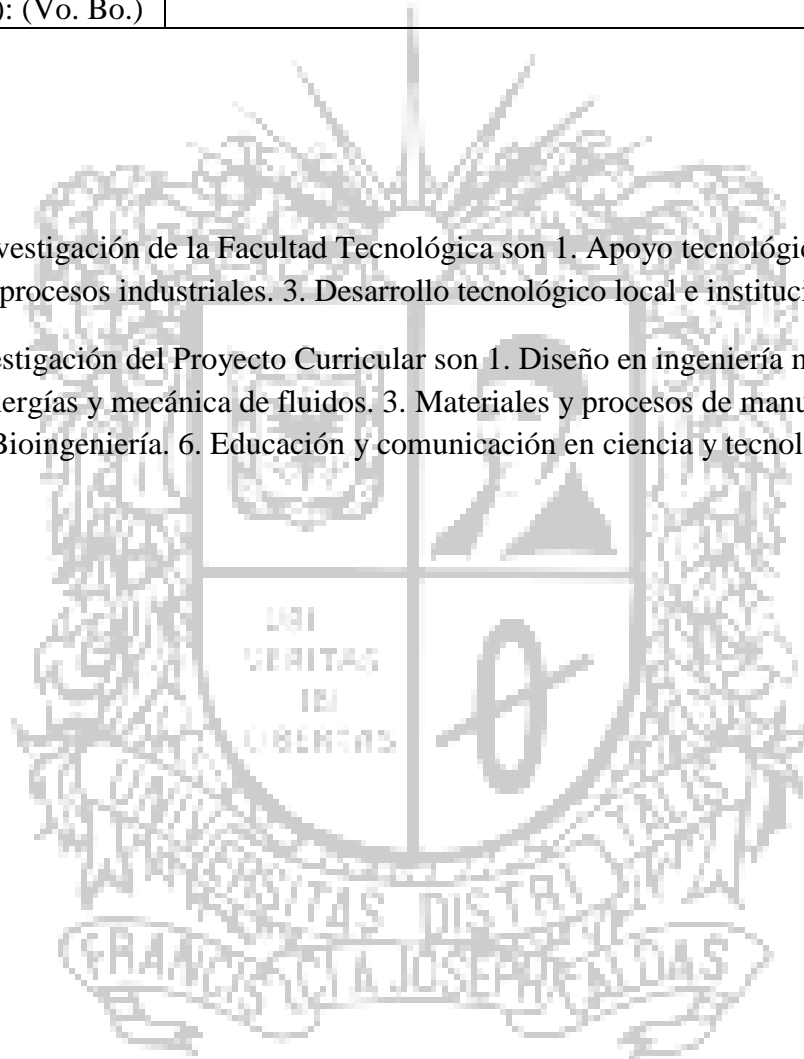


UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA		
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA		
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
N° DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	Daniel Orlando	
Apellido (s):	Buitrago Avelino	
Código:	20112375379	
E-mail:	danielpwr1@gmail.com	
Teléfono fijo:	4201285	
Celular:	3012418437	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	William Alexander	
Apellido (s):	Contreras Dueñas	
Código:	20151375031	
E-mail:	wilcifs1941@hotmail.com	
Teléfono fijo:		
Celular:	3153040123	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	Análisis de falla de sistema de control de proceso térmico	
Duración (estimada):	12 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	X
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo Tecnológico Local e Institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Conversión De Energías y Mecánica De Fluidos	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Sistemas Dinámicos y de Control, Automatización Industrial, Control de Procesos, Mecánica de Fluidos, Neumática etc.	
INFORMACIÓN PASANTÍA		
Nombre de la empresa:		
Dirección:		
Teléfonos:		
Correo electrónico:		
Página Web:		

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Director: (Vo. Bo.)	LUINI HURTADO
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

*Las líneas de investigación de la Facultad Tecnológica son 1. Apoyo tecnológico empresarial. 2. Optimización de procesos industriales. 3. Desarrollo tecnológico local e institucional

**Las líneas investigación del Proyecto Curricular son 1. Diseño en ingeniería mecánica. 2. Conversión de energías y mecánica de fluidos. 3. Materiales y procesos de manufactura. 4. Ecoingeniería. 5. Bioingeniería. 6. Educación y comunicación en ciencia y tecnología



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Tabla de contenido

Índice de figuras:.....	4
Resumen:	5
Introducción:	6
1. Planteamiento del problema:.....	7
1.1. Estado del arte:.....	8
1.2 Toma muestra de datos.....	8
1.3 Calibración de los sensores.....	9
2. Objetivos:.....	14
2.1. Objetivo general:.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. Marco teórico:.....	15
4. Metodología:.....	18
5. Cronograma:.....	19
6. Bibliografía:.....	21

