



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título Ingeniero Electromecánico

Autor:

Mera Santana Luis René

Director:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo

La Maná- Ecuador

Julio, 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Mera Santana Luis René, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”**, siendo el PhD. Yoandrys Morales Tamayo, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Mera Santana Luis René
C.I: 120571073-2

AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”**, del estudiante Mera Santana Luis René de la Carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Julio 2017



PhD. Yoandrys Morales Tamayo
C.I. 175695879-7
Tutor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Mera Santana Luis René, con el título de proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Julio 2017



Ing. Vázquez Carrera Paco Jovanni M. Sc.
C.I.: 050175876 – 7
Lector 1 (Presidente)



Ing. Fernando Jácome Alarcón. M.Sc.
C.I.: 050247562-7
Lector 2



Ing. Jessica Castillo Fiallos M.Sc
C.I.: 060459021-6
Lector 3

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener vida, darme la fuerza y fortaleza de luchar día a día por alcanzar todos mis objetivos; a mi familia por el apoyo brindado durante toda mi formación profesional y así poder servir a la sociedad con mis conocimientos, para el progreso del país, el de mi familia y el mío en particular.

Luis Mera

DEDICATORIA

A mi madre por el apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida, por sus consejos que me permitieron crecer como persona, por su perseverancia en verme convertido en un profesional y persona de bien, por su actitudes ante las adversidades que me sirvieron como ejemplo de vida para ser cada día una mejor persona.

Luis Mera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”

Autor:

Mera Santana Luis René

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo implementar un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para el control automático de un calentador de agua, basado en aplicaciones técnicas industriales que permitan establecer variables de control eléctrico para la temperatura del agua.

Con el avance de la ciencia y la tecnología, día a día nos encontramos con nuevos proyectos y propuestas, que es indispensable actualizarse académicamente para fortalecer el desarrollo dinámico en cada una de las áreas de producción, servicio, entre otras actividades en la dinamización de la economía de los pueblos.

Un módulo didáctico que nos permita simular un proceso automático de medir y controlar la temperatura de un calentador eléctrico; como consecuencia de esto, los elementos que intervienen en el proceso de calentamiento consumen energía eléctrica innecesaria; ya que si el agua alcanza el nivel de temperatura deseado por el operador, no es necesario que siga consumiendo energía en el calentamiento sino se mantenga la temperatura ideal y continúen funcionando, caso contrario se estaría consumiendo energía eléctrica, y esto involucra pérdidas económicas en las planillas de energía. Es por esto que se realiza la implementación de un módulo didáctico que permitan controlar el proceso automático para la calefacción de un calentador de agua utilizando un controlador lógico programable y una pantalla HMI, ya que son poderosas herramientas que controlan y monitorean procesos industriales en forma eficiente.

Con la implementación se logra medir, controlar, visualizar y modificar la temperatura del agua, además el proceso automático permite controlar los tiempos de operación de los elementos que intervienen en el proceso de calefacción, ahorrando energía eléctrica.

Palabras claves: Controlador, control, eficiencia, proceso, temperatura.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”

Author:

Mera Santana Luis René

ABSTRACT

The present research project aims to implement a didactic module with the PLC Simatic S7-1200 for the automatic control of a water heater, based on industrial technical applications that allow to establish variables of electrical control for the water temperature.

With the advance of science and technology, day by day we find new projects and proposals, it is essential to update the dynamic development in each of the areas of production, service, other activities in the dynamization of the everyday economy.

A didactic module that allows us to simulate an automatic process of measuring and controlling the temperature of an electric heater; as a consequence of this, the elements involved in the heating process consume unnecessary electrical energy; since the water reaches the desired temperature level by the operator, it is not necessary to continue to consume energy in the heating of the ideal temperature signal and continue to operate, otherwise it is consuming electrical energy, and this involves economic losses.

This is why it is necessary the implementation of a didactic module that allows to control the automatic process for the heating of a water heater using a programmable logic controller and an HMI screen, since they are powerful tools that control and monitor industrial processes efficiently .

Keywords: control, efficiency, process, temperature



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Centro
de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Luis Rene Mera Santana **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, julio 2017

Atentamente

Ledo. Kevin Rivas Mendoza
DOCENTE
C.I. 1311248049

ÍNDICE GENERAL

Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CERTIFICACIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Título del Proyecto:	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6

8.1.	Introducción a los automatismos	6
8.1.1.	Proceso industrial	6
8.1.2.	Automatización industrial	6
8.1.3.	Estructura de los sistemas automatizados	7
8.2.	Introducción a los PLC	7
8.2.1.	Autómatas programables	7
8.2.2.	Ventajas de los sistemas automáticos industriales (SAI) con base en PLC	8
8.2.3.	La constitución de un controlador lógico	8
8.2.4.	PLC Siemens S7-1200.....	9
8.3.	Funciones tecnológicas integradas	11
8.3.1.	Clases de automatismos.....	11
8.3.2.	Automatismos eléctricos	12
8.3.3.	Interfase de programación y computadora personal.....	12
8.4.	Fuente de alimentación.....	12
8.5.	Software de programación Step 7	13
8.6.	Contactador	13
8.7.	CPU 1212C.....	13
8.8.	Medición De Temperatura.....	14
8.9.	Medición de nivel.....	16
8.9.1.	Medidores de nivel de líquido.	16
8.9.2.	Sensores de nivel	17
8.9.3.	Válvulas de control.....	17
8.10.	Características y Parámetros de los Sensores	18
8.11.	Pantallas interfaz hombre-máquina (HMI).....	19
8.11.1.	Funciones De Un Software HMI.....	20
8.12.	Calentadores de agua	21
8.12.1.	Tipos de Calentadores de Agua	21
8.12.2.	Calentadores de punto	22
8.12.3.	Calentadores de paso	22
8.12.4.	Calentadores de acumulación	22

9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	22
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	25
10.1.	Investigación de Campo	25
10.2.	Investigación Bibliográfica-Documental	26
10.3.	Métodos de Investigación.....	26
10.3.1.	El método inductivo	27
10.3.2.	El método deductivo.....	27
10.4.	Técnicas de Investigación	27
10.4.1.	La Entrevista.....	27
10.4.2.	La Encuesta	28
10.5.	Diseño experimental.....	28
10.6.	Población	28
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	29
11.1.	Tarjeta de acondicionamiento de señales	29
11.1.1.	Acondicionamiento de señales de termocuplas	29
11.1.2.	PLC Simatic S7-1200.....	35
11.1.3.	Simatic Step 7 Basic V11 Sp2.....	39
11.2.	Selección de Elementos.....	43
11.3.	Programación del PLC	44
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	48
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	49
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
14.1.	Conclusiones	51
14.2.	Recomendaciones.....	51
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
16.	ANEXOS.....	56
	Proceso de elaboración de estructura	56

Instalación de canaletas y distribución para equipos tecnológicos	56
Cableado de PLC S7-1200	57
Configuración con el HMI	57
Encuestas realizadas.....	58
Tabla de distribución chi cuadrado.....	59
Hoja de vida docente.....	60
Hoja de vida estudiante.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto.....	4
Tabla 2: Actividades y Metodologías para los Objetivos Específicos	5
Tabla 3. Características del Cpu 1212c	133
Tabla 4: Propiedades del Agua de acuerdo con las Diferentes Escalas de Temperatura	15
Tabla 5: Ventaja y Desventaja de los Sensores de Temperatura.....	16
Tabla 6: Valores observados en la hipótesis general.....	24
Tabla 7: Valores esperados en la hipótesis general.....	24
Tabla 8: Técnicas e Instrumentos	288
Tabla 9: Diseño Experimental	28
Tabla 10:Valores de Voltaje Termocupla Tipo J.....	29
Tabla 11:Valores de Voltaje Para Termocupla Tipo J	33
Tabla 12:Valores de Voltaje Termocupla Tipo K.	34
Tabla 13: Características del Cpu 1212c.	37
Tabla 14: Dimensiones de Montaje	38
Tabla 15: Requisitos de Instalación.....	41
Tabla 16: Selección de Elementos.....	43
Tabla 17: Presupuesto del Proyecto.....	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura N° 1: Proceso industrial	6
Figura N° 2: Esquemas de bloques de un sistema de control automático	7
Figura N° 3: Estructura de los sistemas automatizados.....	7
Figura N° 4: PLC S7 1200 y sus partes	10
Figura N° 5: Válvula de control típica.....	17
Figura N° 6: Pantalla HMI	20
Figura N° 7: Distribucion del chi cuadrado.....	25
Figura N° 8: Circuito de tarjeta acondicionadora termocupla tipo J	31
Figura N° 9: valores de voltaje para termocupla tipo j.....	34
Figura N° 10: Valores de voltaje termocupla tipo K.....	35
Figura N° 11: Componentes de un enlace de datos	37
Figura N° 12: Dimensiones de montaje.....	39
Figura N° 13: Espacio libre necesario	39
Figura N° 14: Vista del portal	41
Figura N° 15: Vista del proyecto.....	42
Figura N° 16 Diagrama de bloques del control en cascada.....	44
Figura N° 17. Control de temperatura en cascada.....	45
Figura N° 18. Valores del controlador PI.....	45
Figura N° 19. Valores del controlador P	46
Figura N° 20 Programa de control de calentamiento	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7 1200 PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN CALENTADOR DE AGUA ELÉCTRICO”

Fecha de inicio: La Maná 19 de Octubre del 2016

Fecha de finalización: La Maná 15 de Julio del 2017

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Facultad que auspicia: Faculta de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Tutor de titulación: PhD. Yoandrys Morales Tamayo

Coordinador del proyecto: Mera Santana Luis René

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación: Procesos industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera: Sistemas mecatrónicos y automatización industrial

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo implementar un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para el control automático de un calentador de agua, basado en aplicaciones técnicas industriales que permitan establecer variables de control eléctrico para la temperatura del agua.

Con el avance de la ciencia y la tecnología, día a día nos encontramos con nuevos proyectos y propuestas, que es indispensable actualizarse académicamente para fortalecer el desarrollo dinámico en cada una de las áreas de producción, servicio, entre otras actividades en la dinamización de la economía de los pueblos.

Un módulo didáctico que nos permita simular un proceso automático de medir y controlar la temperatura de un calentador eléctrico; como consecuencia de esto, los elementos que intervienen en el proceso de calentamiento consumen energía eléctrica innecesaria; ya que si el agua alcanza el nivel de temperatura deseado por el operador, no es necesario que siga consumiendo energía en el calentamiento sino se mantenga la temperatura ideal y continúen funcionando, caso contrario se estaría consumiendo energía eléctrica, y esto involucra pérdidas económicas en las planillas de energía. Es por esto que se realiza la implementación de un módulo didáctico que permitan controlar el proceso automático para la calefacción de un calentador de agua utilizando un controlador lógico programable y una pantalla HMI, ya que son poderosas herramientas que controlan y monitorean procesos industriales en forma eficiente.

Con la implementación se logra medir, controlar, visualizar y modificar la temperatura del agua, además el proceso automático permite controlar los tiempos de operación de los elementos que intervienen en el proceso de calefacción, ahorrando energía eléctrica.

Palabras claves: Controlador, control, eficiencia, proceso, temperatura.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

EL controlador lógico programable (PLC) Simatic S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño, configuración flexible y amplia gama de funciones, el S7-1200 es idóneo para controlar y manipular una gran variedad de aplicaciones, el implementar un módulo didáctico con el PLC Simatic S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico. Para progresar en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje es necesario es necesario la creación de módulos didácticos, el cual permite realizar prácticas de PLC y control de procesos industriales y de esta manera se mejora destrezas y conocimientos de los estudiantes con proyección a nivel industrial. Este innovador proyecto de investigación brinda al estudiante las posibilidades de desarrollar eficientemente habilidades en el análisis, diseño, control y programación de un calentador de agua eléctrico.

