
3028,32	24,7819015	31,62015	35,8752817	1,8	0,6
3029,76	25,1823067	30,8217271	34,7104582	1,8	0,6
3031,2	24,775909	28,9017272	35,5239876	1,8	0,6
3032,64	23,3565142	29,4545587	33,3012031	1,8	0,6
3034,08	23,1660554	30,9197773	35,6787393	1,8	0,6
3035,52	22,8926213	29,8704383	34,7580242	1,8	0,6
3036,96	24,0273548	30,0244431	34,5006799	1,8	0,6
3180,96	22,3684904	27,9766042	31,3393721	1,8	0,6
3324,96	20,6692914	24,408353	28,3093553	1,8	0,6
3468,96	18,9291789	22,6957721	23,4698904	1,8	0,6
3612,96	19,111148	21,9277063	21,6327176	1,8	0,6
3756,96	16,1433434	17,6325856	21,1445772	1,8	0,6
3900,96	16,0792342	18,5065208	17,9944142	1,8	0,6
4044,96	14,7617256	16,764445	17,2095586	1,8	0,6
4188,96	13,1531706	14,677817	16,5933788	1,8	0,6
4332,96	11,5993113	13,3005595	16,240091	1,8	0,6
4462,56	9,90616151	11,499549	15,7643602	1,8	0,6

4464	10,2953985	13,1820199	15,5980407	1,8	0,6
4465,44	10,4906417	13,5191356	15,6457499	1,8	0,6
4466,88	11,2185451	12,7786088	15,7172221	1,8	0,6
4468,32	9,64960841	11,5041265	15,7550016	1,8	0,6
4469,76	11,9207771	13,2516662	15,6119551	1,8	0,6
4471,2	10,0070082	11,588296	15,57421	1,8	0,6
4472,64	10,8904202	13,4305702	15,670798	1,8	0,6
4474,08	10,9841559	11,5293816	15,7639752	1,8	0,6
4475,52	10,8985208	12,0923631	15,5645061	1,8	0,6
4476,96	9,90431989	12,2104164	15,835334	1,8	0,6
4620,96	9,68907523	11,6970944	15,4788609	1,8	0,6
4764,96	9,07162602	11,6697539	15,4003779	1,8	0,6
4908,96	8,17458478	10,3363894	15,3766515	1,8	0,6
5052,96	7,32306	8,21351565	15,3556227	1,8	0,6
5196,96	7,29802418	9,18709558	15,3651577	1,8	0,6
5340,96	5,16892215	7,13877939	15,3518783	1,8	0,6
5484,96	4,56190515	6,02527144	15,3936168	1,8	0,6
5628,96	3,38682537	7,22737559	15,374013	1,8	0,6
5772,96	2,34976531	3,15320329	15,4093877	1,8	0,6
5902,56	2,24390392	2,75191071	15,3820118	1,8	0,6
5904	3,61229494	3,29132428	15,3926452	1,8	0,6
5905,44	3,55702955	4,85641361	15,3986279	1,8	0,6
5906,88	2,2143258	2,61058376	15,3750777	1,8	0,6
5908,32	2,28810861	3,62017967	15,3846779	1,8	0,6
5909,76	2,1747142	4,27459363	15,4026899	1,8	0,6
5911,2	4,09842676	3,39993628	15,3602459	1,8	0,6
5912,64	3,51460824	4,14875251	15,3688241	1,8	0,6
5914,08	1,71468362	4,03420499	15,408723	1,8	0,6
5915,52	2,12867937	4,25672888	15,3895421	1,8	0,6
5916,96	1,94351617	2,64307142	15,3743193	1,8	0,6
6060,96	2,87918318	2,16999848	15,3871661	1,8	0,6
6204,96	-0,05041735	1,81546308	15,4100003	1,8	0,6
6348,96	0,21696365	1,7602574	15,4077208	1,8	0,6
6492,96	-0,55372204	1,12425493	15,3638501	1,8	0,6
6636,96	-0,4297691	-0,20042199	15,372833	1,8	0,6
6780,96	-1,39671874	0,18458727	15,2402555	1,8	0,6
6924,96	-2,8664044	-0,55560495	14,7871357	1,8	0,6
7068,96	-3,58486012	-3,48583458	14,3678099	1,8	0,6

Tabla 6 comportamiento de prueba 7 y 8

tiempo (s)	Termistor	Termocupla	RTD	Lazo Servicio	Lazo Proceso