Índice de figuras

Figura 1: Pantalla principal del programa desarrollado en LABVIEW.....	10
Figura 2: Componentes banco de térmico	11
Figura 4: Instrumento virtual en MyOpenLab para adquirir y procesar datos por medio de Arduino.....	12
Figura 5: Sistema de control.....	16
Figura 6: Partes de un sistema de adquisición de datos según National Instruments.....	19



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Modelo de operación de la planta “ Thermal Process Control System” , serie T5553 de la marca Amatrol,

Resumen

El siguiente documento muestra la propuesta de un modelo matemático, el cual, mediante la monitorización y registro de datos de entrada/salida de la maquina “ Thermal Process Control System” , serie T5553 de la marca Amatrol,, y a su vez, analizando los subsistemas derivados del sistema térmico permite evaluar cada los subsistemas del sistema térmico, a saber, un sistema de calentamiento de agua, un sistema de enfriamiento de agua, un intercambiador de calor, un accionamiento (válvula de control de flujo), mediante de cada subsistema. Lo anterior, permitiendo la identificación del modelo matemático de cada subsistema de utilidad para el diseño de controladores o para actividades de detección y diagnóstico de fallas.

Ubicada en los laboratorios de electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ya que existe una incertidumbre en caso de que la maquina cambie alguna vez el patrón de funcionamiento por falla en su operación partiendo de los datos .

Estos datos se utilizan la aplicación del programa matemático para generar un comportamiento de la condición normal de operación , por lo que se va a utilizar la aplicación de Math lab “ system identification toolbox”; el cual, es la interfaz gráfica para usuario. Esto permite estimar y analizar modelos lineales y no lineales, realiza las tareas principales del proceso de identificación de la maquina de análisis térmico “ Thermal Process Control System”. nuestro proyecto que es comportamiento en funcionamiento bajo condiciones ambientales normales .



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

INTRODUCCIÓN

La detección y diagnóstico de fallas, es un paso posterior a la identificación que consiste en hacer una comparación entre el modelo que se obtiene y el accionamiento de la planta, es decir, los datos capturados por el equipo se envían a Matlab por medio del equipo arduino por ejemplo para comparar en tiempo real con el modelo que se tiene en la app de Matlab, si en la comparación la respuesta es cero, no hay fallas, si es diferente de cero hay falla.

Un sistema de control es un individuo, el cual recibe una orden externa, la cual procesa información, y arroja un resultado, el cual demostrará variables de salida, que es no más un conjunto de acciones que permitirán tomar una decisión si continuar un proceso o no.

Si bien es cierto, una máquina puede ayudar a analizar y dar una toma de decisión, pero ¿qué pasaría si en algún momento, la máquina tiene alguna falla?

Normalmente se quiere que una máquina sea lo más confiable y eficiente, pero en un contexto donde las tecnologías de información se encuentran vulnerables a sufrir daños, pudiendo anticipar el daño de las partes de la máquina. “test de comparación”

Por esto, este trabajo pretende elaborar un modelo matemático, en el cual, determine si existe alguna falla en el procesamiento de la información, que altere el resultado del sistema ejecutado por la máquina “Thermal Process Control System”, serie T5553 de la marca Amatrol, bajo un microcontrolador el cual, toma datos, los procesa y transmite los datos de las variables a un software. capturar, procesar y transmitir los datos de las variables del proceso a un ordenador.

El código de programación que maneja los datos que aporta el microcontrolador, es la herramienta para generar un archivo plano con datos para suministrarlo.

Una vez elaborado y demostrado este modelo matemático, los estudiantes podrán realizar una práctica de fallas a propósito, con el fin de demostrar la efectividad del modelo.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria actual encontramos maquinaria la cual no cuenta con un sistema de análisis de falla teniendo , esta maquinaria cuenta con dispositivos o elementos que pueden ofrecer una lectura la cual puede ir a un sistema y sacarse un patrón es demostrar que se pueden hacer sistema de análisis por medio de señales de entrada y salida. con el fin de prevenir daños graves cambiando elementos antes de que lleguen la mantenimiento correctivo ; la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica tiene bancos de trabajo y maquinaria para que los estudiantes realicen prácticas, entre ellas está la planta de procesos de control térmico T5553 ubicada en el laboratorio de control, estos equipos es para realizar un aprendizaje investigación de los diferentes estudiantes que cursan la materia de control de procesos y dentro del aprendizaje esta un ítem que es el de mejorar al proveedor buscando un mejores desarrollos y optimización de funciones de operación de las maquinas , esto se puede realizar con la combinación de software ,sensores y mucha aplicación de conocimientos adquiridos en las materias que imparte la universidad.