Además nos permitirá monitorear y controlar el nivel y la temperatura de agua con ayuda de sensores y actuadores utilizando como cerebro el PLC para poder gestionar las tareas y control del módulo Con la implementación de este módulo didáctico se logrará obtener tecnología de punta lo que permitirá un gran aporte a la formación académica de los estudiantes pertenecientes a la carrera y así de esta manera complementar el aprendizaje sobre los procesos de automatización en el que está basado este módulo y otros procesos que utilizan este tipo de tecnología.

Dentro de los procesos conocidos en la industria, sin duda la mayoría de éstos que pueden ser considerados como críticos se relacionan con una o varias reacciones químicas, por esto motivo resulta imposible pretender controlar las variables relacionadas con dichas reacciones de forma manual, esto debido a la complejidad y tiempo de respuesta necesario para asegurar el éxito de estos procesos. La aplicación de técnicas de control automático, para mejorar la efectividad y eficiencia de la obtención de productos químicos, se convierte en una inversión que asegura la confiabilidad de los procesos tanto en los aspectos de calidad como de seguridad.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
Mera Santana Luis René Siete docentes de la Carrera de Electromecánica	240 alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Fuente: Secretaria Académica Periodo Abril – Agosto 2017

Elaborado por: Mera Santana Luis René

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los laboratorios se han convertido hoy en día en una enseñanza-aprendizaje necesaria para transmitir conocimientos, y así para poder experimentar un trabajo real, el trabajo en el laboratorio da al alumno la experiencia y el descubrimiento personal que se tiene cuando el alumno aprende sólo los datos de un libro y no tiene oportunidad de aprender directamente de los experimentos. Existen universidades que complementan la enseñanza teórica con la práctica, por tal motivo, incorporan a la malla curricular prácticas en laboratorios en las cuales se puedan ofrecer aplicaciones necesarias a los conceptos teóricos transmitidos por los docentes, para darle un mejor entendimiento al estudiante. Para el control automático de un calentador de agua eléctrico ya con los que existen son muy limitados y resulta incómodo realizar prácticas en grupos de estudiantes, siendo este un problema para el óptimo aprendizaje. Con este proyecto de investigación los estudiantes podrán realizar una práctica de laboratorio que habitualmente se dicta teóricamente en el aula de clase y luego plantear una práctica de laboratorio, para lograr un buen aprendizaje, la manera en que el estudiante descubre el mundo, depende de la experiencia previa que él tenga, si el alumno no tiene el concepto de lo que espera ver, fracasará en la interpretación de un experimento, muchas veces este conocimiento se consigue con las dos partes la demostración y discusión.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- Implementar un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico.

6.2. Objetivos específicos

- Establecer conceptos fundamentales sobre dispositivos que conforman el módulo didáctico para el control de un calentador de agua eléctrico.
- Adquirir equipos de control para la simulación del control de un calentador de agua eléctrico.
- Realizar pruebas de funcionamiento del control del calentador de agua eléctrico

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades y Metodologías para los objetivos específicos

Objetivos	Actividad	Resultados de la actividades	Descripción de la actividad
Establecer conceptos fundamentales sobre dispositivos que conforman el modulo didáctico para el control de un calentador de agua eléctrico.	Realizar investigaciones bibliográficas.	Adquirir conocimientos teóricos de los distintos elementos que intervienen en el módulo didáctico	Investigaciones en libros, revistas, pagina web, proyectos de investigación y artículos científicos.
Adquirir los equipos de control para la simulación del control de un calentador de agua eléctrico.	Adquisición de materiales. Ensamblar los materiales Montar los equipos de control	Conseguir un tablero simulación del control de un calentador de agua eléctrico.	Elaborar un tablero didáctico mediante materiales para ubicar el PLC y monitorear el control de un calentador de agua
Realizar pruebas de funcionamiento del sistema.	Verificar que los circuitos estén bien realizados. Simular el control de un calentador de agua por medio del PLC S7 1200.	Obtener resultados del comportamiento de cada uno de los elementos que intervienen en el tablero en la simulación de un calentador de agua eléctrico	Comprobar que todos los dispositivos del respectivo modulo didáctico estén en condiciones estables para su respectivo funcionamiento.

Elaborado por: Mera Santana Luis Rene

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

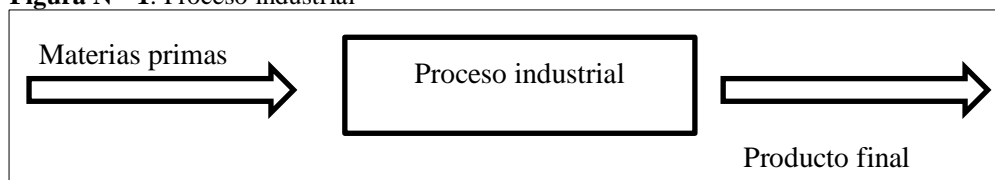
8.1. Introducción a los automatismos

La automática es la “ciencia que estudia los métodos y procedimientos que permiten la sustitución del operador humano por un operador artificial, en la ejecución de una tarea física o mental, previamente programada”. La automatización es la aplicación de la automática en procesos industriales (GUILLERMO, Ocampo , 2010, pág. 7).

8.1.1. Proceso industrial

Se entiende como proceso industrial, un conjunto de acciones de transporte y transformación de materias primas para obtener un producto final.

Figura N° 1: Proceso industrial



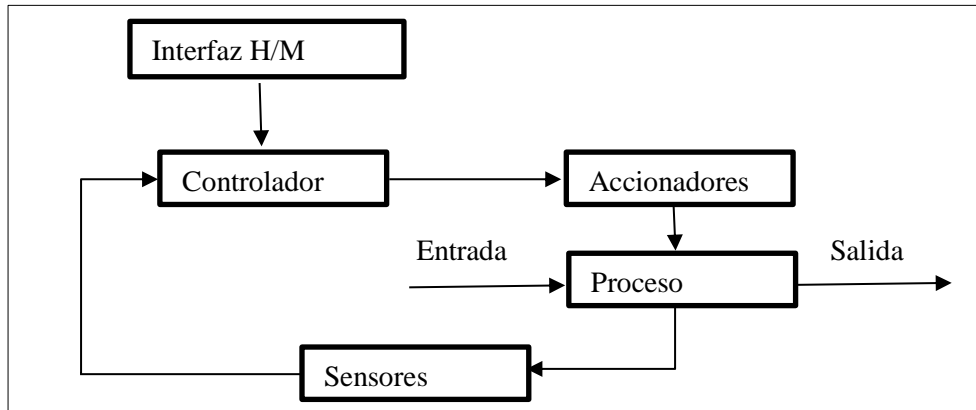
Fuente: (GUILLERMO, Ocampo , 2010, pág. 7)

8.1.2. Automatización industrial

Los objetivos básicos de la automatización son los de incrementar la productividad y optimizar la calidad de productos. El control es la clave de la tecnología para lograr productos de mayor calidad, minimización de desperdicios, protección del medio ambiente, mayor rendimiento de la capacidad instalada y mayores márgenes de seguridad. La automatización de un proceso industrial consiste, en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos que garanticen su perfecto desarrollo, sin necesidad de la presencia inmediata de un operario.

Para asegurar el correcto funcionamiento del proceso es necesario disponer de un controlador; y para asegurar el sostenimiento de los elementos manipuladores al controlador es necesario usar sensores para intercambiar información entre ambas partes, en una configuración conocida como el control en lazo cerrado esta idea se representa en la figura 2 (GUILLERMO, Ocampo , 2010, pág. 8).

Figura N° 2: Esquemas de bloques de un sistema de control automático

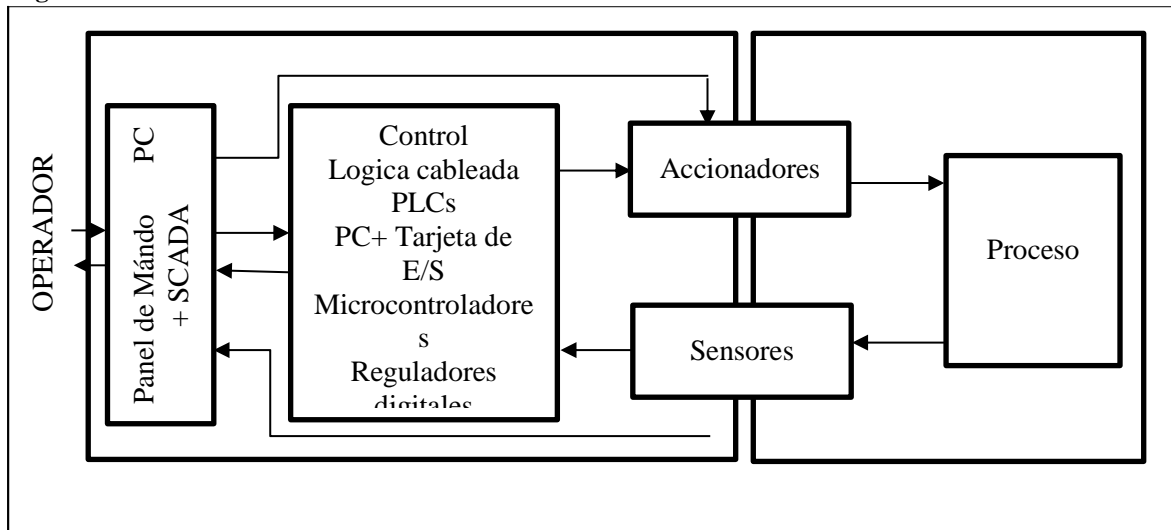


Fuente: (GUILLERMO, Ocampo , 2010)

8.1.3. Estructura de los sistemas automatizados

Un sistema automatizado consta de dos partes principales: una parte de mando y una parte operativa. La parte operativa, que agrupa accionadores y captadores o sensores, actúa directamente sobre el proceso para conducirlo al estado deseado. La parte de mando coordina las acciones de la parte operativa (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, pág. 18).

Figura N° 3: Estructura de los sistemas automatizados



Fuente: (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, pág. 18)

8.2. Introducción a los PLC

8.2.1. Autómatas programables

Los autómatas programables o PLC (del inglés programmable logic controller) es un equipo electrónico programable que puede almacenar una secuencia de ordenes (programa) y

ejecutarla de forma cíclica con el fin de controlar una tarea en tiempo real, generalmente en el contexto de un proceso industrial. El autómatas programable es un elemento robusto, diseñado especialmente para trabajar en ambientes difíciles, presenta una arquitectura muy similar a la de un ordenador, aunque al contrario que este, está diseñado para operar con múltiples entradas y salidas que conectan el dispositivo a sensores (finales de carrera, sondas de temperatura o presión, medidores de caudal, cámaras, etc.) y actuadores (motores eléctricos, cilíndricos, neumáticos e hidráulico, relés magnéticos, solenoides, salidas analógicas, etc.).

Un PLC puede soportar temperaturas extremas, presenta inmunidad frente al ruido eléctrico y tiene una gran resistencia a las vibraciones y a los impactos. La gran diferencia frente a los ordenadores tradicionales radica en su robustez y capacidad para soportar condiciones ambientales severas (SÁNCHEZ, Daniel, 2013, pág. 23).

8.2.2. Ventajas de los sistemas automáticos industriales (SAI) con base en PLC

Comparados con los sistemas basados en relevadores, los sistemas basados en PLC muestran varias ventajas que van desde el costo, hasta que suelen ser más económicos, pasando por ser más compactos, hasta llegar a la reutilización de equipo, solo por mencionar algunas. Además entre más complejo sea el sistema más ventaja va a tener. Incluso existen sistemas automáticos que no pueden ser desarrollados con relevadores electromagnéticos, algunas veces debido al tiempo de respuesta que requiere el sistema, otras por la complejidad y en algunas funciones especiales que requiera el sistema (SORIA, Saturnino, 2013, pág. 75).

8.2.3. La constitución de un controlador lógico

Los controladores lógicos, tratados como elementos principales y sin profundizar en elementos que no vienen al caso y desde el punto de vista del usuario que lo va a utilizar y manejar, están compuestos de:

- Fuente de alimentación
- Unidad de operación y visualización
- Entradas y salidas
- CPU
- Interfaz para conexión a pc y módulos de programas (ÁLVAREZ, Manuel, 2003, pág. 3).