12,96	1,05735729	0,07426176	-0,00513289	1,8	0,1
142,56	1,03234298	1,04219864	1,01055434	1,8	0,1
144	0,8246571	0,84974913	1,46964286	1,8	0,1
145,44	0,8811839	0,30176508	-0,74505112	1,8	0,1
146,88	0,51960554	-0,32959337	-0,59044769	1,8	0,1
148,32	3,11833473	-0,44438509	1,18698413	1,8	0,1
149,76	1,99894429	-0,15370882	-0,15142949	1,8	0,1
151,2	-0,33010951	0,17738754	0,23693103	1,8	0,1
152,64	-1,14340153	0,40232072	1,59791848	1,8	0,1
154,08	2,48212068	2,72866816	-0,83616307	1,8	0,1
155,52	0,05242588	-0,10513713	0,69412117	1,8	0,1
156,96	0,66429003	0,85090224	1,44803574	1,8	0,1
300,96	1,704567	1,11441059	3,73216517	1,8	0,1
444,96	2,86845639	1,26373867	3,69662247	1,8	0,1
588,96	3,91491765	5,12504922	0,51350077	1,8	0,1
732,96	3,84031721	4,804819	5,68711253	1,8	0,1
876,96	3,46700145	4,90004191	4,78526025	1,8	0,1
1020,96	4,51792682	5,91024659	3,09963189	1,8	0,1
1164,96	4,47799817	5,40062639	7,11309156	1,8	0,1
1308,96	4,94138424	7,58966759	7,41389788	1,8	0,1
1438,56	4,11956952	9,2092238	8,0207606	1,8	0,1
1440	6,93406664	6,45268427	7,24844009	1,8	0,1
1441,44	6,52165705	5,99647631	6,83916397	1,8	0,1
1442,88	6,87622014	6,67015709	7,11267621	1,8	0,1
1444,32	7,02657884	5,44077762	5,18885318	1,8	0,1
1445,76	6,29553188	7,31325688	6,41394878	1,8	0,1
1447,2	6,32461187	7,37421674	6,39476985	1,8	0,1
1448,64	5,89533813	5,96847895	7,07383291	1,8	0,1
1450,08	6,25368502	8,27103861	7,13394697	1,8	0,1
1451,52	6,69969975	7,06937827	7,74559545	1,8	0,1
1452,96	7,28293603	7,17984271	6,87985449	1,8	0,1
1454,4	6,01301723	5,41035233	6,75747661	1,8	0,1
1455,84	6,0970493	8,2011962	6,64251119	1,8	0,1
1457,28	6,5890052	6,74674065	7,40877117	1,8	0,1
1458,72	7,24537519	8,87797615	6,06377821	1,8	0,1
1460,16	6,14504412	5,84480605	5,88951819	1,8	0,1

1461,6	7,67352187	6,9614563	9,1229762	1,8	0,1
1463,04	5,43823966	8,40068361	7,09857362	1,8	0,1
1464,48	6,30953819	5,68026307	5,71738161	1,8	0,1
1465,92	6,1376213	8,88095377	9,20746646	1,8	0,1
1467,36	6,02411336	6,57284464	5,93906995	1,8	0,1
1468,8	6,92952156	6,91207878	8,79657332	1,8	0,1
1470,24	7,05277175	6,38584916	8,23329058	1,8	0,1
1471,68	5,29483717	7,57883698	6,81140576	1,8	0,1
1473,12	7,49537353	9,59414264	6,62824578	1,8	0,1
1474,56	5,85825093	6,62530872	6,85080126	1,8	0,1
1476	4,53146981	6,34333363	7,06362606	1,8	0,1
1477,44	4,71701846	5,5237892	6,58049755	1,8	0,1
1478,88	6,37488849	5,45691089	6,031101	1,8	0,1
1480,32	7,17577741	7,12398826	6,50952657	1,8	0,1
1481,76	4,82671504	6,41146755	6,21576071	1,8	0,1
1483,2	6,79863529	7,33166447	6,25524997	1,8	0,1
1484,64	5,37439655	5,56278397	7,23044577	1,8	0,1
1486,08	6,81905872	6,35660625	7,94205982	1,8	0,1
1487,52	6,6233353	8,82099428	8,33595354	1,8	0,1
1488,96	5,01840328	6,58970807	8,69552985	1,8	0,1
1490,4	5,79726324	6,81412612	8,07125384	1,8	0,1
