

CONTROL Y SUPERVISIÓN DE TEMPERATURA PARA EL LAZO DE ENFRIAMIENTO DE LA PLANTA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL

TEMPERATURE CONTROL AND SUPERVISION IN THE COOLING LOOP IN THE HEAT TRANSFER SYSTEM FROM INVESTIGATION GROUP INTEGRAL

Natalia Rodríguez González.* Yeyffer Arbey Montes Fonseca. Jorge Eduardo Porras Boada*****

Resumen: En este documento se presenta el sistema de control, supervisión y adquisición de temperatura SCADA para el lazo de enfriamiento de la planta de transferencia de calor del grupo de investigación INTEGRAL de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, esta planta tiene como propósito la interacción de los estudiantes de la facultad tecnológica con un equipo industrial para una aproximación más real al campo laboral actual.

Palabras clave: Control, Refrigeración, SCADA, Temperatura.

* Estudiante de tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Títulos de posgrado, Institución, País. Lugar de trabajo o Afiliación institucional: Universidad/Organización/Empresa, País. Correo electrónico personal e institucional e-mail: natarodriguezg@correo.udistrital.edu.co

** Estudiante de tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Títulos de posgrado, Institución, País. Lugar de trabajo o Afiliación institucional: Universidad/Organización/Empresa, País. Correo electrónico personal e institucional e-mail: yeamontesf@correo.udistrital.edu.co

*** Profesor tiempo completo, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Títulos de posgrado, Institución, País. Lugar de trabajo o Afiliación institucional: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico personal e institucional e-mail: jeporrasb@hotmail.com

1. Introducción

El control de temperatura tiene aplicación en el campo de la industria, en los procesos de desarrollo del ser humano como oficinas, hospitales, centros recreativos, universidades, laboratorios de investigación y en sistemas inherentes a las actividades diarias de los humanos que aplican plantas eléctricas.

La selección del método de control de temperatura una vez seleccionada la variable termométrica dependerá siempre que la señal de control del actuador permita múltiples estados o únicamente dos. La planta de transferencia de calor del grupo de investigación INTEGRA de la Facultad Tecnológica cuenta con una bomba de circulación de enfriamiento la cual se controla con dos estados, encendido o apagado (ON/OFF), por lo cual se limitan las estrategias de control y la mejor selección en ese caso resulta el control (ON/OFF) que consiste principalmente en el envío de una señal de excitación o activación o en el apagado de la misma, si la variable de proceso está por encima o por debajo de un setpoint o punto de trabajo determinado.

Para la planta térmica del grupo de investigación INTEGRA de la Universidad Distrital resulta indispensable la implementación del control mencionado para el lazo de enfriamiento, el cual permitirá completar el proceso de la planta y adicionalmente les proporcionará a los estudiantes un espacio de aprendizaje que los acerca a la industria.

Para que el usuario pueda manejar la planta por medio del sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), es necesario establecer una comunicación entre el PLC y la interfaz gráfica en LabView, esta comunicación se establece por medio de un servidor OPC, el cual es un software estándar de interfaz que permite que distintos programas se comuniquen con dispositivos hardware industriales y así conformar un protocolo de comunicación tipo

cliente-servidor con el software que al mismo tiempo actúa como maestro en la comunicación Modbus RTU con el PLC [1].

En este artículo se presentan los materiales y métodos dispuestos para el control y supervisión de temperatura para el lazo de enfriamiento de la planta de transferencia de calor del grupo de investigación INTEGRAL, tales como los elementos físicos motobombas, refrigeradores, PLC, la estrategia de control ON/OFF e implementación de la misma. Los datos obtenidos por el sensor utilizado en la planta. Posteriormente, la comparación entre el sensor utilizado en la planta y un patrón de temperatura, la descripción del SCADA que se implementó y por último los resultados de la implementación de la estrategia de control.

2. Materiales y métodos

En esta sección se presentan los materiales disponibles para la realización del proyecto, así como el planteamiento de la implementación de la estrategia de control y los métodos de medición de temperatura y comparación de los datos.

2.1. Materiales

En la Figura 1 se encuentran los materiales dispuestos para la realización del proyecto, los cuales son un intercambiador de temperatura del tipo carcasa – serpentín, la carcasa es en acero inoxidable al carbón con largo de 0,80mts y diámetro de 0,12mts con conexión NPT de media pulgada(1/2”) y presión de prueba de 60psi y el serpentín está fabricado en cobre compuesto por 12 espiras y presión de prueba de 60psi con una conexión tipo NPT de media pulgada (1/2”), este es el elemento número 6 en la figura; una electrobomba marca Pedrollo con potencia de 1(HP) caballo de fuerza, es decir, 745,7 watios conectado a un variador de velocidad de referencia MC07A022-2A3-4-00 con una potencia de salida de 2.2Kw y 8,6