8.2.4. PLC Siemens S7-1200.

Un controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos y diseñado específicamente para programarse con facilidad. Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes. (BOLTON, William, 2010, pág. 608)

El S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens. El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. En el marco del compromiso SIMATIC para con la automatización plenamente integrada (TIA: Totally Integrated Automation), la familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización de cada caso.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

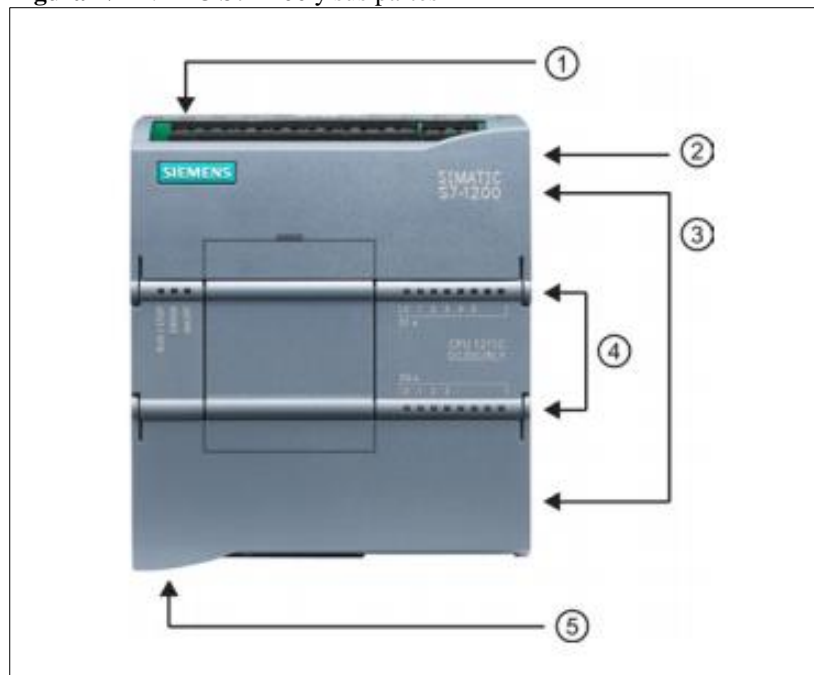
Una vez descargado el programa, la CPU contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. Para comunicarse con una programadora, la CPU incorpora un puerto PROFINET integrado. La CPU puede comunicarse con paneles HMI o una CPU

diferente en la red PROFINET. Para garantizar seguridad en la aplicación, todas las CPUs S7-1200 disponen de protección por contraseña, que permite configurar el acceso.

El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y de tamaño reducido para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. (Siemens, 2015, pág. 25).

Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 resultan idóneos para controlar tareas sencillas y complejas.

Figura N° 4: PLC S7 1200 y sus partes



Fuente: Simatic S7 Controlador Lógico Programable (Siemens, 2009)

1. Conector de corriente
2. Ranura para Memory Card
3. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
4. LEDs de estado para las E/S integradas
5. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

SIMATIC S7-1200 es el controlador de lazo abierto y lazo cerrado de control de tareas en la fabricación de equipo mecánico y la construcción de la planta. Se combina la automatización máxima y mínimo costo. Debido al diseño modular compacto con un alto rendimiento al

mismo tiempo, el SIMATIC S7-1200 es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones de automatización.

Su campo de aplicación se extiende desde la sustitución de los relés y contactores hasta tareas complejas de la automatización en las redes y en las estructuras de distribución. El S7-1200 también se abre cada vez más ámbitos en los que la electrónica especial ha sido desarrollada previamente por razones económicas (NARVÁEZ, Vicente, 2013, pág. 8).

8.3. Funciones tecnológicas integradas

Funciones de contaje, medición y control de movimiento hacen del SIMATIC S7-1200 un sistema muy versátil, idóneo para un gran número de tareas de automatización. Se han integrado en el sistema hasta seis contadores de alta velocidad, tres de 100 kHz y otros tres de 30 kHz. Esto permite la lectura precisa de encoders incrementales, conteo de frecuencia y la captura rápida de eventos de proceso.

En el controlador SIMATIC S7-1200 se han integrado además dos salidas de alta velocidad, que pueden funcionar como salidas de tren de pulsos o como salidas con modulación de ancho de impulsos (PWM). Ofrecen una secuencia de impulsos con un factor de trabajo del 50 % y hasta 100 kHz, para la regulación controlada de la velocidad y posición de motores paso a paso y servo accionamientos. Si se configuran como salidas PWM, ofrecen un tiempo de ciclo fijo con punto de operación variable. Esto permite regular la velocidad de un motor, la posición de una válvula o el ciclo de trabajo de un calefactor.

El panel de sintonía para la puesta en marcha de PID, integrado también en SIMATIC STEP 7 Basic, simplifica la optimización del lazo de regulación. Ofrece funcionalidad, autotuning y ajuste manual para lazos de regulación sencillos, y al mismo tiempo una presentación gráfica de la evolución de las variables del lazo de regulación (GARÓFALO, Irving y PEÑAFIEL, Portilla, 2015, pág. 19).

8.3.1. Clases de automatismos

Atendiendo al tipo de manipulador utilizado, los automatismos pueden ser mecánicos, eléctricos, electromecánicos, neumáticos, hidráulicos o mixtos. En cuanto a los controladores

se refiere, las opciones generales son dos: lógica cableada y lógica programable (GUILLERMO, Ocampo , 2010, pág. 11).

8.3.2. Automatismos eléctricos

Son aquellos en los cuales los accionadores son de tecnología eléctrica, básicamente, solenoides y motores rotatorios. Con frecuencia los accionadores eléctricos requieren de contactores que hacen las veces de pre-accionadores, es decir sirven de enlace entre la baja potencia de salida del controlador y la elevada potencia del accionador (GUILLERMO, Ocampo , 2010, pág. 12).

8.3.3. Interfase de programación y computadora personal

Es el modo más común de programar un PLC en la actualidad. El grupo de dispositivos está compuesto por una computadora personal, Interfase electrónica y el programa, ambos de la misma marca del PLC. El avance tecnológico ha provocado que los costos de las computadoras personales sean accesibles, por lo tanto la computadora se ha convertido en la que más se utiliza para programar el PLC. Mediante el programa y la computadora personal se le grava previamente las instrucciones o funciones que va a ejecutar el PLC. En algunas marcas este puerto funciona también como puerto de comunicación para dispositivos periféricos (SORIA, Saturnino, 2013, pág. 80).

8.4. Fuente de alimentación

Los autómatas programables funcionan internamente a una tensión de 24 y 5v en corriente continua, por ello necesitan de una fuente de alimentación. Algunos autómatas integran internamente dicha fuente, pero otros emplean un módulo externo. Si la fuente de alimentación es interna, el autómata se conecta directamente a la red eléctrica entre la fase y el neutro. Por el contrario, si el autómata necesita de una fuente externa, su alimentación es a 24 vdc.

La fuente de alimentación, además de suministrar energía al propio autómata se emplea para alimentar a los sensores o dispositivos que lo necesitan. Algunos autómatas con fuente interna cuentan con unos terminales para esta función (CERDÁ, Luis, 2014).

8.5. Software de programación Step 7

STEP7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación es similar a los esquemas de los circuitos.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos empleados en el álgebra booleana.

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleara dicho bloque. El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación (Siemens, 2009, pág.35).

8.6. Contactor

Un contactor sería básicamente lo mismo que un relé, pero diseñado con más robustez para soportar mayores tensiones y corrientes. Según lo expuesto, podemos utilizar los relés y contactores para realizar automatismos eléctricos, simplemente cableando los contactos de forma que, al recibir corriente la bobina, realicen la función para la que han sido diseñados. Otra diferencia consiste en que, mientras que los contactos de un relé están formados por un común, otro abierto y otro cerrado, en un contactor los dos contactos se encuentran abiertos o cerrados, es decir, no tiene contacto común (CEMBRANOS, Florencio, 2008, pág. 43).

8.7. CPU 1212C

Tabla 3: Características del CPU 1212c

Función	CPU 1212C
Dimensiones físicas mm	90x100x75

Memoria de Usuario	Trabajo	12KB
	Carga	1MB
	Remanente	2KB
E/S integradas locales	Digital	8entradas/ 6 salidas
	Analógico	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entrada (I)	1024 bytes
	Salida (Q)	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Amplificación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (CB)		1
Módulo de comunicación (CM) (amplificación en el lado izquierdo)		3
Contadores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 kHz / 1 a 30 kHz
	Fase cuadrada	3 a 80 kHz / 1 a 20 kHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40° C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 us/instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0,1 us/instrucción

Fuente: Manual del fabricante

8.8. Medición De Temperatura

La temperatura es un parámetro de la energía calorífica que se mide y se controla en infinidad de situaciones: el cuerpo humano, animales, insectos, procesos, equipos, locales, gases, líquidos, sólidos, en la industria, el hogar, comercios, invernaderos, cuartos fríos, congeladores, incubadoras, en fon, es una de las variables físicas que más se mide y controla (PACHECO, Jesus, 2010, pág. 143).

Los procesos industriales requieren de mediciones y del control de variables físicas como temperatura, flujo o caudal, nivel de líquidos o sólidos, densidad, presión de líquidos o gases, velocidad angular o lineal, humedad en gases, fuerza y esfuerzos de deformaciones. A este respecto, y no menos importante es la necesidad de detectar la presencia de objetos, contar

eventos y objetos, identificar colores y la posición correcta de dispositivos. Hay otras variables comunes en los procesos industriales, son las variables químicas como el pH y la conductividad de líquidos (PACHECO, Jesus, 2010, pág. 12).

La temperatura es la intensidad de calor de un objeto. Este tipo de energía calorífica es una medida promedio de la energía cinética de las partículas de la materia; es decir es la energía asociada a los movimientos de las moléculas del sistema. Esto ocasiona que cuanto mayor sea esta energía, mayor es la temperatura. Existen varios procedimientos utilizados para determinar esta magnitud física, los cuales pueden variar de manera significativa de acuerdo a las condiciones de detección, tipo de elemento u objeto a medir y la precisión requerida. Esta información suele suministrarse en unidades de grados en una escala estándar como:

- Escala Fahrenheit
- Escala Celsius
- Escala Kelvin
- Escala Rankine

Tabla 4: Propiedades del agua de acuerdo con las diferentes escalas de temperatura

Escala	Cero absoluto	Ebullición del agua	Fusión del hielo
Fahrenheit	-459.6 °F	212 °F	32 °F
Celsius	-273.2 °C	100 °C	0 °C
Kelvin	0 K	373.2 K	273.2 K
Rankine	0 R	671.6 R	491.6 R

Fuente: (Corona, 2014, pág. 174)

Se denomina flujo al movimiento de fluidos por canales o conductos abiertos o cerrados. El caudal es la cantidad de material, en peso o volumen. Que fluye por una unidad de tiempo. Las medidas de caudal están presentes en todos los procesos de transporte de materia y energía mediante fluidos, bien sea para control de dichos procesos o como simple indicación bien con la finalidad determinar tarifas, como sucede en los casos del agua, gas, gasolina, o crudos, entre otros (PALLÁS, Ramón, 2003, pág. 35).

8.9. Medición de nivel

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias primas de productos finales. La utilización de instrumentos electrónicos con microprocesador en la medida de otras variables tales como la presión y la temperatura, permite añadir “inteligencia” en la medida de nivel, y obtener exactitudes en la lectura altas, del orden del +0,2% en el inventario de materias primas finales o en transformación en los tanques de procesos. Los instrumentos de nivel pueden dividirse en mediciones de nivel de líquidos y sólidos que son dos mediciones claramente diferenciadas (CREUS, Antonio, 2011, pág. 195).