1491,84	6,57405069	8,23170475	7,91640255	1,8	0,1
1493,28	6,08937057	7,03798585	7,55459048	1,8	0,1
1494,72	7,76014978	6,67690453	7,59106815	1,8	0,1
1496,16	7,84355309	8,04816577	6,25844781	1,8	0,1
1497,6	7,25871718	5,27294579	5,50440754	1,8	0,1
1499,04	4,40027249	7,37454904	6,5756236	1,8	0,1
1500,48	6,58787935	7,28413588	8,06904137	1,8	0,1
1501,92	5,29897098	7,13582531	6,06545717	1,8	0,1
1503,36	5,41802637	7,88854958	7,8080542	1,8	0,1
1504,8	7,39897961	7,01592824	8,227252	1,8	0,1
1506,24	6,55554857	6,99553923	5,94241634	1,8	0,1
1507,68	8,30146694	7,98504795	7,7579175	1,8	0,1
1509,12	6,83779555	8,13024258	7,14328994	1,8	0,1
1510,56	6,30733719	7,87111596	6,02827124	1,8	0,1
1512	6,29682387	6,646538	8,77582972	1,8	0,1
1513,44	9,08844264	6,07423147	6,7223719	1,8	0,1
1514,88	6,86262835	7,63763366	7,94493035	1,8	0,1
1516,32	6,77529387	6,45766867	6,99257388	1,8	0,1
1517,76	5,7935398	7,57783172	7,20812112	1,8	0,1
1519,2	7,89383033	6,83507122	8,75173999	1,8	0,1

1520,64	6,25004466	6,23517518	7,62186057	1,8	0,1
1522,08	5,64450773	8,5021266	7,1549599	1,8	0,1
1523,52	6,08470358	7,55676349	8,32964453	1,8	0,1
1524,96	7,52158671	7,50882915	6,99931495	1,8	0,1
1526,4	7,33483466	7,87694991	6,18841936	1,8	0,1
1527,84	7,26838084	6,77247725	6,31679719	1,8	0,1
1529,28	7,77706924	5,87571125	6,45479391	1,8	0,1
1530,72	6,47541154	7,24342291	6,11952698	1,8	0,1
1532,16	6,76458184	6,73809828	7,00937824	1,8	0,1
1533,6	7,97986967	4,93719411	6,52189987	1,8	0,1
1535,04	6,38182652	6,75652301	6,23143213	1,8	0,1
1536,48	7,82135469	9,95771786	8,01464418	1,8	0,1
1537,92	6,75560774	7,20668366	7,95505756	1,8	0,1
1539,36	7,77023982	6,02686967	5,3128592	1,8	0,1
1540,8	9,05636426	7,03283707	6,90725984	1,8	0,1
1542,24	6,07887186	6,83685309	6,39118549	1,8	0,1
1543,68	8,13951142	9,23423383	5,98163515	1,8	0,1
1545,12	7,80440431	7,59371342	6,70896851	1,8	0,1
1546,56	6,42076942	7,59631887	7,9336211	1,8	0,1
1548	5,75941657	7,55019471	7,600568	1,8	0,1
1549,44	7,43222254	7,11619371	5,01186305	1,8	0,1
1550,88	8,17176133	8,93374407	8,14472253	1,8	0,1
1552,32	6,50009591	7,36853093	7,31497847	1,8	0,1
1553,76	5,82846945	7,63075144	6,67128699	1,8	0,1
1555,2	5,00549112	6,78629127	6,3531431	1,8	0,1
1556,64	7,4685376	8,09826962	6,87342217	1,8	0,1
1558,08	6,00842439	7,73676836	7,43417255	1,8	0,1
1559,52	5,05430069	7,17594824	5,67225699	1,8	0,1
1560,96	6,36514027	6,62459408	7,93749214	1,8	0,1
1562,4	6,5447088	6,7410684	6,90903272	1,8	0,1
1563,84	6,79660784	8,1636274	8,14688255	1,8	0,1
1565,28	5,73918834	7,22107833	7,30156448	1,8	0,1
1566,72	7,74859069	7,71045019	8,05219725	1,8	0,1
1568,16	8,88736612	7,45797801	5,42585732	1,8	0,1
1569,6	6,71974087	8,08696388	6,06861821	1,8	0,1
1571,04	5,65586938	6,42217381	5,44782444	1,8	0,1
1572,48	8,08714559	6,81212717	7,51465571	1,8	0,1