Amperios, esta motobomba trabaja a una velocidad 1510 rpm y es elemento número 1 en la figura; una unidad de refrigeración, el elemento número 3 en la figura, que cuenta con dos serpentines, uno sumergido en el tanque de enfriamiento y otro conectado al filtro de la tubería, el elemento número 2, esta unidad trabaja con el gas refrigerante R22 el cual permite llegar a temperaturas por debajo de los 0 grados Celsius, en pruebas se llegó a los -10° Celsius ; una pt100 (RTD) marca EMERSON referencia Rosemount el cual ofrece una precisión clase A o B debido al diseño de cable enrollado que permite alta precisión y alta temperatura, está no se puede ver en la figura ya que se encuentra en la parte posterior del tanque; y por ultimo dos ventiladores, elemento número 4 a ambos lados del elemento 3, con alimentación de 24 voltios, potencia nominal de 5 watos y una corriente de 210mA los cuales permiten la correcta ventilación de la unidad de refrigeración.

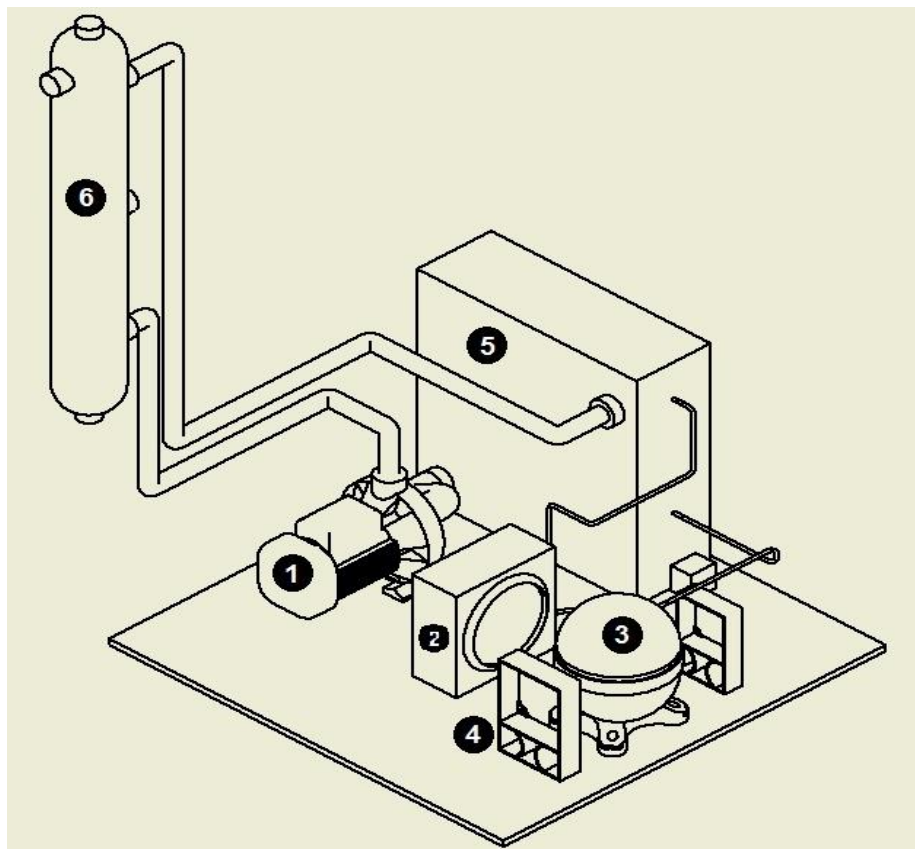


Figura 1. Plano tridimensional lazo de enfriamiento planta de transferencia de calor, elaboración propia

2. 2. Estrategia de control

La estrategia de control propuesta se puede observar en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