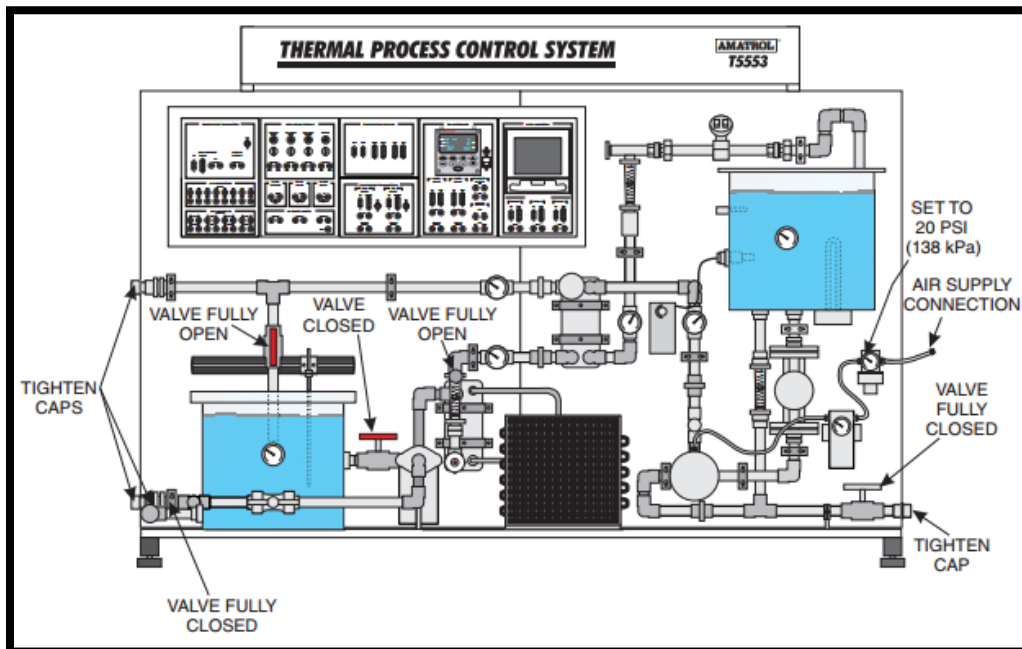
Se tiene la convicción de poder realizar con este proyecto una contribución al aprendizaje de los estudiantes mostrando que sobre este banco puede aplicar como desarrollo de un análisis de fallas.

Fig. 1 Planta térmica sistema de control de procesos térmicos deT5553



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

1-1 ESTADO DEL ARTE



1.2 LA TOMA MUESTRA DE DATOS

La tarjeta de adquisición de datos, el sensor analógico LM35, permite realizar medidas de temperatura de una forma precisa a través de las entradas analógicas del Arduino.

El sensor utilizado es este proyecto cuenta con tres pines (VCC, GND y Data) fácil de identificar, con un rango de medición de -55°C a 150°C y tensión de salida proporcional a la temperatura, esto quiere decir que 1°C equivale a 10 mV ,

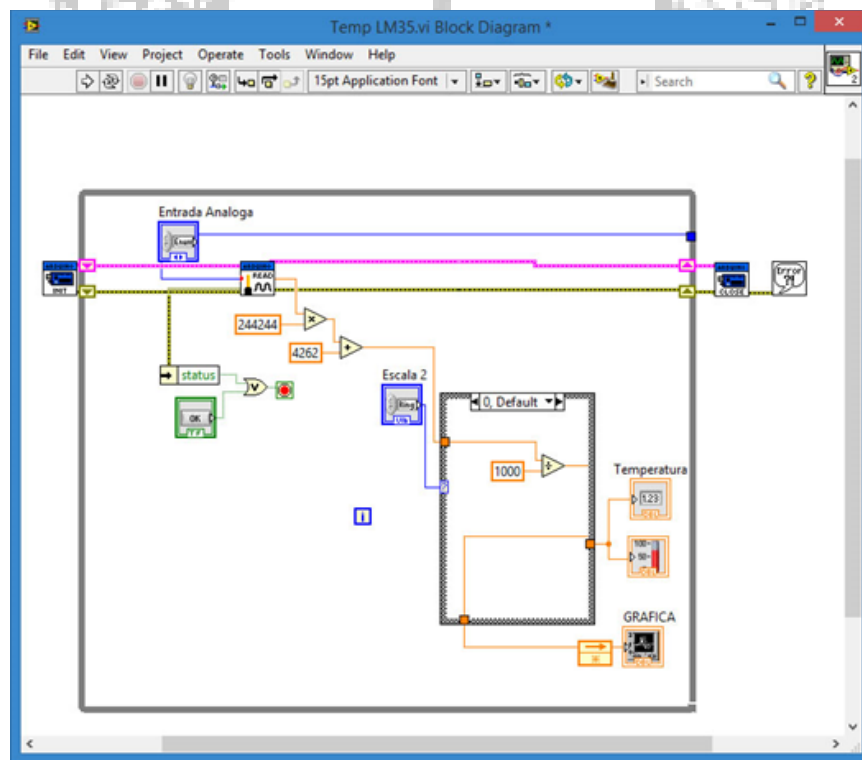
Con la interfaz PC-Instrumento para obtener la medición de temperatura y visualizar el comportamiento del sensor a través de LabView2012, la programación consta de diferentes bloques para la adquisición de la señal analógica, el cálculo con el voltaje que varía en función de la temperatura y por último una estructura que varía la escala que se mide entre miligrados centígrados, grados centígrados, y kilogramos centígrados. (Cesar Beltrán Hernández, 2012).