1573,92	6,23756856	7,08264656	8,77300162	1,8	0,1
1575,36	5,14506774	5,48822117	7,43853642	1,8	0,1
1576,8	7,17895604	5,36245682	7,32261855	1,8	0,1
1578,24	6,56761725	5,91476131	8,31995891	1,8	0,1

1579,68	7,23572175	6,24450353	8,59308527	1,8	0,1
1581,12	5,65681411	7,03766263	7,54363937	1,8	0,1
1582,56	5,88038	7,54492329	7,23241712	1,8	0,1
1584	6,97929051	7,00480284	6,36378418	1,8	0,1
1585,44	7,42322831	7,51008855	6,9547361	1,8	0,1
1586,88	6,13004154	5,67368928	8,99625211	1,8	0,1
1588,32	6,13427107	6,4595561	7,28211836	1,8	0,1
1589,76	8,54802827	7,34073119	8,48022838	1,8	0,1
1591,2	4,66460093	6,87156133	6,71046019	1,8	0,1
1592,64	7,21277775	6,85724261	8,11195046	1,8	0,1
1594,08	6,81307528	7,90482521	8,32482134	1,8	0,1
1595,52	5,98969016	7,99686126	7,59688841	1,8	0,1
1596,96	5,14243288	7,18536018	5,85818197	1,8	0,1
1740,96	6,49983586	7,29441473	7,03656103	1,8	0,1
1884,96	7,48595325	9,14483948	6,95065957	1,8	0,1
2028,96	7,96670457	7,02980259	8,09378544	1,8	0,1
2172,96	7,21190642	9,02049644	7,58748712	1,8	0,1
2316,96	8,6420593	6,67730959	8,85416481	1,8	0,1
2460,96	4,86781281	8,42104609	8,24327094	1,8	0,1
2604,96	7,10844153	8,4959516	6,15842352	1,8	0,1
2748,96	5,35090371	4,87359225	7,58728123	1,8	0,1
2892,96	6,06713721	8,3181351	5,99488301	1,8	0,1
3022,56	4,50051627	6,78000623	4,77504076	1,8	0,1
3024	4,12458904	8,23503268	6,79385594	1,8	0,1
3025,44	6,26776512	8,04668127	6,36602892	1,8	0,1
3026,88	3,75196975	5,70812101	6,86157995	1,8	0,1
3028,32	6,04912992	6,82376603	8,24538149	1,8	0,1
3029,76	6,59024661	6,02469137	6,11122369	1,8	0,1
3031,2	3,32678824	6,11917697	5,29008875	1,8	0,1
3032,64	5,90124901	6,94923768	5,65626191	1,8	0,1
3034,08	6,70756002	7,1815594	7,31636938	1,8	0,1
3035,52	6,43292919	5,20369852	6,53082692	1,8	0,1
3036,96	5,11176817	7,76460967	4,2915705	1,8	0,1
3180,96	5,90066149	7,27389082	4,91622905	1,8	0,1
3324,96	5,26728721	5,86248604	5,1771266	1,8	0,1
3468,96	3,70115196	6,17428439	5,9950029	1,8	0,1
3612,96	4,85105355	5,66669994	4,66046869	1,8	0,1
3756,96	6,08153944	8,13372067	4,31280449	1,8	0,1
3900,96	5,68512314	3,49407697	3,67242522	1,8	0,1
4044,96	3,75101681	2,45000495	3,85582088	1,8	0,1
4188,96	5,61704768	7,2384995	3,58769571	1,8	0,1

4332,96	3,61994968	4,16659546	2,66567066	1,8	0,1
4462,56	1,15536683	3,19949885	3,64612221	1,8	0,1
4464	2,98833406	3,63886438	4,2656064	1,8	0,1
4465,44	1,99046324	2,63098652	4,97162395	1,8	0,1
4466,88	3,04187908	5,20762269	1,981679	1,8	0,1
4468,32	5,06230278	2,18370234	4,18391814	1,8	0,1
4469,76	1,80998456	4,3291355	2,54958957	1,8	0,1
4471,2	4,02099484	2,89795807	4,05601271	1,8	0,1
4472,64	2,34046799	3,06416485	4,38868386	1,8	0,1
4474,08	4,70713202	2,42266854	1,21413268	1,8	0,1
4475,52	2,35564504	4,95681752	2,31781404	1,8	0,1
4476,96	3,12545102	3,98382873	3,20316426	1,8	0,1