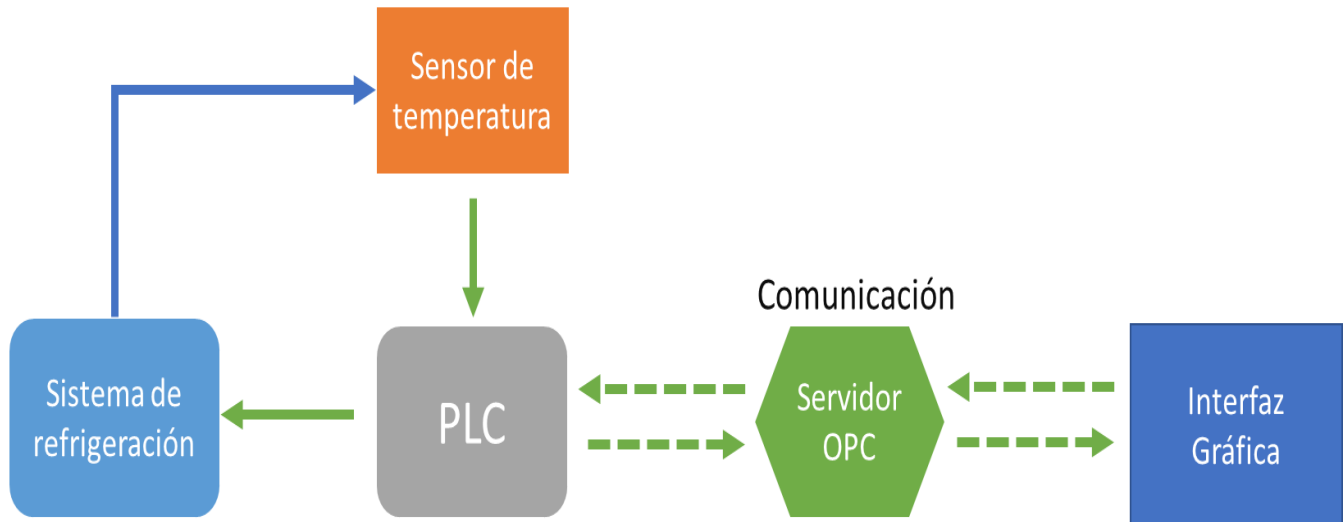


Figura 2. Estrategia de control propuesta, elaboración propia

Sensor de temperatura

Los sensores de temperatura resistivos (RTD) operan de acuerdo con el principio de los cambios en la resistencia eléctrica de los metales puros, es decir, a un aumento de la temperatura existe un incremento gradual de la resistencia eléctrica. Los elementos típicos usados por los RTD's incluyen materiales como el níquel, cobre, platino que es el más común por su amplio rango de temperatura, precisión y estabilidad [2][3].

Transmisores de temperatura

Los transmisores de temperatura son elementos que empleando variables termométricas eléctricas convierten los cambios de voltaje o resistencia de los sensores

mediante aislamiento, amplificación, filtración en otra señal de salida normalizada en corriente normalmente en el rango de 4-20mA, esto con el fin de evitar pérdidas de tensión o cuando la señal va a ser retransmitida a un dispositivo que no tiene la función de leer la salida del sensor directamente. Los transmisores de temperatura por su ensamble y construcción pueden reducir las interferencias electromagnéticas (EMI) que pueden interferir en las señales del sensor de temperatura [4][5][6].

Sistema de refrigeración

El sistema de enfriamiento es el proceso mediante el cual se reduce la temperatura del agua o líquido dentro del tanque que resulta de la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado, en donde se evapora y vuelve a condensar de manera continua. El sistema de enfriamiento tiene una unidad de refrigeración, un ventilador, un filtro y dos serpentines [7][8][2].

La unidad de refrigeración o chiller es una unidad que refrigera líquidos, es capaz de enfriar el ambiente usando la misma operación de refrigeración del aire acondicionado y deshumidificador, es conocido por ser un enfriador industrial de agua, anticongelante o salmuera el cual se usa en procesos de enfriamiento posteriores [2].

PLC DELTA

Es un controlador lógico programable compacto de referencia 12SA que ofrece una gran capacidad de programación y una operación suficiente con un máximo de 236 puertos de entradas y salidas E/S, tiene puertos de comunicación RS-232 y RS-485 compatible con el protocolo de comunicación MODBUS ASCII/RTU; para el proyecto se cuenta con módulos de entradas y salidas análogas que se conectan con el PLC [9].

Servidor OPC

El servidor OPC (Open Platform Communications) es un software que cumple con especificaciones definidas por la OPC Foundation, este hace de interfaz comunicando por una parte dispositivos como PLCs y por el otro con el cliente OPC, en este caso el OPC server de National Instruments de LabView estos interactúan por medio del protocolo de comunicación MODBUS ASCII, el cual es empleado comúnmente en la industria para interconectar máquinas. Esta es una tecnología de comunicación estándar, la cual permite el intercambio de información entre múltiples dispositivos y aplicaciones de control sin restricciones o límites impuestos por los fabricantes [1].

Supervisory, Control and Data Acquisition (SCADA)

El sistema SCADA tiene como finalidad supervisar y controlar remotamente una instalación, sistema, planta, entre otros; que además puede integrar datos de diferentes sensores, así como PLCs y equipos mediante diferentes protocolos en un solo lugar. Estas lecturas tienen la posibilidad de guardarse en un historial y son sistemas bastante usados en la industria actualmente. En este proyecto se realizará el sistema SCADA en el programa de National Instruments LabView [10].