1.3 CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES.

Los sistemas de control procesos T5553 de Amatrol Inc. cuentan con diferentes tipos de sensores a continuación se explica la metrología aplicada en los sensores utilizados en el desarrollo del proyecto; Sensor de nivel ultrasonido, sensor de nivel por presión diferencial, sensor de pH, sensores de caudal y transmisores de temperatura.

Se realizó un proceso de linealizar para obtener la ecuación característica de cada uno y poder mostrar la lectura en la interfaz gráfica de usuario desarrollada para el arduino

.Fig. 2 Bloque de Labview y su respectivo panel instrumental.

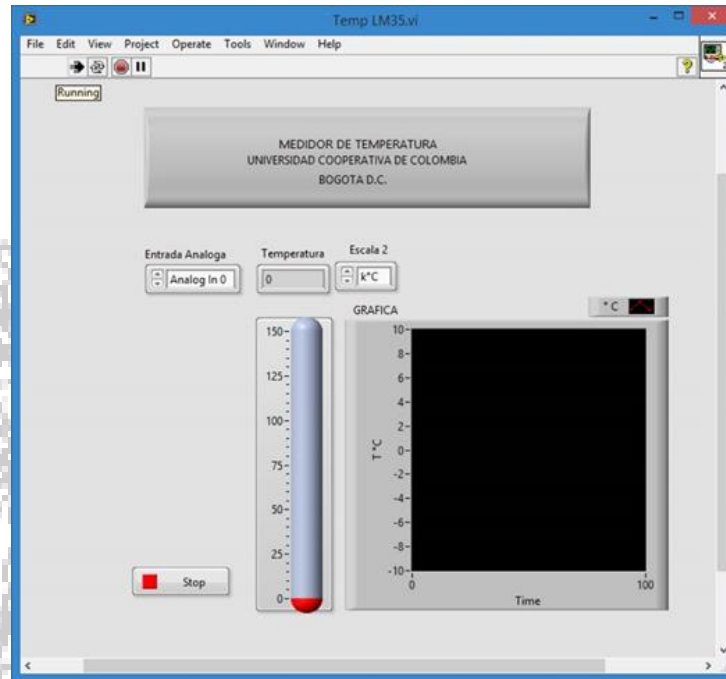


Cesar Beltrán Hernández, 2012

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Fig. 3 Bloque de Labview y su respectivo panel instrumental.

Cesar Beltrán Hernández, 2014




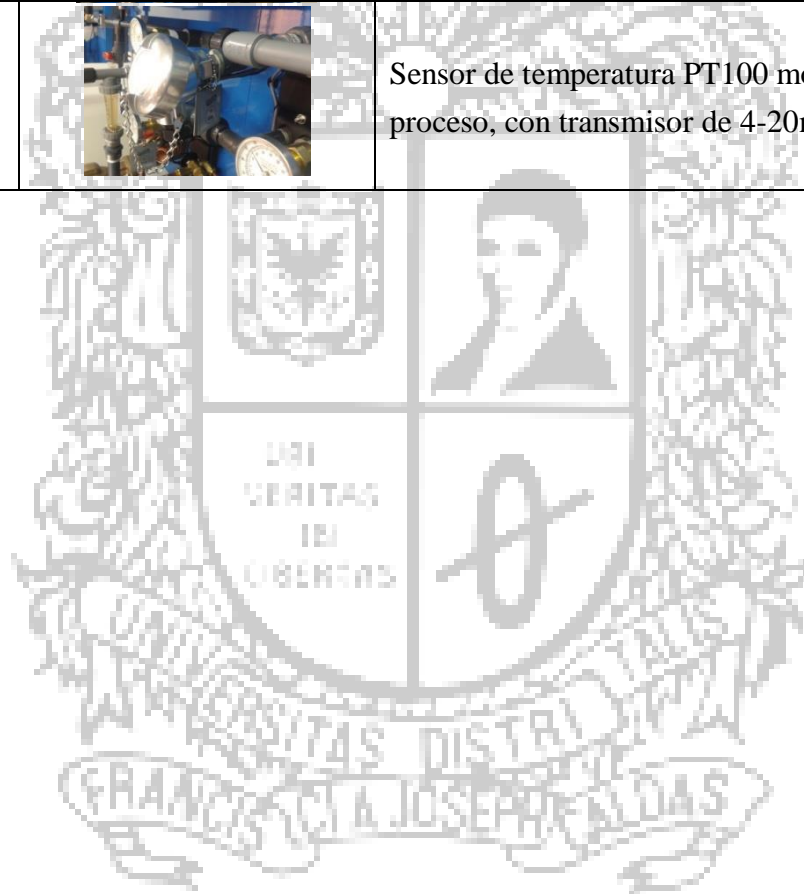
EL SISTEMA DE CONTROL PROCESO TÉRMICO (T5553 AMATROL INC).