4620,96	3,78922949	1,88257084	3,42023394	1,8	0,1
4764,96	3,44102604	3,44733675	4,12545982	1,8	0,1
4908,96	3,05968333	1,64511187	3,39792058	1,8	0,1
5052,96	4,37395133	2,79484341	3,23409047	1,8	0,1
5196,96	4,41877653	0,98874704	1,82034676	1,8	0,1
5340,96	2,96390469	3,5833322	2,14492431	1,8	0,1
5484,96	1,36089925	2,62085129	2,49059696	1,8	0,1
5628,96	2,10791465	2,53213822	2,59548076	1,8	0,1
5772,96	3,770365	2,46047119	1,96808291	1,8	0,1
5902,56	1,99821228	3,12204565	2,12959374	1,8	0,1
5904	2,43894468	2,51826671	2,7272106	1,8	0,1
5905,44	1,30608011	2,92859189	2,89556716	1,8	0,1
5906,88	2,31469438	4,19918157	2,76924007	1,8	0,1
5908,32	3,2307903	1,56560992	5,18275704	1,8	0,1
5909,76	2,85763058	3,89489015	-0,25630702	1,8	0,1
5911,2	3,54847833	1,17449568	1,39977827	1,8	0,1
5912,64	1,28448645	1,7146783	1,51630916	1,8	0,1
5914,08	2,0843236	1,72691139	2,15238377	1,8	0,1
5915,52	3,48423865	1,82320902	1,04876783	1,8	0,1
5916,96	1,35625982	1,38959026	3,10338897	1,8	0,1
6060,96	1,02150783	4,18997396	1,09428373	1,8	0,1
6204,96	0,09136912	0,97384738	2,34698608	1,8	0,1
6348,96	1,43393566	2,71802671	0,14073482	1,8	0,1
6492,96	0,80838256	3,1038225	3,72798495	1,8	0,1
6636,96	2,28895219	1,16664805	1,91457921	1,8	0,1
6780,96	0,83974139	-0,22472401	1,66974001	1,8	0,1
6924,96	0,15842278	0,98990489	-0,09317801	1,8	0,1
7068,96	-1,40949441	0,80357133	-0,03583758	1,8	0,1

Tabla 7 comportamiento prueba 10

tiempo (s)	Termistor	Termocupla	RTD	Lazo Servicio	Lazo Proceso
12,96	-9,42660084	-8,23046603	2,07050031	0,2	0,6
142,56	15,8397265	12,4584088	3,32158779	0,2	0,6
144	8,82841437	15,1052361	-2,05063415	0,2	0,6
145,44	1,79072345	14,0971552	-5,64011915	0,2	0,6
146,88	10,7112012	14,5819226	-2,71042369	0,2	0,6
148,32	14,9511961	10,4439817	-6,05903172	0,2	0,6
149,76	8,98427398	15,9694471	0,47888746	0,2	0,6
151,2	8,80937227	12,4291887	-0,95688189	0,2	0,6
152,64	10,2500009	9,27307101	2,5816531	0,2	0,6
154,08	10,4204193	12,0456838	-2,66926792	0,2	0,6
155,52	14,8504935	15,4725321	-5,73168678	0,2	0,6
156,96	4,56120784	9,37858567	-5,48751403	0,2	0,6
300,96	15,0510707	17,2198168	2,05627725	0,2	0,6
444,96	4,8660093	4,35750901	24,3582454	0,2	0,6
588,96	15,2462087	24,5959799	13,5006832	0,2	0,6
732,96	29,5890208	30,8010082	23,9481123	0,2	0,6
876,96	22,6870465	19,2879705	37,0066254	0,2	0,6
1020,96	18,2737043	26,7144384	35,8893048	0,2	0,6
1164,96	38,5793093	46,4294086	47,1118759	0,2	0,6
1308,96	44,0696482	44,0224456	48,5237616	0,2	0,6
1438,56	38,907582	33,4183885	33,5980569	0,2	0,6
1440	37,8163108	34,2519806	32,862066	0,2	0,6
1441,44	43,14218	35,0588298	34,8196774	0,2	0,6
1442,88	35,7972614	37,8736903	32,404461	0,2	0,6
1444,32	44,2895822	33,4945126	32,5054915	0,2	0,6
1445,76	36,2228208	33,4039757	32,5081763	0,2	0,6
1447,2	40,6204983	37,3008822	33,8085853	0,2	0,6