3. Resultados

En la Figura 3 se puede observar el sistema de control ON/OFF que se implementó para el proyecto, en el cual la variable a controlar es la temperatura en escala de los grados Celsius y se muestra un umbral de 3°C para que la unidad de refrigeración tenga un tiempo de encendido

y apagado adecuado previniendo obstrucciones en la tubería como consecuencia de un tiempo muy corto de descarga del gas en la tubería.

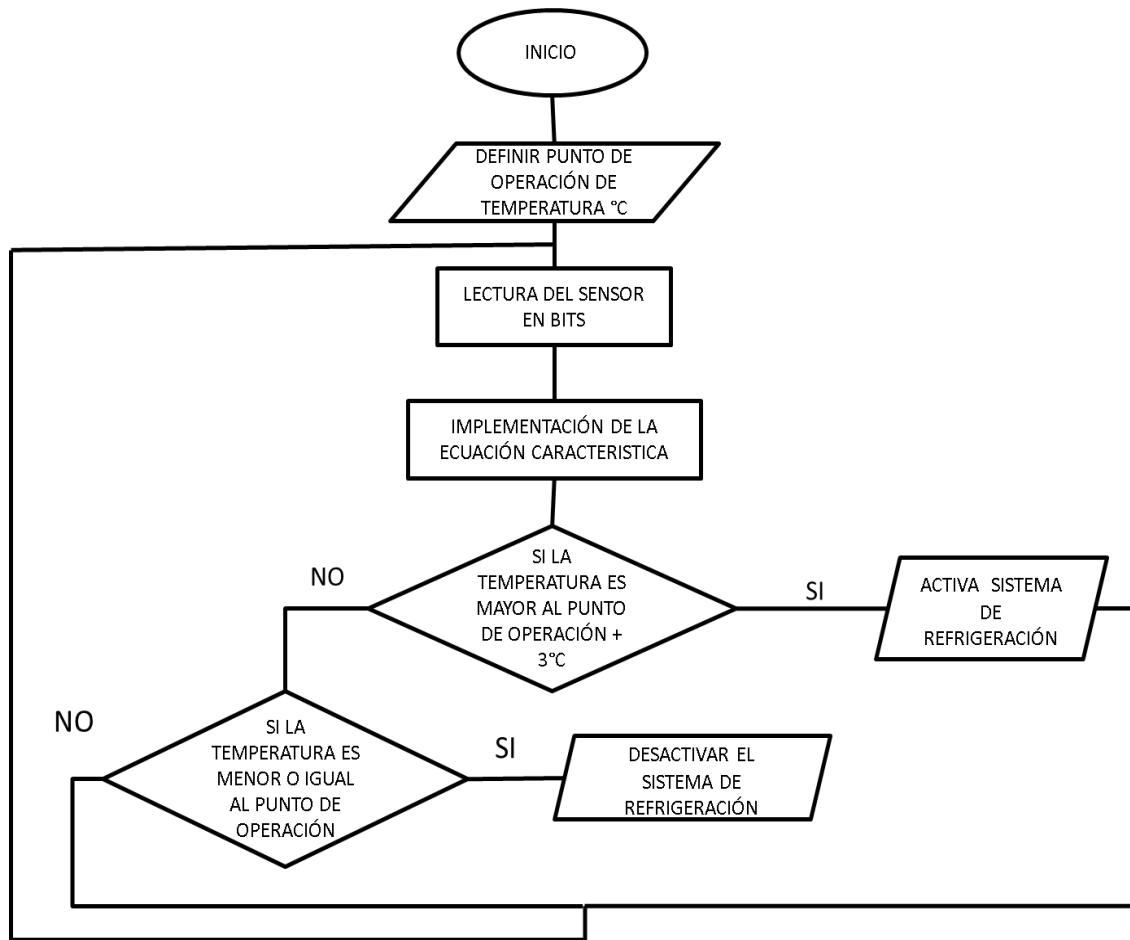


Figura 3. Diseño del control ON/OFF de temperatura, elaboración propia

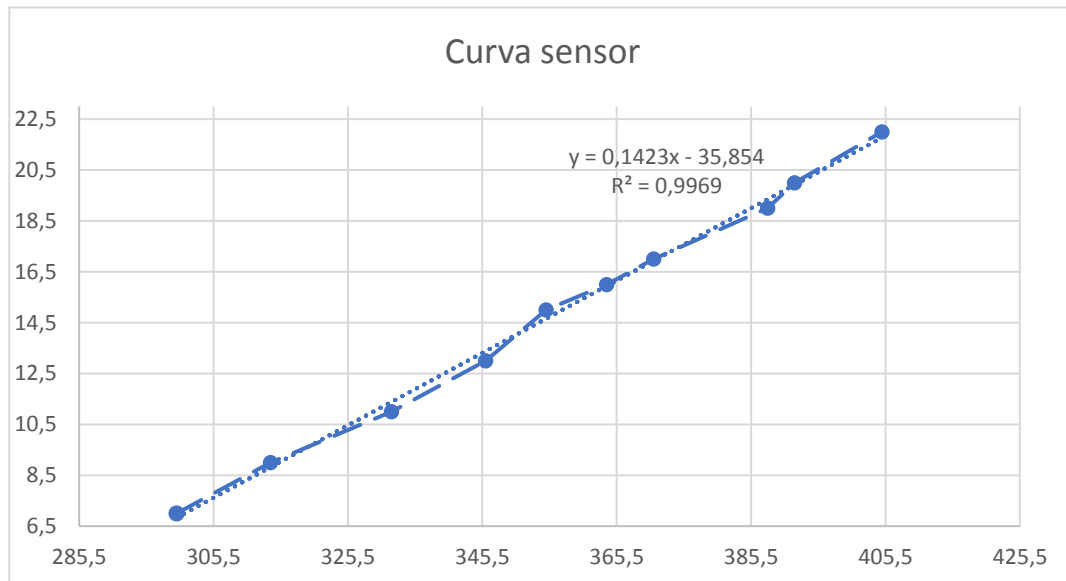
En la Tabla 1 se puede observar la respuesta del sensor en bits con la temperatura del patrón de medición utilizado, el comportamiento de estos datos se puede observar en la Gráfica 1 y la Ecuación (1) la cual se obtuvo a partir del método de ajuste de mínimos cuadrados, este método se usó debido a que como se ve en la Gráfica 1 el comportamiento es muy cercano a una línea recta.

$$y = 0,1423T - 35,854 \quad (1)$$

Tabla 1. Temperatura patrón de medición vs bits proporcionados por el SCADA

Temperatura Patrón (°C)	Bits OPC Server
	Muestras 1
7	300
9	314
11	332
13	346
15	355
16	364
17	371
19	388
20	392
22	405

Gráfica 1. Temperatura patrón vs bits proporcionados por el SCADA



En la Tabla 2 se pueden observar los datos de las mediciones de temperatura para la prueba del error cuadrático medio de los datos obtenidos del patrón de medición y del SCADA, es preciso afirmar que los datos del patrón de medición son enteros, en cambio los datos

obtenidos en el SCADA son con formato decimal, sin embargo se puede observar que el error cuadrático medio es muy pequeño en todas la mediciones y en el promedio esta sobre los 0,3 puntos de error, es decir, el valor medido es consistente para el sistema.