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 lazos de control de tipo PID, On /Off y control manual.

Nombre	Fotografía	Descripción
Bomba sumergible		La bomba situada en el interior del tanque de depósito, es de tipo centrífuga y bombea agua desde el tanque de almacenamiento a la red de tuberías, conexión a 110VAC, caudal
Sensor Ultrasónico		El sensor de ultrasonido proporciona una señal de retroalimentación de 4-20mA que es proporcional al nivel del líquido en uno de los tanques. Este transductor se monta
Válvula neumática reguladora de flujo		Este actuador es necesario para realizar el control de flujo que llega a los diferentes sensores para la medición con el transmisor inteligente de flujo. Convertidor de corriente a presión de (3 a 15 psi)
Convertor I/P		Un convertidor I / P es un acondicionador de señal que recibe una señal analógica eléctrica 4-20 mA y la convierte en una señal neumática, esta señal es
Rotámetro		El rotámetro indica la velocidad de flujo a través del bucle principal proceso en una escala. También cuenta con una válvula de cierre ajustable que proporciona un medio para ajustar manualmente
Tanque de Reactivo del Proceso Principal		Este depósito de reactivo contiene el reactivo (bisulfato de sodio), usado para bajar el pH del proceso fluidas. El depósito está conectado a la bomba depuradora con una manguera flexible.
Bomba Depuradora		También conocida como bomba de inyección, la bomba inyecta un volumen seleccionable del reactivo en el proceso a una velocidad (frecuencia) determinada por el Flujo. Y tiene un
Bomba de Circulación		La bomba de circulación hace circular el fluido a través del bucle principal de proceso. Tubería de 1/2" con n flujo de hasta 6 gpm.
Válvulas solenoide		Las válvulas solenoide se encuentran, una al lado de la entrada del depósito del reactor y la otra se encuentra al lado de salida del tanque del reactor. Sirven para evitar el paso del líquido hacia el tanque en caso de que este lleno y para

Válvula regulador neumática		Válvula reguladora de caudal del lazo de control de temperatura activada neumáticamente.
Sensor de Flujo		Este es un sensor de flujo de paletas que convierte el caudal a través de la tubería principal en una señal de 4- 20mA
Válvula Proporcional		El actuador pro porcional permite que la válvula de solenoide operar de manera gradual mediante una señal de 4 -20mA.
Depósito de Reactivo		Este depósito tiene el reactivo (carbonato de sodio) que neutraliza el ácido para elevar el pH del proceso. El depósito está conectado a la bomba dosificadora electrónica con mangueras, una transparente (Conduce agua) y una de color
Bomba Dosificadora electrónica		La bomba dosificadora electrónica mezcla una cantidad de reactivo con el líquido que se encuentre en el tanque de proceso inyectando una cantidad de volumen de reactivo en el depósito de reactor a una velocidad establecida por el usuario. puede
pHmetro		Electrodo de pH Honeywell Durafet, es un electrodo de estado sólido que utiliza un tipo especial de transistor llamado Transistor de efecto de campo sensible a Iones (ISFET). Conectado con el electrodo hay una indicación del
Tanque reactor de proceso		El tanque reactor del proceso, mantiene el fluido del proceso y permite que los reactivos se mezclen en él, incluye un agitador para mezclar el reactivo. El tanque reactor también incluye interruptores de nivel alto y bajo, así como un sensor de presión/transmisor montado en la parte inferior del tanque para medir el nivel

Intercambiador de calor		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
Unidad refrigerador		Unidad de condensación tipo axial rango de 3°C a temperatura ambiente.
RTD		Sensor de temperatura PT100 montada en línea de proceso, con transmisor de 4-20mA



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la identificación de subsistemas del equipo térmico Amatrol T5553"

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1-Planificar y realizar experimentos de captura de datos de subsistemas del equipo a través del sistema de monitorización.