Tabla 5: Ventaja y desventaja de los sensores de temperatura

Sensor	Ventajas	Desventajas
Termistor	Alta salida Rápido Alta sensibilidad Implementación Fácil	No lineal Rango de temperatura limitado Requiere fuente de corriente Auto calentamiento
Termopar	Implementación simple y fácil Bajo costo Amplio rango de temperaturas	No lineal Bajo voltaje Requiere referencia Baja estabilidad Baja sensibilidad
Rtd (del inglés Resistance temperatura detector)	Alta estabilidad Alta Precisión	Alto costo Lento Requiere fuente de corriente Poco cambio en la resistencia Medida con puente (4 conductores)
IC (del inglés Integrated Circuit)	Alta linealidad Salida alta Bajo costo	Rango de temperaturas limitado Requiere fuente de alimentación Lento Auto calentamiento

Fuente: (Corona, 2014, pág. 175)

8.9.1. Medidores de nivel de líquido.

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura del líquido sobre una línea de referencia, bien la presión hidrostática, bien el desplazamiento producto de un flotador por el propio líquido contenido en el tanque de proceso, bien aprovechando

características eléctricas del líquido o bien utilizando otros fenómenos (CREUS, Antonio, 2011, pág. 195).

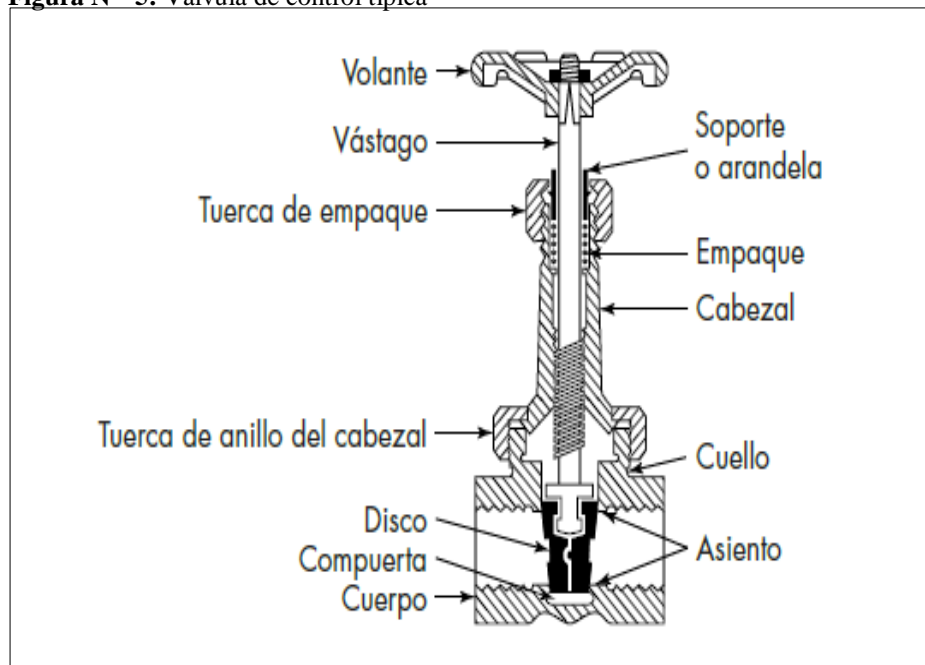
8.9.2. Sensores de nivel

El método más simple para medir de un líquido es sumergir una regla graduada y ver la longitud que queda mojada al extraerla, pero no se presta fácilmente a la automatización. Para obtener una señal eléctrica se puede emplear un flotador con una conexión mecánica que, en virtud del principio de Arquímedes, convierte el desplazamiento de la superficie libre de una fuerza o par, y estos en un Angulo de giro (PALLÁS, Ramón, 2003, pág. 42).

8.9.3. Válvulas de control

En el control automático de los procesos industriales, la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal de fluido de control que modifica, a su vez, el valor de la variable medida, comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador. En la siguiente figura puede verse una válvula de control típica. Se compone básicamente del cuerpo y del servomotor (CREUS, Antonio, 2011, pág. 381).

Figura N° 5: Válvula de control típica



Fuente: (CREUS, Antonio, 2011, pág. 381)

8.10. Características y Parámetros de los Sensores

Respecto a las características generales que presentan los sensores se pueden destacar:

- Son capaces de transformar la medición de una variable física en otra magnitud que sea más fácil de evaluar y procesar.
- Por lo general, proporcionan señales eléctricas, aunque existen sensores que pueden suministrar otros tipos de señales.
- Existen sensores que funcionan por contacto físico (de toque) o sin él (ópticos).

A continuación se enumeran algunos parámetros característicos que definen a cada sensor. Normalmente, la elección de sensor determinado dependerá en gran medida del valor de estos parámetros.

- **Amplitud.-** establece el rango de medición del sensor.
- **Error.-** es la diferencia que existe entre el valor obtenido o medido y el verdadero valor de la variable.
- **Error de linealidad.-** es la desviación máxima de la función de transferencia del sensor en relación con su recta de ajuste.
- **Exactitud.-** representa la concordancia entre el valor medido y el valor real.
- **Factor de escala.-** es la relación que hay entre la señal de salida y variable medida.
- **Fiabilidad.-** es la probabilidad de no generar error.
- **Histéresis.-** la histéresis la variación de trayectoria o recorrido de la medida respecto al aumento o disminución de la misma.
- **Offset.-** este parámetro informa del valor de la salida del sensor cuando la magnitud a medir tiene un valor nulo.
- **Precisión.-** la precisión define la exactitud con la que es capaz de medir el sensor. Se expresa en porcentaje.
- **rango de error.-** es un intervalo de desviaciones en la salida del sensor.
- **Sensibilidad.-** expresa la relación entre la variación de la señal de salida respecto a la

variación de medida (GUERRERO, Ramón, 2012, pág. 22).

8.11. Pantallas interfaz hombre-máquina (HMI)

Los SIMATIC HMI Basic Panels incorporan pantalla táctil para el control básico por parte del operador y tareas de control. Todos los paneles ofrecen el grado de protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y NEMA 4x. (Siemens, 2014, pág. 11).

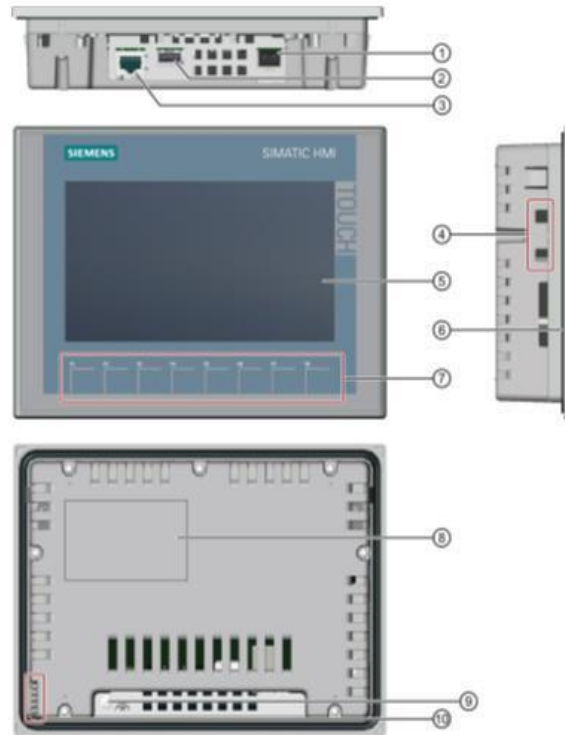
Es importante recalcar que la conectividad mediante cable Ethernet facilita la conexión de la pantalla HMI con el PLC; la programación se lleva a cabo con la nueva versión de software de WinCC en el TIA Portal. Las pantallas HMI poseen un entorno amigable, que puede ser operado por cualquier persona, sin necesidad de poseer conocimientos técnicos de automatización.

Interacción Humano-Máquina (HMI) tiene como objeto de estudio el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos de computación para el uso humano, así como los principales fenómenos que los rodean. Dado que este es un campo muy amplio, han surgido áreas más especializadas, entre las cuales se encuentran diseño de interacción o de interfaces de usuario, arquitectura de información y usabilidad. El diseño de interacción se refiere a la creación de la interfaz de usuario y de los procesos de interacción.

La arquitectura de información apunta a la organización y estructura de la información brindada mediante el software. La usabilidad se aboca al estudio de las interfaces y aplicaciones con el objeto de hacerlas fáciles de usar, fáciles de recordar, fáciles de aprender y eficientes con bajo coeficiente de error en su uso y que generen satisfacción en el usuario.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control, con la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática.

Desde fines de la década de los '90, la gran mayoría de los productores de sistemas PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA. Y muchos de ellos utilizan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios, que han permitido masificar este tipo de sistemas



y ponerlos al alcance de las pequeñas empresas (Narvaes Vicente, 2013, pág. 43).

Figura N° 6: Pantalla HMI

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Conexión para la fuente de alimentación | 6. Junta de montaje |
| 2. Puerto USB | 7. Teclas de función |
| 3. Interfaz PROFINET | 8. Placa de características |
| 4. Escotaduras para tensionador | 9. Conexión para tierra funcional |
| 5. Pantalla táctil | 10. Guía para tiras rotulables |

Fuente: Controlador programable S7-1200. Manual de sistema. (Siemens, 2015)

8.11.1. Funciones De Un Software HMI

a. Monitoreo.- Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permiten una lectura más fácil de interpretar.

b. Supervisión.- Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

c. Alarmas.- Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.

d. Control.- Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

e. Históricos.- Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos (DE LA CRUZ , Monica , 2013, pág. 35).

8.12. Calentadores de agua

Un calentador de agua es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos del agua caliente están los domésticos y comerciales para la limpieza, las duchas, cocinar o la calefacción. A nivel industrial los usos son muy variados tanto para el agua caliente como para el vapor de agua.

8.12.1. Tipos de Calentadores de Agua

Los tipos de calentadores de agua más conocidos son:

- Calentador de punto
- Calentador de paso (sin depósito)
- Calentador de acumulación

El tipo de calentador y el tipo de combustible a seleccionar depende de muchos factores como la temperatura del agua que se desea alcanzar, disponibilidad local del combustible, costo de mantenimiento, costo del combustible, espacio físico utilizable, caudal instantáneo requerido, clima local, y costo del calentador

8.12.2. Calentadores de punto

Estos calentadores son dispositivos muy pequeños instalados a poca distancia del lugar donde se requiere el agua caliente. Son alimentados con electricidad y se activan automáticamente por flujo o manualmente con un interruptor. Su uso se reduce a unas pocas aplicaciones comerciales o domésticas.

8.12.3. Calentadores de paso

Son también llamados calentadores instantáneos o calentadores de flujo, los modelos eléctricos tienen un reducido tamaño y los modelos de gas natural o GLP son más grandes. Son unidades que están apagadas, sin consumir energía, un sensor de flujo se activa cuando detectan circulación de agua e inician su procedimiento de calentamiento.

8.12.4. Calentadores de acumulación

Poseen un tanque donde acumulan el agua y se calienta hasta alcanzar una temperatura seleccionada en su termostato. La capacidad de su depósito es muy variable y va desde los 15 litros hasta modelos de 1000 L. Utilizan como energía gas natural, gas propano (GLP), electricidad, carbón, luz solar, madera o kerosén. Para la selección del tamaño se debe considerar la cantidad de agua caliente que se pueda requerir en determinado momento, la temperatura de entrada del agua y el espacio utilizable (QUIÑONES, Castro, 2013, pág. 10).

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿De qué manera influirá en los estudiantes la implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico?

Para la validación de esta hipótesis se utilizó como referencia la siguiente pregunta de la encuesta realiza a estudiantes de la carrera la misma que me permitió realizar la verificación de la hipótesis.

¿Cree usted que con la implementación de un módulo didáctico facilitará el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes?

9.1 Comprobación de la Hipótesis

Para realizar el cálculo de la hipótesis general se utilizó las siguientes herramientas

1. Diseño Experimental
2. El Chi- cuadrado: este análisis se realizó después fundamentado con las encuestas antes y después de la implementación y desarrollo de la práctica de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC S7-1200 para simular el control de temperatura de un calentador de agua eléctrico.