Tabla 2 Temperatura patrón de medición vs temperatura en el SCADA y ECM

Medida Temperatura multímetro °C	Medida Temperatura °C SCADA	Error Cuadrático Medio (ECM)
21	21,35	0,12
20	20,35	0,13
19	19,30	0,09
18	18,33	0,11
17	17,26	0,07
16	16,37	0,14
15	15,37	0,14
14	14,28	0,08
13	13,34	0,11
12	12,39	0,15
11	11,25	0,06
10	10,39	0,15
9	9,40	0,16
8	8,26	0,07
7	7,26	0,07
6	6,27	0,07
5	5,27	0,07
		0,11
	%error	11,11

En la Tabla 3 se pueden observar los datos tomados de la prueba 3 para hacer una comparación con los cálculos realizados aplicando la Ley de Enfriamiento de Newton, para eso se tomó la temperatura ambiente (16°C), la temperatura inicial del agua del tanque (10,5°) la cual ya se había perturbado para otras pruebas por ello está por debajo de la temperatura ambiente y el tiempo de inicio de las pruebas (2:58pm). Esta prueba se hizo para determinar el tiempo que se demora el sistema de refrigeración en llegar de 10,5°C a 7°C sin tomar en cuenta muchos otros factores que alteran el proceso de enfriamiento, este procedimiento matemático se hizo solamente como una comparación.

Tabla 3 Temperatura sistema SCADA vs Tiempo

Temperatura Inicial °C SCADA	Tiempo (Hora: minutos)
10,5	2:58pm
10,25	3:03pm
9,86	3:09pm
9,68	3:14pm
9,68	3:19pm
9,39	3:24pm
9,11	3:29pm
8,83	3:35pm
8,69	3:40pm
8,54	3:45pm
8,54	3:50pm
8,26	3:56pm
8,26	4:01pm
8,12	4:06pm
7,97	4:12pm
7,97	4:17pm
7,97	4:23pm
7,83	4:28pm
7,97	4:33pm
7,97	4:40pm
7,83	4:45pm
7,69	4:50pm

Aplicando la ley de Enfriamiento de Newton se parte de la Ecuación (2) en la cual se reemplaza el valor de la temperatura ambiente (T_M) por 16°C .