1448,64	32,6612331	33,4095724	33,0393368	0,2	0,6
1450,08	38,2245339	33,8037056	34,2509261	0,2	0,6
1451,52	33,4523625	33,4099283	37,1307833	0,2	0,6
1452,96	39,1923416	33,8371854	32,6951527	0,2	0,6
1454,4	34,7514579	33,5171474	32,443683	0,2	0,6
1455,84	41,197344	33,7916357	33,2098932	0,2	0,6
1457,28	37,3257606	33,6196646	34,1547847	0,2	0,6
1458,72	37,9962131	33,4538973	32,3989963	0,2	0,6
1460,16	35,3659295	33,8187991	37,28967	0,2	0,6
1461,6	33,0208053	34,7755648	40,4629469	0,2	0,6
1463,04	38,5101681	33,443878	34,5061885	0,2	0,6

1464,48	35,353394	33,4357492	38,7566366	0,2	0,6
1465,92	37,7016648	33,9895728	32,4468	0,2	0,6
1467,36	42,6176234	34,3550217	32,5628089	0,2	0,6
1468,8	35,6493217	34,3058977	32,6785224	0,2	0,6
1470,24	35,4296591	33,3861604	36,3064465	0,2	0,6
1471,68	36,3437146	33,4530109	39,8956535	0,2	0,6
1473,12	37,6547446	33,5016868	33,6953321	0,2	0,6
1474,56	36,4549004	33,5099543	34,0691336	0,2	0,6
1476	34,7622392	33,4136179	34,746791	0,2	0,6
1477,44	40,6794617	33,4172571	45,1647928	0,2	0,6
1478,88	36,1699621	33,585188	40,8733888	0,2	0,6
1480,32	39,3894638	34,4430649	40,4896542	0,2	0,6
1481,76	35,5293004	33,4313741	33,138721	0,2	0,6
1483,2	41,6392474	33,5292399	37,1693162	0,2	0,6
1484,64	36,8310732	33,401934	32,6612189	0,2	0,6
1486,08	33,0641463	33,4733132	40,2473897	0,2	0,6
1487,52	35,2426332	33,4625851	35,9124283	0,2	0,6
1488,96	35,536979	34,455416	42,9981921	0,2	0,6
1490,4	35,2734317	33,8965868	33,6506908	0,2	0,6
1491,84	32,2566554	33,9536129	34,0274534	0,2	0,6
1493,28	36,1510514	34,3346072	39,4764591	0,2	0,6
1494,72	33,1485494	34,2278957	32,398003	0,2	0,6
1496,16	40,6669033	34,6166606	38,3777893	0,2	0,6
1497,6	37,7500075	34,6244894	32,4853689	0,2	0,6
1499,04	39,0411975	33,4189412	38,2013278	0,2	0,6
1500,48	37,125192	34,4214184	36,1258102	0,2	0,6
1501,92	32,352356	33,5945994	38,7682377	0,2	0,6
1503,36	32,9568523	33,8389804	43,6810323	0,2	0,6
1504,8	34,2610381	33,7833816	39,5926628	0,2	0,6
1506,24	33,0523206	33,5543265	35,6360943	0,2	0,6
1507,68	32,5162549	33,4382769	48,8968872	0,2	0,6
1509,12	34,8083174	33,4246867	43,2294793	0,2	0,6
1510,56	33,9023581	33,8794899	42,1055021	0,2	0,6
1512	34,87893	36,297686	34,7315119	0,2	0,6
1513,44	38,382192	38,825786	35,8029443	0,2	0,6
1514,88	34,9923912	33,4415529	38,9262409	0,2	0,6
1516,32	35,191981	34,533601	42,5083097	0,2	0,6
1517,76	35,3094651	36,1537323	34,082629	0,2	0,6
1519,2	35,306179	33,7275421	39,8895083	0,2	0,6
1520,64	35,341413	34,0803715	32,5177456	0,2	0,6
1522,08	35,159725	35,6995552	38,8229891	0,2	0,6

1523,52	32,6377961	36,3001227	38,7602676	0,2	0,6
1524,96	34,4084909	33,6073509	49,4157916	0,2	0,6
1526,4	32,5509769	33,4029724	40,6526087	0,2	0,6
1527,84	31,7512817	34,9404119	41,93107	0,2	0,6
1529,28	31,5112321	33,6280696	43,789698	0,2	0,6
1530,72	33,7475058	33,5651272	44,2545485	0,2	0,6