Formula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} =$$

$X^2_{calculado} > X^2_{tabla}$ = Se rechaza la hipótesis nula H_0 (dependencia entre las variables)

$X^2_{prueba} < X^2_{tabla}$ = Aceptar hipótesis nula H_0 (independencia de Variables)

9.1.1 Comprobación de la Hipótesis

La implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico mejorará el nivel académico de los estudiantes. Para la comprobación de la hipótesis general se utilizó la pregunta 6 de las encuestas realizadas a los estudiantes como referencia para el cálculo.

PASO 1: establecer la hipótesis nula y la hipótesis alternativa

Hipótesis Nula (H_0)

La hipótesis nula (H_0) la implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico. No mejorará el nivel académico de los estudiantes.

Hipótesis alternativa (H_1)

La hipótesis alternativa de investigación (H_1) La implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico. Si mejorará el nivel académico de los estudiantes.

PASO 2: Determinación de los valores observados y esperados.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Se obtuvieron los siguientes resultados luego de tabular las encuestas de los 240 estudiantes que se realizó la encuesta, los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 6: valores observados en la hipótesis general.

Resultados obtenidos			
	Antes	Después	Total
Si	150	230	380
No	90	10	100
Total	240	240	480

Fuente: encuestas

Elaborado por: Mera Santana Luis Rene, 2017.

Tabla 7: valores esperados en la hipótesis general.

Resultados esperados			
	Antes	Después	Total
Si	180	180	360
No	60	60	120
Total	240	240	480

Fuente: encuestas

Elaborado por: Mera Santana Luis Rene, 2017.

Una vez obtenido los resultados esperados el siguiente paso es determinar el valor de Chi X^2 calculado para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$X^2 = \sum_{I=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{IJ})^2}{E_{ij}} = X^2 \text{ calculado} = 80.84$$

Determinar el valor de X^2 tabla para lo cual se necesita conocer los grados de libertad (gl) y el nivel de significancia que es del 5% es decir 0,05 para determinar los grados de libertad.

gl= 1

Por lo tanto buscando en la tabla del chi cuadrado el valor para X^2 tabla.

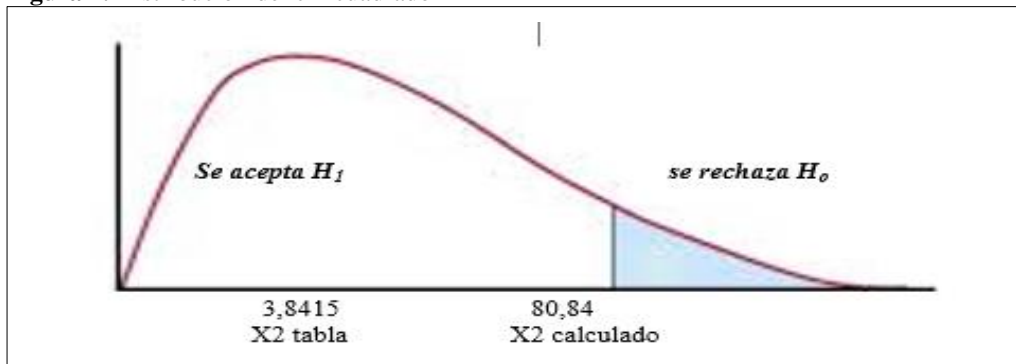
X^2 tabla =3,8415

Resultado obtenido:

X^2 calculado = 13.3929 > X^2 tabla = 3,84 Se rechaza la hipótesis nula H_0

$$X^2 \text{ calculado} = 90 > X^2 \text{ tabla} = 3,84$$

Figura 7. Distribución del chi cuadrado



Fuente: Encuestas

Elaborado por: Luis Rene Mera, 2017

Análisis:

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo del chi cuadrado de la tabla y el chi cuadrado calculado podemos llegar a la siguiente conclusión.

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 de investigación.

La implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico. Si mejorara el nivel académico de los estudiantes, con un nivel de significancia del 5% en la prueba de chi cuadrado X^2

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Investigación de Campo

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados, son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas y educativas en estructuras sociales reales y cotidianas. (Bermeo, 2011).

(LÓPEZ, 2010, pág. 88), define: “La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

Según (SÁNCHEZ, 2014, pág. 141) “Es una técnica de acopio de datos, que consiste en registrar el comportamiento del grupo o individuos y recolectar sus necesidades” Técnica que a través de los sentidos permite captar la situación de los estudiantes, tiene como objetivo recolectar información sobre los aspectos de mayor interés para su posterior análisis e interpretación, con la finalidad de llegar a conclusiones valideras para una adecuada toma de decisiones.

10.2. Investigación Bibliográfica-Documental

Es aquella búsqueda en documentos escritos o narrados por expertos en el tema sobre el cual queremos conocer más. Al recopilar la información obtenida en ellos, se pueden comenzar a analizar de forma tal, que podamos determinar hacia dónde nos orienta la información que hayamos, es decir, si necesitamos profundizar más hacia un tema en específico, si hay algún tema nuevo sobre el cual podemos comenzar a indagar. (Lisi, 2012).

Según el autor (LÓPEZ, 2010, pág. 87), define: “el diseño bibliográfico, se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables. Cuando opta por este tipo de estudio, el investigador utiliza documentos, los recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes.”

10.3. Métodos de Investigación

10.3.1. El método inductivo

Conjuntamente con el anterior es utilizado en la ciencia experimental. Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, lo cual es como admitir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado. (Cegarra Sánchez, 2012).

10.3.2. El método deductivo

Permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales. El método deductivo parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir: parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El razonamiento deductivo constituye una de las principales características del proceso de enfoque cuantitativo de la investigación. (Carvajal, 2013).

10.4. Técnicas de Investigación

10.4.1. La Entrevista

Es una técnica para obtener datos que consisten en un diálogo entre dos personas: El entrevistador "investigador" y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de este, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación. La entrevista es una técnica antigua, pues ha sido utilizada desde hace mucho en psicología y, desde su notable desarrollo, en sociología y en educación. De hecho, en estas ciencias, la entrevista constituye una técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo serían muy difíciles conseguir. (Galvez., 2013).

10.4.2. La Encuesta

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. (Galvez., 2013)

10.5. Diseño experimental

Tabla 8: Técnicas e instrumentos

Nº	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Encuestas	Cuestionario
2	Entrevistas	Test

Elaborado por: Mera Santana Luis René

Tabla 9: Diseño experimental

Agente y/o Tecnologías	Técnicas, espacios de trabajo y difusión	Población	Cantidad Total
Población	Encuesta	240	240
Docentes	Entrevista	7	7
TOTAL		247	

Elaborado por: Mera Santana Luis René

10.6. Población

El universo que se tomó en consideración para la realización de las encuestas fueron los 240 estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El hardware requerido para el presente proyecto se divide principalmente en tres partes: la primera que consta de una tarjeta dentro de la cual se realiza el proceso de acondicionamiento de las termocuplas para obtener señales de voltaje de 0 a 10v, de tal suerte que éstas puedan ingresar en los canales analógicos del PLC. La segunda parte compete al PLC en si el cual se encargará del manejo de los controladores para enviar la señal hacia el actuador, y por último el actuador que será una válvula de apertura y cierre proporcional.

El hardware necesario para el funcionamiento del sistema de control automático del calentador de agua, para lo cual se procederá al dimensionamiento de los elementos necesarios para la elaboración de las tarjetas y del actuador de la válvula, y de igual forma los diseños eléctricos y electrónicos de los mismos.

11.1. Tarjeta de acondicionamiento de señales

11.1.1. Acondicionamiento de señales de termocuplas

El proceso de instrumentación del control automático se dividirá en dos etapas, una dedicada a la obtención de la temperatura adecuada dentro del calentador, para lo cual se utilizaran 2 termocuplas ubicadas en la superficie de pared del mismo y otra ubicada dentro del serpentín la cual se encarga de medir la temperatura del vapor de agua.

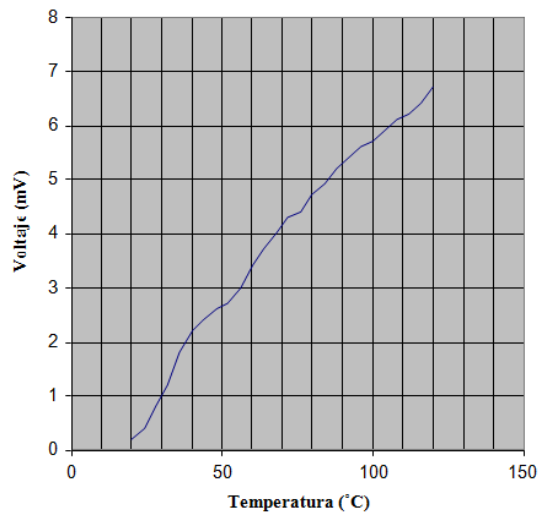
Se esperan valores entre los milivoltios para la salida de las termocuplas, por lo cual se ha diseñado un amplificador de señal que permita estandarizar los valores de voltaje de 1 a 10v, de tal manera que éstos puedan ingresar a las entradas analógicas del PLC.

Podemos ver que la linealidad de los valores de temperatura con respecto al voltaje corresponde a las características de la termocupla tipo J, que es aproximadamente de 2 grados centígrados por cada milivoltio.

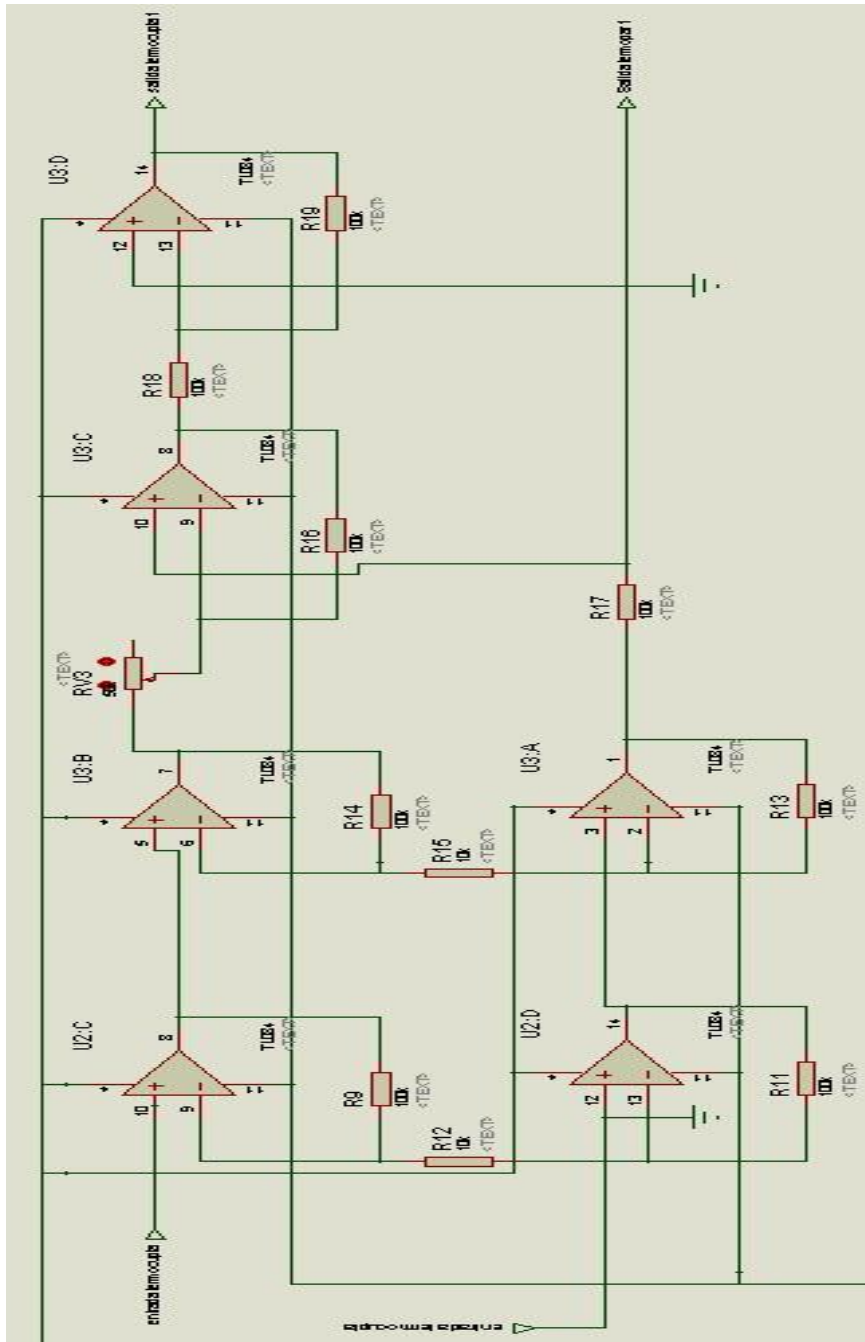
Los valores analógicos para la termocupla ubicada dentro del tanque (Tipo J) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores de voltaje termocupla tipo J