$$\frac{dT}{dt} = k(T - T_M) \quad \Rightarrow \quad \frac{dT}{dt} = k(T - 16^\circ\text{C}) \quad (2)$$

Seguidamente en la Ecuación (3) se aplica el método de separación de variables y se integra a ambos lados de la igualdad.

$$\frac{dT}{T-16^\circ\text{C}} = k dt \quad \Rightarrow \quad \int \frac{dT}{T-16^\circ\text{C}} = \int k dt \quad (3)$$

Se obtiene el resultado de la integración en la Ecuación (4) y seguidamente se aplica la propiedad de los logaritmos y se despeja la variable de temperatura como se ve en la Ecuación (5) y (6).

$$\text{Ln}(T - 16^\circ\text{C}) = kt + c \quad (4)$$

$$e^{\text{Ln}(T-16^\circ\text{C})} = e^{kt+c} \quad \Rightarrow \quad T(t) - 16^\circ\text{C} = ce^{kt} \quad (5)$$

$$T(t) = 16 + ce^{kt} \quad (6)$$

Se evalúan las condiciones iniciales en la Ecuación (6) aplicando las propiedades de los logaritmos y se obtiene que la constante de integración (c) es igual a $-5,5^\circ\text{C}$ y de esta manera se obtiene la Ecuación (8).

$$10,5^\circ\text{C} = 16^\circ\text{C} + ce^{k(0)} \quad \Rightarrow \quad 10,5^\circ - 16^\circ\text{C} = c \quad (7)$$

$$T(t) = 16^\circ\text{C} - 5,5^\circ\text{C} e^{kt} \quad (8)$$

Seguidamente se evalúan las condiciones en la Ecuación (8) que se obtuvieron a los 26min de iniciada la prueba, que es una temperatura en el tanque igual a $9,39^\circ\text{C}$ como se puede ver en la Ecuación (9), después se despeja la constante de proporcionalidad k y se aplica las propiedades de los logaritmos a ambos lados de la igualdad como se ve en las Ecuaciones (10), (11) y (12). Con estos cálculos se obtiene que el valor de la constante de proporcionalidad es igual a 0,007

$$9,39^\circ\text{C} = 16^\circ\text{C} - 5,5^\circ\text{C} e^{k(26\text{min})} \quad (9)$$

$$\frac{9,39^\circ\text{C} - 16^\circ\text{C}}{-5,5^\circ\text{C}} = e^{k(26\text{min})} \quad (10)$$

$$\ln \frac{9,39^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}}{-5,5^{\circ}\text{C}} = k(26) \quad (11)$$

$$\ln \frac{9,39^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}}{-5,5^{\circ}\text{C}} = k \Rightarrow k = 0,007 \quad (12)$$

Una vez halladas las constantes se obtiene la Ecuación (13) y se procede a calcular el tiempo que se demoraría el sistema en condiciones ideales den llegar a 7°C como se ve en las Ecuaciones (14) y (15).

$$T(t) = 16^{\circ}\text{C} - 5,5^{\circ}\text{C} e^{0,0071t} \quad (13)$$

$$7^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C} - 5,5^{\circ}\text{C} e^{0,0071t} \quad (14)$$

$$\frac{7^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}}{-5,5^{\circ}\text{C}} = e^{0,0071t} \quad (15)$$

Después de despejar la variable de tiempo se obtiene la Ecuación (16) y haciendo el cálculo se obtiene que el tiempo para llegar de 10,5°C a 7°C es de 69,67 minutos.

$$t = \frac{\ln \frac{7^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}}{-5,5^{\circ}\text{C}}}{0,0071 \text{min}} \Rightarrow t = 69,67 \text{min} \quad (16)$$

La diferencia de tiempo entre los cálculos realizados con la Ley de Enfriamiento de Newton y los datos de la prueba 3 contemplados en la Tabla 3 son de 10 minutos aproximadamente esto sin tener en cuenta muchos factores que afectan el proceso de enfriamiento como lo son los procesos del ciclo de enfriamiento del sistema de refrigeración.

En la Tabla 4 se puede observar la última prueba realizada al sistema de refrigeración para obtener el tiempo que se demoraba en llegar de 19,9°C a 9°C con unas condiciones más optimas como lo son una temperatura ambiente más baja ya que la prueba se hizo en la noche y poca presencia de personas en el salón donde está ubicada la planta. El resultado fue un tiempo de refrigeración mucho más rápido ya que disminuyo 10°C en menos de una (1) hora siendo uno de los mejores tiempos registrados.