1532,16	33,4434501	34,1350714	40,9787858	0,2	0,6
1533,6	33,3491365	34,5698868	46,4316215	0,2	0,6
1535,04	33,2738159	35,7370497	41,4054678	0,2	0,6
1536,48	34,3195665	33,576161	52,1399644	0,2	0,6
1537,92	31,5651438	37,5327987	37,3817722	0,2	0,6
1539,36	33,2565481	33,8512673	43,8715091	0,2	0,6
1540,8	32,4196758	34,3236267	38,9856229	0,2	0,6
1542,24	32,0567578	36,0682034	39,8311886	0,2	0,6
1543,68	32,490811	33,4449601	38,9451268	0,2	0,6
1545,12	33,9305337	37,5032206	39,5084713	0,2	0,6
1546,56	32,7367123	34,2407575	50,8410657	0,2	0,6
1548	32,1550043	37,7813891	44,7486133	0,2	0,6
1549,44	32,1352083	35,6002752	38,0718798	0,2	0,6
1550,88	31,6676398	34,3970388	35,4052018	0,2	0,6
1552,32	35,6626853	36,0187508	37,336774	0,2	0,6
1553,76	31,6631395	36,0169787	56,0185941	0,2	0,6
1555,2	32,7768883	34,3503272	33,3943584	0,2	0,6
1556,64	31,4170722	36,0999899	49,3159117	0,2	0,6
1558,08	31,9700427	35,9232168	48,4323268	0,2	0,6
1559,52	32,114939	36,7020267	54,247836	0,2	0,6
1560,96	32,1059049	33,9920294	40,4152099	0,2	0,6
1562,4	32,0969172	34,1866696	40,2378142	0,2	0,6
1563,84	31,9242871	35,4324526	37,1980464	0,2	0,6
1565,28	31,5098097	35,1274391	38,8578481	0,2	0,6
1566,72	31,6091902	33,6752769	46,4100857	0,2	0,6
1568,16	32,4056425	34,0922736	56,4130245	0,2	0,6
1569,6	31,9669353	37,09206	41,4965968	0,2	0,6
1571,04	32,5120851	34,1630493	45,2165941	0,2	0,6
1572,48	31,642559	36,963446	36,6724597	0,2	0,6
1573,92	32,2103898	36,6112449	36,366387	0,2	0,6
1575,36	31,6665381	35,0474011	48,7911624	0,2	0,6
1576,8	31,7157771	38,4715602	49,0492808	0,2	0,6
1578,24	32,1695649	33,4768327	43,4867086	0,2	0,6
1579,68	32,0849643	36,024394	47,6890429	0,2	0,6
1581,12	31,5859393	38,0987779	50,6540126	0,2	0,6

1582,56	32,4663881	33,4055242	54,8055782	0,2	0,6
1584	31,4765891	36,2283846	46,3748641	0,2	0,6
1585,44	32,9716787	34,8564419	54,3607389	0,2	0,6
1586,88	31,4162882	34,352995	54,2556225	0,2	0,6
1588,32	32,0315719	36,0865429	43,8488329	0,2	0,6
1589,76	32,1482109	35,9239751	55,5894948	0,2	0,6
1591,2	31,5775473	34,9055823	56,4004625	0,2	0,6
1592,64	31,7080308	34,5979663	53,9367374	0,2	0,6
1594,08	34,0536023	38,192829	50,8362923	0,2	0,6
1595,52	31,4716991	35,6064715	34,1651041	0,2	0,6
1596,96	31,7713835	39,3666804	40,4094728	0,2	0,6
1740,96	41,9577838	44,6428303	56,2749051	0,2	0,6
1884,96	48,740514	45,6453029	55,2196078	0,2	0,6
2028,96	58,9480344	50,6268453	49,4665586	0,2	0,6
2172,96	50,2492506	50,1856545	45,3779861	0,2	0,6
2316,96	39,6517275	45,2980424	48,527797	0,2	0,6
2460,96	31,5204964	41,0477051	55,9029852	0,2	0,6
2604,96	32,5564688	39,4171069	56,2265365	0,2	0,6
2748,96	42,0263546	33,4291543	44,9994924	0,2	0,6
2892,96	45,1285339	35,382552	32,6211756	0,2	0,6
3022,56	44,4508176	46,6520421	36,1033334	0,2	0,6
3024	45,1321808	46,669844	38,8068671	0,2	0,6