Temperatura(°c)	Voltaje(mV)
120	6,7
116	6,4
112	6,2
108	6,1
104	5,9
100	5,7
96	5,6
92	5,4
88	5,2
84	4,9
80	4,7
76	4,4
72	4,3
68	4
64	3,7
60	3,4
56	3
52	2,7
48	2,6
44	2,4
40	2,2
36	1,8
32	1,2
28	0,8
24	0,4
20	0,2

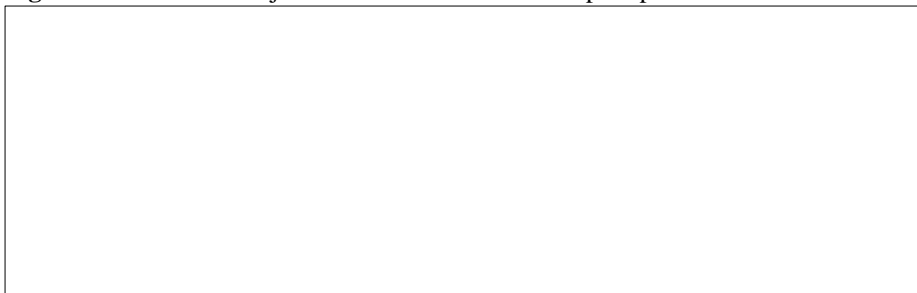
Temperatura vs Voltaje

Elaborado por: Mera Santana Luis René



El circuito de acondicionamiento se muestra en la figura:

Figura 8: Circuito de tarjeta acondicionadora termocupla tipo J



Este circuito permite la amplificación de los voltajes emitidos por las termocuplas que van desde 0.0mV en cero grados hasta 6.7mV en 120 grados para una salida de 0 a 10v. después de la etapa de amplificación; pese a los bajos valores de voltaje este circuito permite eliminar la inserción de ruidos por acoplamiento de impedancias debido a la impedancia infinita característica de los amplificadores operacionales. Además ,la amplificación se ha dividido en cuatro etapas, la amplificación tendiendo las dos primeras una ganancia aproximada de 10, la tercera, presenta ganancia variable mediante un potenciómetro para estandarizar la salida de voltaje hasta el valor deseado, y la última etapa es un inversor con ganancia de uno, que permita obtener a la salida valores de voltaje positivo. Para el diseño del amplificador tenemos las siguientes ecuaciones:

V_a = Voltaje de termocupla 1

V_b = Voltaje de termocupla 2 referido a tierra

V_{ab} = Voltaje de termocupla

$$V_1 = V_a \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) - V_b \left(\frac{R_1}{R_2}\right)$$

Donde $R_1=100K\Omega$. y $R_2= 10K\Omega$.

Para tener una ganancia de 11

Pero como $V_b = 0$, referido a tierra tenemos:

$$V_1 = V_a \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

$$V_1 = 11V_a$$

Para la segunda etapa de amplificación de igual manera:

$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$$

Donde $R_3 = 100K\Omega$. y $R_4 = 10K\Omega$.

$$V_2 = 11V_1$$

Hasta esta segunda etapa tenemos una amplificación de 121 veces el valor inicial del valor de voltaje de la termocupla, ahora para normalizar la salida a 10v. tomamos el

valor máximo de temperatura (120v), es decir 6,7 mV y variamos el potenciómetro de la tercera etapa de amplificación para obtener el valor deseado en la salida del operacional. Con un valor de 8,54Ω.

$$V_{out} = -V_2 \left(\frac{R_5}{R_6} \right)$$

Donde R5=10KΩ.(potenciómetro) y R6=100KΩ.

Finalmente se tiene en la última etapa, un amplificador inversor de ganancia uno, de esta manera se consigue un voltaje positivo en la salida.

$$V_{out} = G_1 \times G_2 \times G_3 \times G_4$$

$$V_{out} = 6.7mV(11 \times 11 - 11.7 - 1)$$

$$V_{out} = 9.5V.$$

De esta manera tenemos los valores normalizados de voltaje de la siguiente manera: (Recuérdese que los valores teóricos de amplificación cambian en función de la tolerancia propia de cada una de las resistencias utilizadas para el diseño, es por este motivo que se utiliza un potenciómetro en la etapa final de amplificación para normalizar la salida al valor deseado de 10 v.)

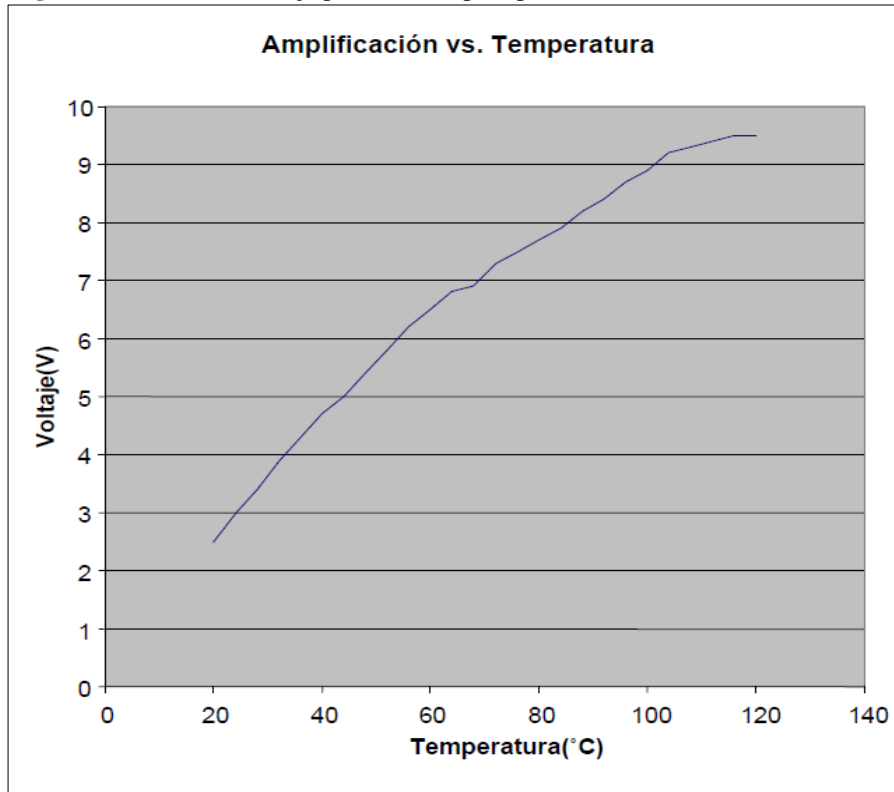
Tabla 11. Valores de voltaje para termocupla tipo J

Temperatura(°c)	Voltaje(mV)
120	9,5
116	9,5
112	9,4
108	9,3
104	9,2
100	8,9
96	8,7
92	8,4
88	8,2
84	7,9
80	7,7
76	7,5
72	7,3
68	6,9
64	6,8
60	6,5
56	6,2
52	5,8
48	5,4

44	5
40	4,7
36	4,3
32	3,9
28	3,4
24	3
20	2,5

Elaborado por: Mera Santana Luis René

Figura 9: Valores de voltaje para termocupla tipo J



Elaborado por: Mera Santana Luis René

Para la segunda termocupla se realiza un procedimiento similar al anterior obteniéndose los siguientes datos. (Esta termocupla es de tipo K por lo que los valores de voltaje son diferentes a la del tipo J, además, ésta no se encuentra provista por el capuchón metálico haciéndola más sensible a los cambios repentinos de temperatura)

Tabla 12. Valores de voltaje termocupla tipo K.

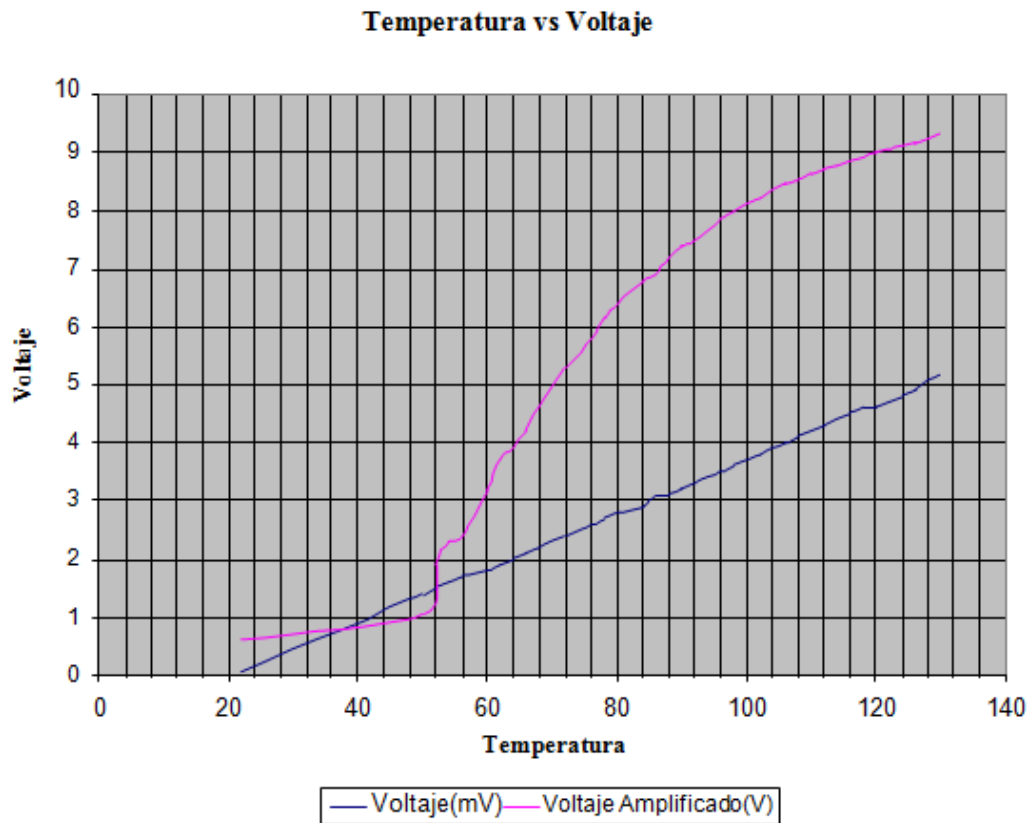
Temperatura(°c)	Voltaje(mV)	Voltaje Amplificado(V)
130	5,20	9,33
128	5,10	9,25
126	4,90	9,17
124	4,80	9,12
122	4,70	9,05
120	4,60	9,00

118	4,60	8,92
116	4,50	8,86
114	4,40	8,78
112	4,30	8,71
110	4,20	8,64
108	4,10	8,53
106	4,00	8,47
102	3,80	8,21
100	3,70	8,11
98	3,60	7,98
96	3,50	7,85
92	3,30	7,50
90	3,20	7,40
88	3,10	7,20
86	3,10	6,90
84	2,90	6,80
80	2,80	6,42
78	2,70	6,16
76	2,60	5,80
72	2,40	5,30
68	2,20	4,60
66	2,10	4,20
64	2,00	3,90
62	1,90	3,70
60	1,80	3,19
56	1,70	2,40
54	1,60	2,30
52	1,50	1,90
50	1,40	1,05
22	0,06	0,60

Elaborado por: Mera Santana Luis René

Figura 10. Valores de voltaje termocupla tipo K





Elaborado por: Mera Santana Luis René

Los datos técnicos son dotados por los fabricantes de los equipos los cuales brindan información importante para la instalación de los equipos que forman parte del modular de simulación. Los datos técnicos a continuación son los del PLC Simatic S7-1200 y del software TIA portal V14.