Tabla 4. Prueba 4 Sistema de refrigeración

Temperatura Inicial °C SCADA	Tiempo (Hora: minutos)
Prueba 4	
19,9	6:46pm
18,4	6:56pm
16,08	7:06pm
13,99	7:16pm
11,83	7:26pm
9,65	7:36pm

En la Figura 4 se visualiza el SCADA el cual permite supervisar la temperatura con un indicador gráfico y un indicador numérico este último permite obtener un valor de temperatura con mayor resolución que el indicador gráfico, cuenta con el control encargado de dar marcha a la unidad de refrigeración (chiller), indicadores de nivel alto y bajo del líquido en el tanque, un control manual de temperatura mínima deseada y un botón de parada de emergencia.

El algoritmo de control tiene como variable de entrada la temperatura y el punto de operación deseado, a partir de esto se obtiene una señal de salida ON/OFF que es la encargada de controlar o prender el sistema de refrigeración. La temperatura del sistema se puede ver en el gráfico que tiene el SCADA, así como el error de la medida y el punto de operación que se ha establecido por el usuario.

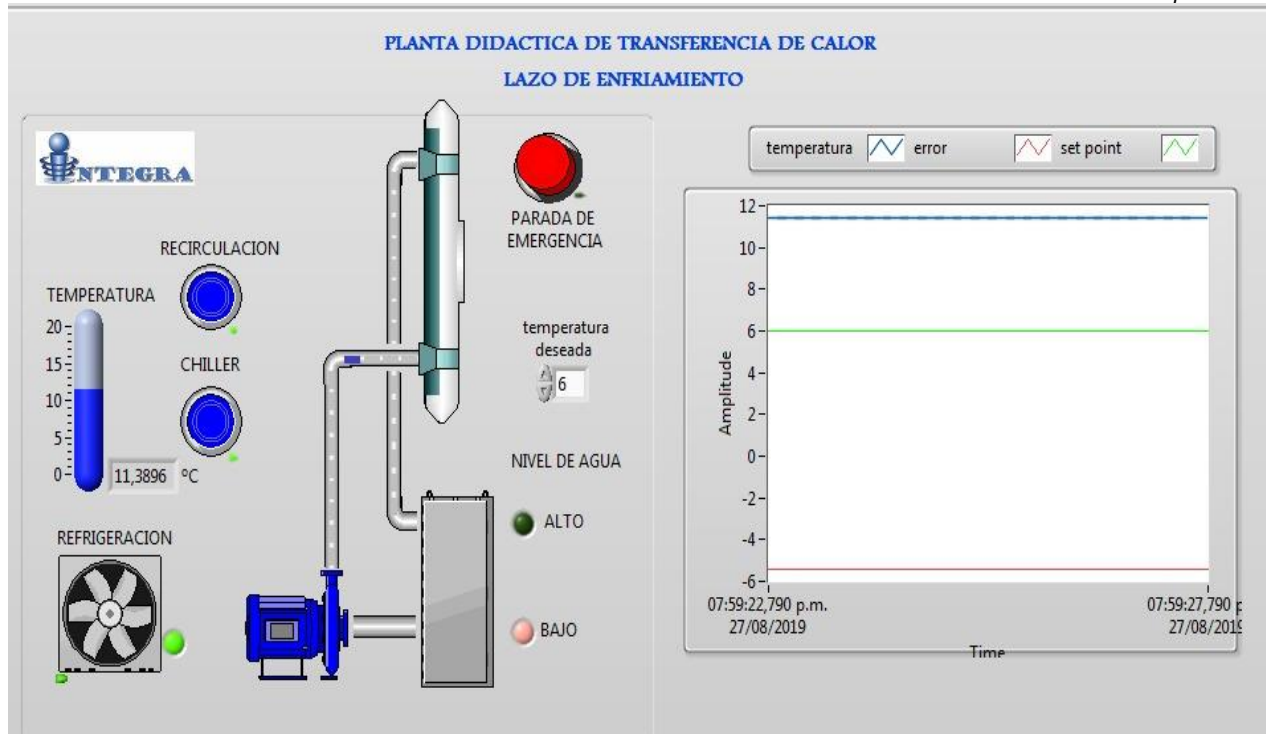


Figura 4. SCADA planta didáctica de transferencia de calor lazo de enfriamiento, elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 5 el algoritmo presenta fiabilidad con respecto a la medida física de la temperatura en el tanque, esto se ratificó por la correlación entre los datos como se puede ver en la Gráfica 1 y se corrobora con el coeficiente de correlación del orden de 0,99 para el ajuste de función.



Figura 5. Comparación SCADA con medida del patrón de medida utilizado, elaboración propia

El sistema tiene un umbral de 3°C de temperatura para volver a encender la unidad de refrigeración, esto se debe a que el tiempo de cambio de estado de apagado a encendido de la unidad de refrigeración no debe ser muy pequeño puesto que por tratarse de un gas refrigerante debe terminar de retornar de la tubería para no generar una aglomeración de gas en la tubería lo que generaría una obstrucción en la misma y como consecuencia no permitiría el paso del gas refrigerante.