3025,44	38,3363763	46,0716407	40,1041294	0,2	0,6
3026,88	44,028704	42,8476539	38,5203043	0,2	0,6
3028,32	45,0755924	42,7094117	37,7560969	0,2	0,6
3029,76	45,1379152	44,7093634	42,1688562	0,2	0,6
3031,2	44,9964228	46,6355741	39,0532174	0,2	0,6
3032,64	41,9799622	46,5788505	46,8173941	0,2	0,6
3034,08	41,5255435	44,453572	38,4766661	0,2	0,6
3035,52	39,8301799	46,2323972	41,9727583	0,2	0,6
3036,96	43,575415	46,0381524	42,9543452	0,2	0,6
3180,96	37,5728194	45,7544347	48,3140587	0,2	0,6
3324,96	28,0946995	32,5621726	35,8325616	0,2	0,6
3468,96	20,2719736	24,7136589	30,4019545	0,2	0,6
3612,96	20,3965733	22,009677	39,992514	0,2	0,6
3756,96	18,8902412	22,244122	40,934026	0,2	0,6
3900,96	19,4303542	20,1868927	17,8997967	0,2	0,6
4044,96	23,1823393	24,8025656	18,9031432	0,2	0,6
4188,96	28,1669354	30,4934954	27,2271335	0,2	0,6
4332,96	31,0192745	32,1014847	32,347589	0,2	0,6
4462,56	28,6862056	29,8135865	28,5382385	0,2	0,6

4464	30,0747514	32,1007665	20,4582129	0,2	0,6
4465,44	30,4765473	32,0197711	23,2614756	0,2	0,6
4466,88	31,1307943	31,9969551	26,8364523	0,2	0,6
4468,32	28,2319199	29,881473	28,3417189	0,2	0,6
4469,76	30,7481669	32,109218	21,5512436	0,2	0,6
4471,2	29,3199683	30,0498994	19,1426112	0,2	0,6
4472,64	30,5022877	32,0601243	24,5123516	0,2	0,6
4474,08	30,9007721	29,894636	28,5336223	0,2	0,6
4475,52	30,9255546	31,1564542	18,855173	0,2	0,6
4476,96	29,2943185	31,3213044	30,6180628	0,2	0,6
4620,96	28,4310726	30,3338948	12,8607447	0,2	0,6
4764,96	26,2828463	30,211189	9,25020058	0,2	0,6
4908,96	22,319425	25,7351352	9,7947464	0,2	0,6
5052,96	16,8900633	15,4806059	15,1203808	0,2	0,6
5196,96	17,1989907	20,5126575	24,6351018	0,2	0,6
5340,96	6,53118153	10,586811	18,7483819	0,2	0,6
5484,96	4,71680248	6,67781102	24,0183144	0,2	0,6
5628,96	3,64719896	10,9898312	25,4641973	0,2	0,6
5772,96	4,63570665	5,38777583	18,0832563	0,2	0,6
5902,56	4,95211042	6,18922423	25,4361134	0,2	0,6
5904	3,80452377	5,14799239	23,6639234	0,2	0,6
5905,44	3,62076146	4,51855346	22,1910199	0,2	0,6
5906,88	4,9651615	6,47867146	25,5208241	0,2	0,6
5908,32	5,10063397	4,72886323	25,0660843	0,2	0,6
5909,76	5,32379275	4,29106851	21,4434546	0,2	0,6
5911,2	3,93198404	4,99183271	22,8903136	0,2	0,6
5912,64	3,90697166	4,31884724	25,1080179	0,2	0,6
5914,08	5,89117532	4,3587655	13,2406534	0,2	0,6
5915,52	5,45421107	4,28667205	24,4953004	0,2	0,6
5916,96	5,84614082	6,44568771	25,4703886	0,2	0,6
6060,96	3,92034351	7,69376915	24,7732312	0,2	0,6
6204,96	11,6909794	8,68136116	15,357802	0,2	0,6
6348,96	11,8198536	8,8891643	16,1975897	0,2	0,6
6492,96	13,8899257	10,9012464	1,57308211	0,2	0,6
6636,96	12,6457362	14,8834744	1,67270003	0,2	0,6
6780,96	15,7741795	13,8199445	6,16931091	0,2	0,6
6924,96	17,0853153	15,7526228	17,7750506	0,2	0,6
7068,96	16,2877031	15,7799318	11,7447308	0,2	0,6