2-Probar varias estructuras de modelos y seleccionar el más adecuado.

3-Realizar la estimación de parámetros del modelo.

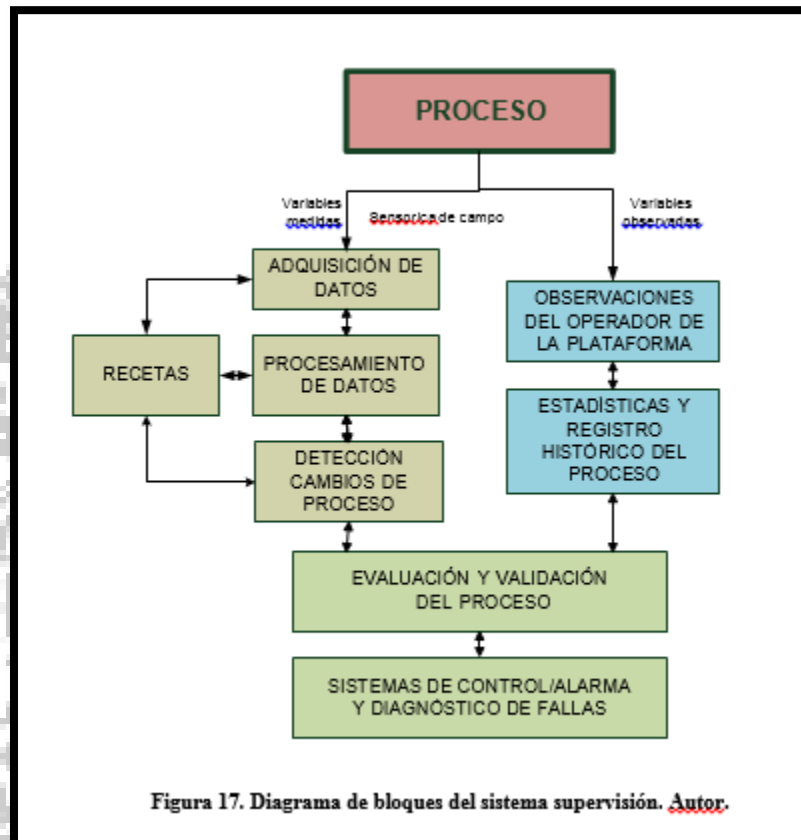
4-Validar el modelo.

5-Utilizar el modelo para detección y diagnóstico de fallas en los subsistemas del equipo



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

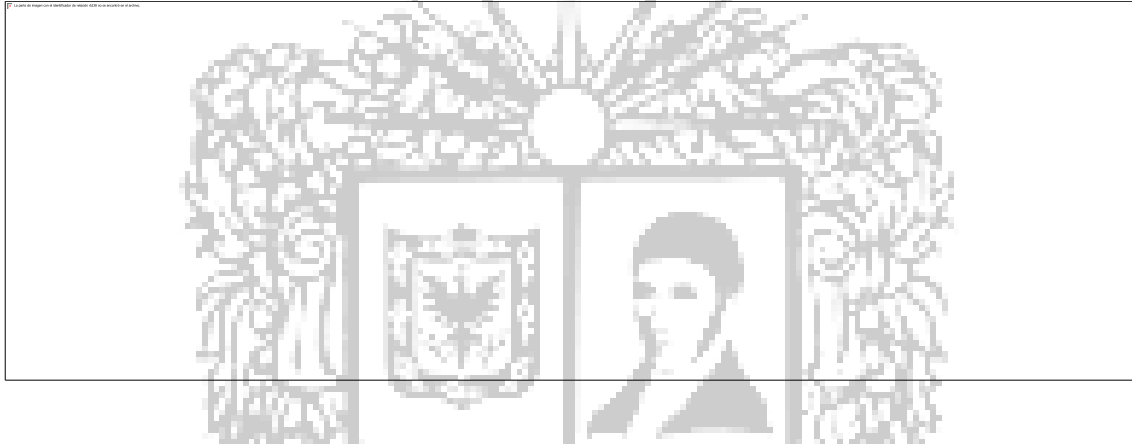
MARCO TEÓRICO



“Podríamos definir el control como la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado sistema de control” (Balcells, J., y Romeral, J.L., 1997, p.3). La siguiente figura muestra los elementos básicos de un sistema de control.

Ponsa, P y Vilanova (2005) definen la automática como el “conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales” (p.11). Las industrias actuales han adoptado la automatización industrial como parte fundamental de su funcionamiento para mantenerse en el tiempo y seguir siendo competitivas. Algunas direccionan su gestión para mejorar la calidad y otras para disminuir sus costos de producción, pero en ambos casos llegan a su objetivo mediante la inserción de la automatización industrial en sus procesos.