11.1.2. PLC Simatic S7-1200.

El controlador compacto Simatic S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. El controlador S7-1200 compacto incluye:

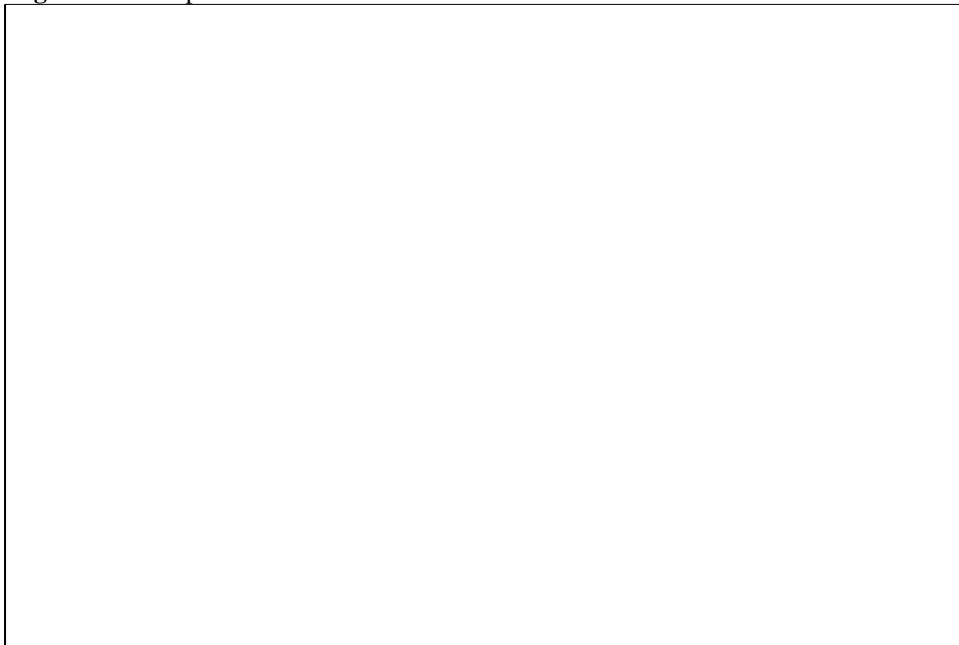
- PROFINET incorporado

- E/S rápidas aptas para el control de movimiento, entradas analógicas integradas para minimizar el espacio requerido y excluir la necesidad de E/S adicionales, 2 generadores de impulsos para aplicaciones de ancho de impulso y hasta 6 contadores rápidos
- E/S integradas en los módulos CPU que ofrecen entre 6 y 14 entradas y entre 4 y 10 salidas
- Módulos de señales para DC, relé o E/S analógicas amplían el número de E/S, mientras que las innovadoras Signal Boards integradas en el frontal de la CPU proporcionan entradas y salidas adicionales.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

Figura 11: Componentes de un enlace de datos



Fuente: Manual del Fabricante

1. Conector de corriente.
2. Ranura para memory card (debajo de la tapa superior).
3. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
4. LEDs de estado para las E/S integradas.
5. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Tabla 13: Características del CPU 1212c.

Función		CPU 1212C
Dimensiones físicas mm		90x100x75
Memoria de Usuario	Trabajo	25KB
	Carga	1MB
	Remanente	2KB
E/S integradas locales	Digital	8 entradas/ 6 salidas
	Analógico	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entrada (I)	1024 bytes
	Salida (Q)	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (CB)		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3
Contadores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz
	Fase cuadratura	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40°C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernt
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 µs/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 µs/ instrucción

Fuente: Manual del Fabricante

El PLC S7-1200 ha sido diseñado para un fácil montaje. Tanto montado sobre un panel como sobre un perfil DIN normalizado, su tamaño compacto permite optimizar el espacio. Cada CPU, SM, CM y CP admite el montaje en un perfil DIN o en un panel. Se utilizó los clips del

módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel.

Tabla 14: Dimensiones de montaje

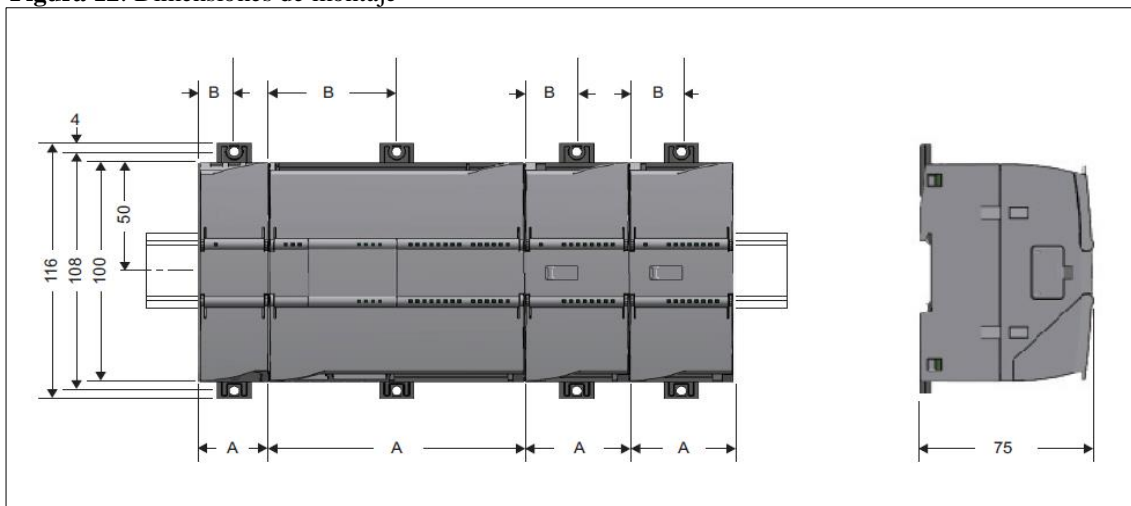
Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU	1212C	90mm	45mm
Módulos de señales	Digital de 8 y 16 E/S, analógico de 2, 4 y 8 E/S, termopar de 4 y 8 E/S, RTD de 4 E/S	45mm	22.5mm
	Analógico de 16 E/S, RTD de 8 E/S	70mm	35mm
Interfaces de comunicación	CM 1241 RS232, CM 1241 RS485	30mm	15mm
	CM 1243-5 PROFIBUS maestro, CM 1242-5 PROFIBUS	30mm	15mm
	CP 1242-7 GPRS	30mm	15mm
	Teleservice adapter IE Basic	30mm	15mm
		30mm	15mm

Fuente: Manual del Fabricante.

A la hora de planificar una instalación se debe tomar las siguientes directrices:

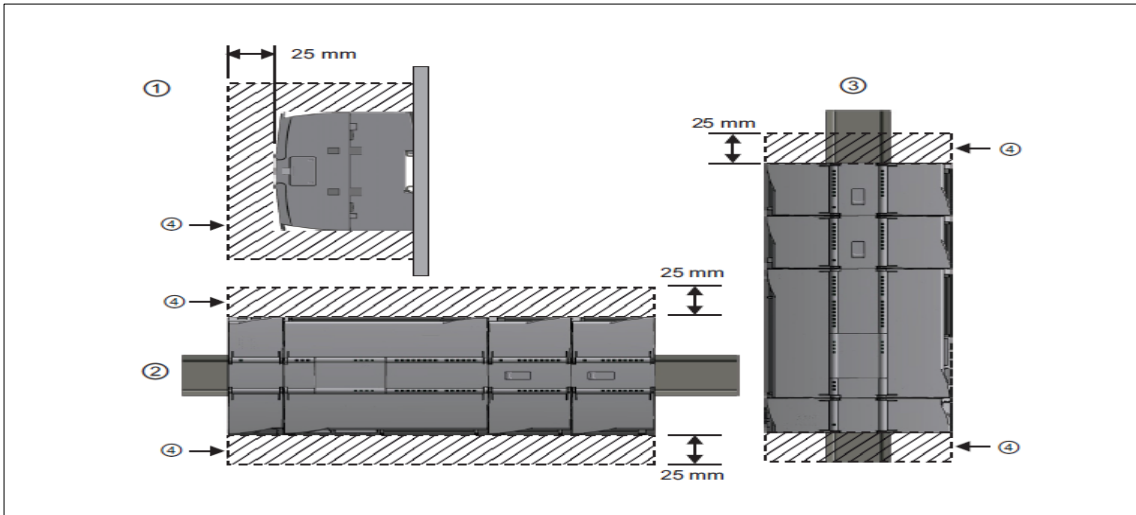
- Alejar los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.
- Procurar espacios suficientes para la refrigeración y el cableado, es preciso disponer de una zona de disipación de 25mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

Figura 12: Dimensiones de montaje



Fuente: Manual del Fabricante

Figura 13: Espacio libre necesario



Fuente: Manual del Fabricante

1. Vista lateral
2. Montaje horizontal
3. Montaje vertical
4. Espacio libre

11.1.3. Simatic Step 7 Basic V11 Sp2.

STEP 7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla. STEP 7 proporciona lenguajes de programación estándar, que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas.

- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra.
- SCL (structured control language) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleará dicho bloque. El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación.

Requisitos del sistema.

Para instalar el software STEP 7 en un equipo con el sistema operativo Windows XP o Windows 7, es preciso iniciar la sesión con derechos de administrador.

STEP 7 proporciona un entorno de fácil manejo para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto).

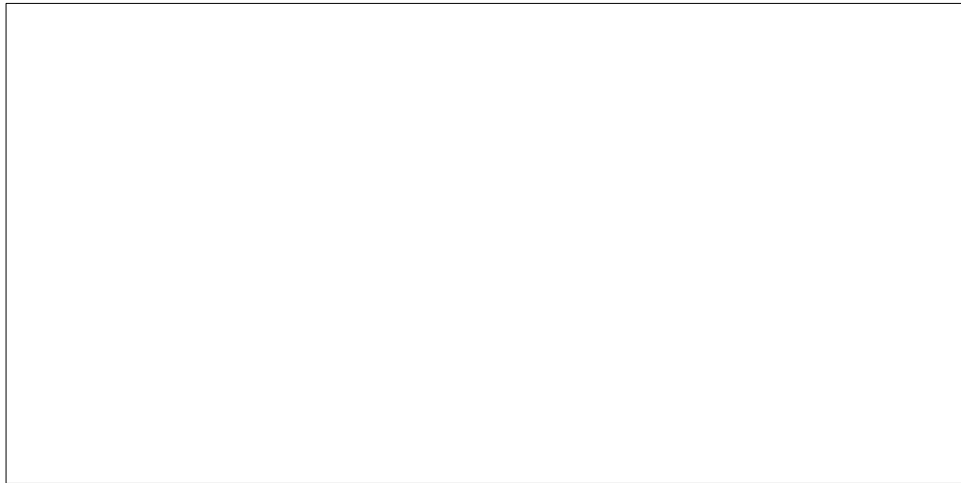
Tabla 15: Requisitos de instalación

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1GB
Espacio disponible en el disco duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> • Windows XP Professional SP3 • Windows 2003 Server R2 StdE SP2 • Windows 7 Home Premium (solo STEP 7 Basic, no compatible con STEP 7 Professional) • Windows 7 (Professional, Enterprise, Ultimate) • Windows 2008 Server StdE R2
Tarjeta gráfica	32 MB RAM Intensidad de color de 24 bits

Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

Fuente: Manual del Fabricante.

Figura N° 14: Vista del portal



Fuente: Manual del Fabricante.