Las practicas propuestas se encuentran dentro de los anexos, estas se hicieron con el fin de que los estudiantes aprendan cómo está construida la planta y cómo se utilizan los elementos que se utilizaron en el presente proyecto.

4. Conclusiones

La ventilación de la unidad de refrigeración es muy importante para el correcto funcionamiento del gas refrigerante en el sistema, ya que si esta llega a una temperatura mayor a los 60°C la refrigeración se demora más o puede llegar a tapar el serpentín dado que el gas no se

encuentra en las condiciones ideales para poder circular. Esto se presentó durante las pruebas 1 y 2 en las cuales se contaba con únicamente un ventilador que no generaba la suficiente ventilación provocando que la unidad no estuviese a una temperatura optima, sin embargo este proceso se logró optimizar con el uso de dos ventiladores en ubicaciones distintas como se ve en la Figura 1 con este cambio se hicieron las pruebas 3 y 4 en las cuales el tiempo de prueba disminuyó y mejoró la respuesta del sistema de enfriamiento.

La señal de salida del transmisor de temperatura es importante para poder elaborar un control real sobre la temperatura del tanque, además es importante la identificación de las variables que controlan el proceso y las variables que controla el SCADA.

La implementación de un servidor OPC es útil en los procesos de comunicación industrial, esto facilitando la interacción con la interfaz gráfica o SCADA, haciendo más versátil y eficiente el proceso de interacción del usuario con la máquina.

Se implementó el control ON/OFF en el sistema de enfriamiento de la planta térmica del grupo de investigación integra, donde el sistema alcanza la temperatura indicada por el operario, si bien el controlador funciona correctamente este no tiene control sobre la velocidad de respuesta pues se obtuvo que el sistema responde a mayor velocidad cuando se tienen ciertas condiciones en el ambiente obteniendo un tiempo de 79 minutos aproximadamente para una variación de 3°C, y una velocidad de respuesta más lenta en otra práctica con un tiempo de 4 horas con 30 minutos para una variación de 9°C.

El desarrollo de aplicaciones sobre PLC, interconexión de dispositivos mediante servidores OPC y software de diseño de interfaces gráfica se cumplió satisfactoriamente, lo que aporta al grupo de trabajo experiencia en el área ya que estos esquemas de sistemas se emplean en la

industria. la interfaz o SCADA diseñada presenta un error de menos del 15% en cuanto a la medida de temperatura del sistema esta comparación se realizó con un termopar como patrón de medida de temperatura, esta información genera fiabilidad en los datos presentados, tanto por la interfaz como por el controlador ON/OFF.

Referencias

- [1] COGENT, "What is OPC?" [Online]. Available: <https://opcdatahub.com/WhatIsOPC.html>. [Accessed: 19-Aug-2019].
- [2] A. Chacón García, "PLATAFORMA DIDÁCTICA PARA EL ESTUDIO DE PROCESOS TÉRMICOS EN LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL," 2013.
- [3] L. G. Corona, G. S. Abarca, and J. Mares, *Sensores y Actuadores*. 2007.
- [4] TESTO, "Transmisores de temperatura. Acondicionamiento de las señales de salida | Testo Colombia." [Online]. Available: <https://www.testo.com/es-CO/productos/transmitter-temperature>. [Accessed: 21-Aug-2019].
- [5] HNSA, "TRANSMISORES DE TEMPERATURA – Hidráulica y Neumática S.A." [Online]. Available: <http://www.hnsa.com.co/transmisores-de-temperatura/>. [Accessed: 21-Aug-2019].
- [6] OMEGA, "Metodologías de Escalamiento de Transmisor de Temperatura." [Online]. Available: <https://cl.omega.com/technical-learning/metodologias-escalamiento-transmisor-temperatura.html>. [Accessed: 21-Aug-2019].
- [7] E. E. Ortega O and J. A. Torres P, "Diseño e implementación de un sistema SCADA basado en el software quick hmi para el monitoreo y operación de los dos chiller centrífugo de reportes estadístico en el hotel Hilton Colón Guayaquil," pp. 1–35, 2019.
- [8] S. A. Cano Salcedo, "Diseño e implementación metodológica para el desarrollo de proyectos de aire acondicionado con chiller condensado por aire," vol. 52, no. 1, Barranquilla, pp. 1–5, 2018.



Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido

Fecha de envío:

Fecha de recepción:

Fecha de aceptación:

[9] DELTA ELECTRONICS, “DELTA PLC DNP-SA MANUAL.”

[10] Sothis, “SCADA. ¿Qué es y qué permite hacer? - Sothis.” [Online]. Available: <https://www.sothis.tech/scada-que-es-y-que-permite-hacer/>. [Accessed: 21-Aug-2019].