ARDUINO UNO es una tarjeta que se puede utilizar como micro-controlador o tarjeta de adquisición de datos ya que es compatible con Labview y su propio software de programación llamada Arduino, existen varios modelos de estas, para utilizarse como interfaz de comunicación se debe descargar las librerías que se encuentran en la página de National Instrument e instalar para posteriormente configurar el código fuente que permite la conexión con Labview. (Cristian Toalombo, Gladys Urqizo, 2013)



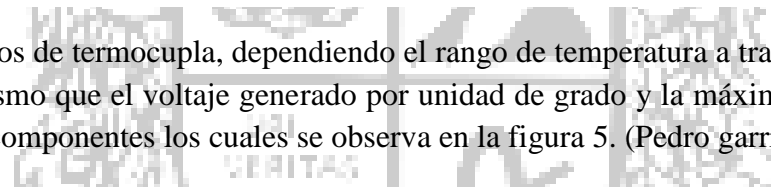
PRESOSTATOS Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido. El presostato también es conocido como interruptor de presión. El fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja un resorte, empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan. Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado. Estos aparatos pueden clasificarse como sigue: a) presostatos de regulación; b) presostatos de seguridad. • Presostatos de regulación (presostatos de baja presión) El presostato de baja presión regula el funcionamiento del compresor (ver fig.). La presión que actúa sobre el fuelle es la baja presión del sistema que reina en el evaporador y el cárter del compresor. Durante el periodo de marcha se produce la disminución progresiva de la temperatura y de la presión en el evaporador, y durante el de parada una elevación de esta presión. Como sea que el presostato se halla conectado a esta parte del circuito, responde a todas las variaciones que se produzcan. Los puntos de ruptura y de conexión se determinan por las presiones correspondientes a las temperaturas mínima y máxima deseadas en el lado de baja presión del sistema. Esquema de su principio. La duración de los ciclos de funcionamiento o de paro dependen, pues, de diferentes factores entre los que se encuentran: — la diferencia de temperaturas en el interior y el exterior de la cámara frigorífica; — el aislamiento de dicha cámara; — la naturaleza del servicio; — el estado mecánico del compresor; — la carga de fluido, el reglaje de la instalación, etc.

(_Montaje_y_mantenimiento_de_equipos_de_refrigeracion_comercial/Capitulo_II/Funcionamiento_y_Reglaje_de_los_preostatos.)

SWITCH DE TEMPERATURA TERMORESISTOR Es un interruptor diferencial (ID), también llamado dispositivo diferencial residual (DDR), es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de los contactos directos e indirectos provocados por el contacto con partes activas

TERMOCUPLA son un par de alambres de distinto material o composición, encapsulados en una vainas generalmente, para protegerlos de las condiciones extremas del proceso industrial además están unidos en un extremo como se puede observar en la figura 4, si se aplica temperatura en este punto se genera una pequeña tensión alrededor de milivoltios, la cual aumenta proporcionalmente.

Existen varios tipos de termocupla, dependiendo el rango de temperatura a trabajar los metales A y B varían, lo mismo que el voltaje generado por unidad de grado y la máxima lectura útil antes que se funda los componentes los cuales se observa en la figura 5. (Pedro garrido, 2013)



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

METODOLOGÍA

Para el modelo de trabajo de sistema tratamiento térmico T5553, para poder elaborar la toma de datos con el Arduino adicionalmente con la programación es una parte fundamental de la planta de procesos por que dara la lectura en indicaciones de temperatura voltaje por medio de los tres sensores: termocupla, termoresistencia y termoresistor, además se debe realizar una serie de pruebas y ensayos, los cuales arrojaran como resultado la gráfica correspondiente, estos datos alimentaran se tomaran con lab view posterior mente se suministraran a la APP de ya que son archivos *.cvs Para realizar la identificación y obtener una ecuación de caracterización del sistema se utiliza el programa MATLAB, debido a que el toolbox ident permite el procesamiento de los datos obtenidos en formato *.csv.

Las tecnologías a tener en cuenta para el desarrollo del proyecto son las mismas utilizadas en la actualidad para procesos de automatización industrial como lo son los sensores análogos o transductores, convertidores de corriente, microcontroladores de uso libre, software de procesamiento de datos, conexiones de datos, interfaces etc. También se tendrán en cuenta las teorías actuales relacionadas con los sistemas de control, autómatas programables, sistemas y señales analógicas, control por ordenador etc.

LAS ETAPAS QUE SE ADELANTARÁN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

PRIMERA ETAPA la de identificación. En esta primera etapa es necesario decidir, entre otros aspectos: el tipo de señales de excitación, el mejor periodo para la adquisición de datos, la cantidad de datos necesarios

Con la información suministrada por los manuales y tesis anteriores que son la base del funcionamiento del sistema de trabajo de tratamiento térmico T5553 y la información directa disponible en la WEB del fabricante.y la asesoría del personal del laboratorio para que suministren una instrucción de uso de la maquina y el alcance máximo hasta donde se puede exigir el funcionamiento.

SEGUNDA ETAPA: Observación y mejora de la calidad de los datos capturados. Antes de utilizar los métodos de estimación de parámetros es necesario: observar y reparar los datos erróneos, filtrar las altas frecuencias, eliminar offsets y tendencias . Se identificarán las variables con respecto a los sensores ya que hay algunas que manejan un rango de 4 a 20 mA y este es el rango que vamos a modificar para realizar la toma de medidas aprox 10 por cada escala de 1 sensor También se definirán los dispositivos a usar para el acondicionamiento de las señales antes de entrar al microcontrolador y se ensamblará el modulo final.

TERCERA ETAPA: Determinación de la estructura del modelo. En esta etapa es necesario definir el tipos de modelos a utilizar: continuos o discretos, tipos de ruido, lineales o no lineales, regresiones, redes neuronales,... Y es necesario adoptar un procedimiento para determinar el orden del modelo

CUARTA ETAPA: Estimación de los parámetros. Etapa la mayoría de las veces muy relacionada con la anterior, en ella se presenta el problema de decidir el método o métodos de estimación de parámetros que se va a utilizar para calcular el valor de los mismos. En general se puede escoger entre dos técnicas distintas: en el dominio temporal y en el dominio frecuencial.

QUINTA ETAPA: Validación del modelo. Es la etapa en la que debe preguntarse si el modelo identificado es suficientemente representativo del proceso estudiado. En él se debe definir un criterio para evaluar la calidad. Generalmente se dispone de varios modelos candidatos y debe escogerse uno de ellos basándose en algún criterio.

5. Cronograma

Para la realización del proyecto se estima un tiempo o duración de 20 semanas, distribuidas en actividades puntuales como se muestra en el siguiente diagrama de Gantt.

Figura 7. Diagrama de Gantt para la programación de actividades a ejecutar en el desarrollo del proyecto.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
■	■	■	■																
				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
												■	■	■	■	■	■	■	■
																	■	■	■



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

7. Bibliografía

- [1] I. Amatrol, “Analytical Process Control Student Reference.” Jeffersonville, Indiana USA, p. 317, 2013.
- [2] O. Katsuhiko, *Ingeniería de Control moderna*, Tercera. Mexico: Prentice Hall, 1997, p. 420.
- [3] H. López, “Identificación de Sistemas. Aplicación al modelado de un motor de continua.” Cataluña, p. 64, 2008.
- [4] O. C. Flautero, “Identificación paramétrica en lazo cerrado de sistema de accionamiento neumático para cilindro de doble efecto Closed-Loop Parametric Identification of Pneumatic Action System for Double Effect Cylinder,” vol. 21, no. 33, pp. 9–19, 2012.
- [5] C. Kunusch, “Identificación de sistemas dinámicos.” La Plata, p. 40, 2003.
- [6] B. Heufelder, J. Glaría, E. L. Proceso, and C. O. N. Control, “Control y supervisión de un proceso por lotes,” 2000.
- [7] D. D. Proceso, “Ingeniería de Proceso Ingeniería de Proceso.”
- [8] R. Holý and J. Pozivil, “Batch control system project for a pharmaceutical plant.,” *ISA transactions*, vol. 41, no. 2, pp. 245–54, Apr. 2002.
- [9] V. M. A. Ruíz, “ECUACIONES PARA CONTROLADORES PID UNIVERSALES,” *Ingeniería, Universidad de San José de Costa Rica*, vol. 12, no. 1, 2002.
- [10] 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>.
- [11] A. Creus, *Instrumentación Industrial*. Mexico D.F.: Marcombo, 2011, p. 800.
- [12] J. A. Espinoza, C. Electrónica, and A.-- El, “Medición de Nivel y Caudal por Ultrasonido.” Chile, p. 6, 2009.
- [13] R. Pallas, *Instrumentos Electrónicos básicos*. Mexico D.F.: Marcombo, 2007, p. 317.
- [14] C. J. Cimbala, Yunus A, *Mecánica de fluidos*. México D.F: Mc Graw Hill, 2006, p. 774.
- [15](Montaje_y_mantenimiento_de_equipos_de_refrigeracion_comercial/Capitulo_II/Funcionamiento_y_Reglaje_de_los_preostatos.)