1. Portales para las diferentes tareas
2. Tareas del portal seleccionado
3. Panel de selección para la acción seleccionada
4. Cambia a la vista del proyecto

El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

Figura 15: Vista del proyecto

Fuente: Manual del Fabricante

1. Menús y barra de herramientas
2. Árbol del proyecto
3. Área de trabajo
4. Task cards
5. Ventana de inspección
6. Cambia a la vista del portal
7. Barra del editor

Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. La ventana de inspección, por ejemplo, muestra las propiedades e información acerca del objeto seleccionado en el área de trabajo. Si se seleccionan varios objetos, la ventana de inspección muestra las propiedades que pueden configurarse. La ventana de inspección incluye fichas que permiten ver información de diagnóstico y otros mensajes.

11.2. Selección de Elementos

Tabla 16: Selección de elementos

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	RANGO
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB	ASUS	CORE i5	NA
2	Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFÁSICO	SIEMENS	1LE0142-0DA86-4AA4-Z	1HP
3	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	FMOLINA	SIMILAR LAB	1.60X1.60
4	PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color	SIEMENS	6AV2123-2DB03-0AX0	pantalla de 4"
5	Fuente de poder siemens logo power	SIEMENS	6EP1332-1S H43	2.5A
6	Switch industrial ethernet csm 1277	SIMATIC	6GK7277-1AA10-0AA0	4 PUERTOS
7	Plc s7 1200 + envio de material	SIEMENS	6ES7212-1BE40-0XB0	CPU 1212C
8	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELÉ	SIEMENS	6ES7222-1BF32-0XB0	RELÉ
9	Guarda motor	SIEMENS	3RV2021-4CA10	7-10 ^a
10	VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	SIEMENS	6SL3211-0AB21-5UA1	1HP
11	Relés térmicos	SIEMENS	3RU2116-1HB0	4.5-6.3A
12	Breaker 2 polos y 3 polos	SIEMENS	5SL32167	6 A, 230/400VAC
13	Borneras push	PHOENEX C	DE4 ACOPLERÁPIDO	16-18 AWG
14	Contactador bobina 220vac	SIEMENS	3RT2015-1AP01	9 ^a
15	Contactos auxiliar	SIEMENS	3RH2122 - 1AP00	2NO+2NC
16	Canaleta 40x40	DEXSON	RANURADA	40X40
17	Borneras de distribución	CGH	PARA RIEL 4 LINEAS	4 LINEAS
18	Plup de 4 entradas			
19	Terminales tipo punta	CAMSCO		#14-18 AWG
20	Cable flexible	ELECTCABLE	1X1C	16/18 AWG
21	Cable utp			ROLLOS
22	Riel din			
23	Canaleta 30x25	CAMSCO	RANURADA	30X25
24	Conductor		1X4C	12AWG
25	Toma corriente trifásico + g			TRIFÁSICO
26	Semáforo indicador	CAMSCO		5W 220AC
27	Enchufe trifásico + g			TRIFÁSICO

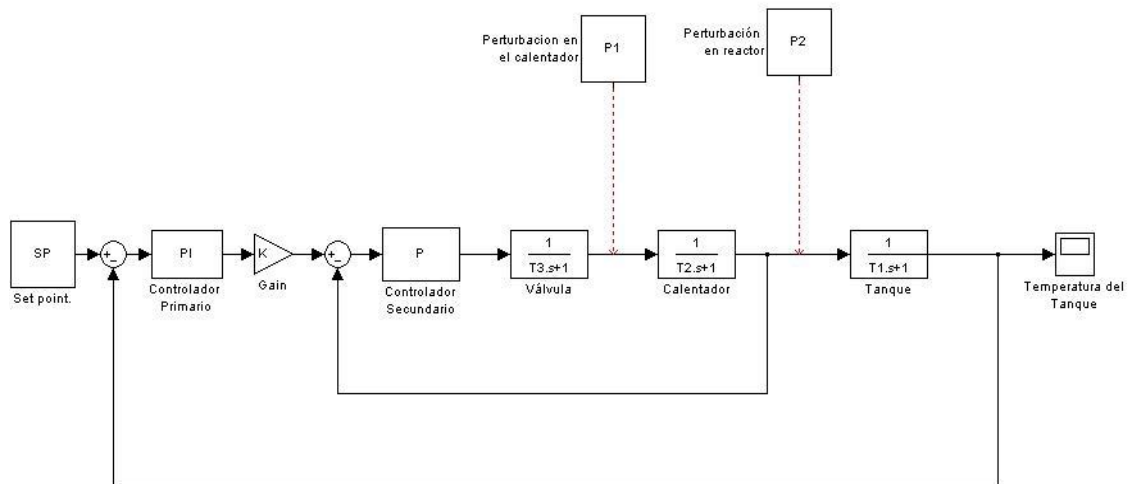
Elaborado por: Mera Santana Luis René

11.3. Programación del PLC

Para la programación del PLC se tiene que realizar algunos pasos los cuales se presentan a continuación.

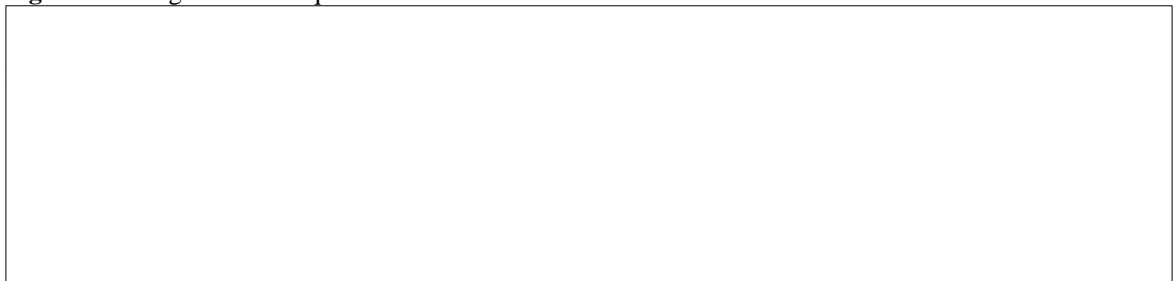
- Determinar el problema.
- Realizar un algoritmo de solución, describiendo todas las operaciones que deben realizarse.
- Codificar las operaciones previamente establecidas en en algoritmo de solución.
- Cargar el programa realizado al PLC.
- Utilizar el programa, revisar que el programa cumpla con lo establecido y así poder dar solución al problema planteado.

Para obtener el control deseado se han implementado dos lazos de control, el primero (Lazo primario), que corresponde a un controlador de tipo Integral/Proporcional cuyo set point es fijado por el usuario, y comparado con la temperatura de la reacción; éste emite una señal la misma que pasa a ser la referencia, del segundo controlador (Lazo secundario) de tipo proporcional (esto para asegurar una respuesta más rápida que el controlador primario), el cual sensa la temperatura dentro del serpentín es decir la

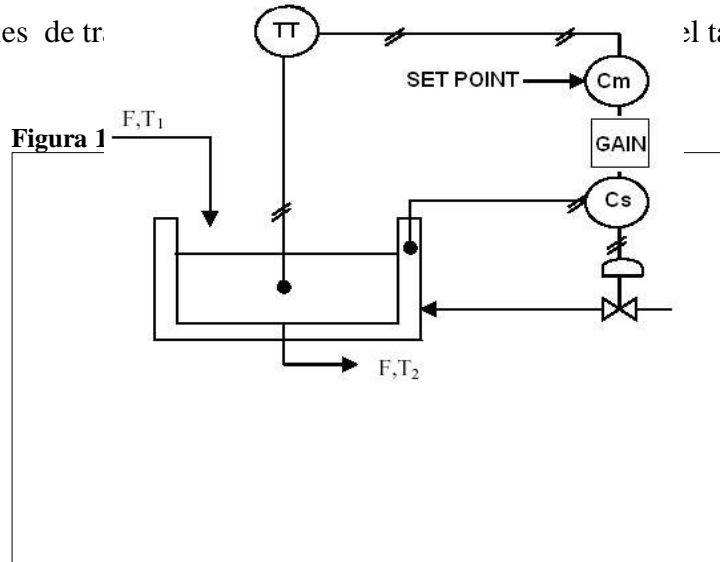


temperatura del vapor.

Figura 16: Diagrama de bloques del control en cascada

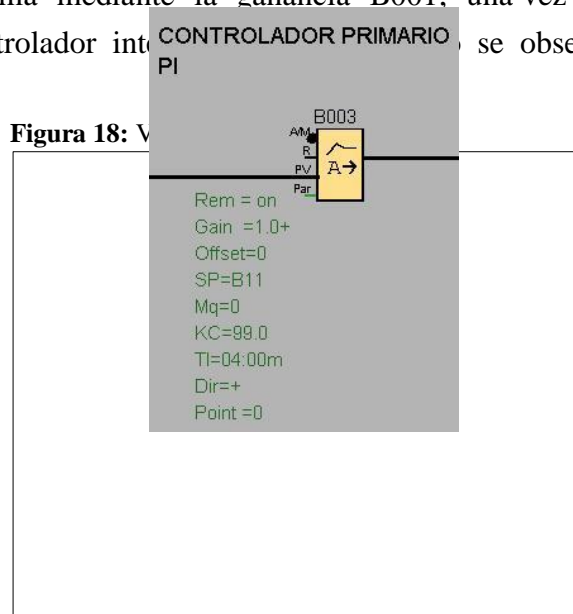


En la figura a continuación se muestra el esquema de control para el control del flujo de vapor a través del serpentín. El comportamiento del serpentín fue aproximado al de una chaqueta (usada para calentar o enfriar el contenido) esto debido a que se pretende tener un ejemplo de modelo lo más general posible, además las diferencias en el comportamiento térmico son mínimas, ya que se toman como parámetros condiciones ideales de tr.



Elaborado por: Mera Santana Luis René

En lo que se refiere al programa del PLC, tenemos dos bloques: el primero consta de una entrada análoga cuya señal es recibida desde el circuito acondicionador de la termocupla dentro del reactor, debido a que la entrada de éste es de 0 a 10v, se acondiciona la misma mediante la ganancia B001; una vez obtenida la señal deseada ésta ingresa al controlador interno, se observa en la figura.



Elaborado por: Mera Santana Luis René

K_c = constante proporcional

T_i = tiempo de integración

S_p = referencia (Ingreso a través de teclado)

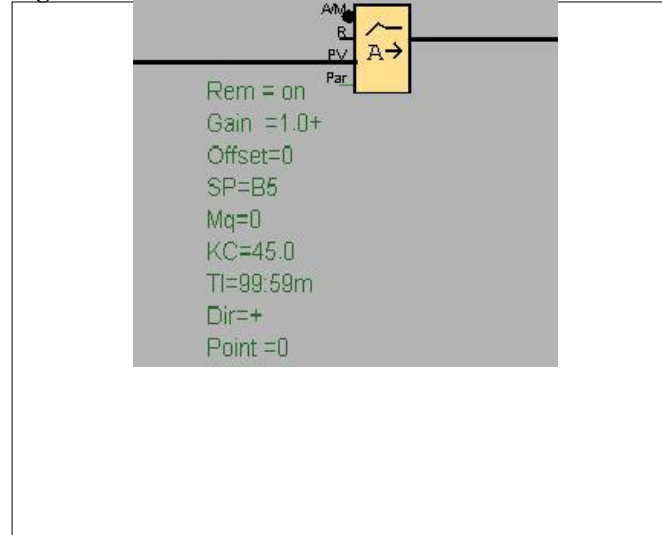
M_q = salida del PI

A/M = modo de salida manual/automático (Función automática seleccionada)

PV = señal a compararse

La salida de este controlador pasa a través del bloque B002 para nuevamente acondicionar la señal de tal manera que la salida del PI, pueda ser considerada como el set point del controlador proporcional; de esta manera se tiene un valor que cambie desde 0 hasta 150 después del amplificador. Para el lazo secundario de igual manera se tiene una entrada analógica desde la salida del circuito acondicionador de la termocupla ubicada en el serpentín encargada de sensar la temperatura del vapor de agua, ésta también será tratada por el amplificador B004. En esta configuración se tiene el controlador de tipo proporcional:

Figura 19:



Elaborado por: Mera Santana Luis René

K_c = constante proporcional

T_i = tiempo de integración infinito

S_p = referencia (salida del PI acondicionada desde el bloque B005)

M_q = salida del P

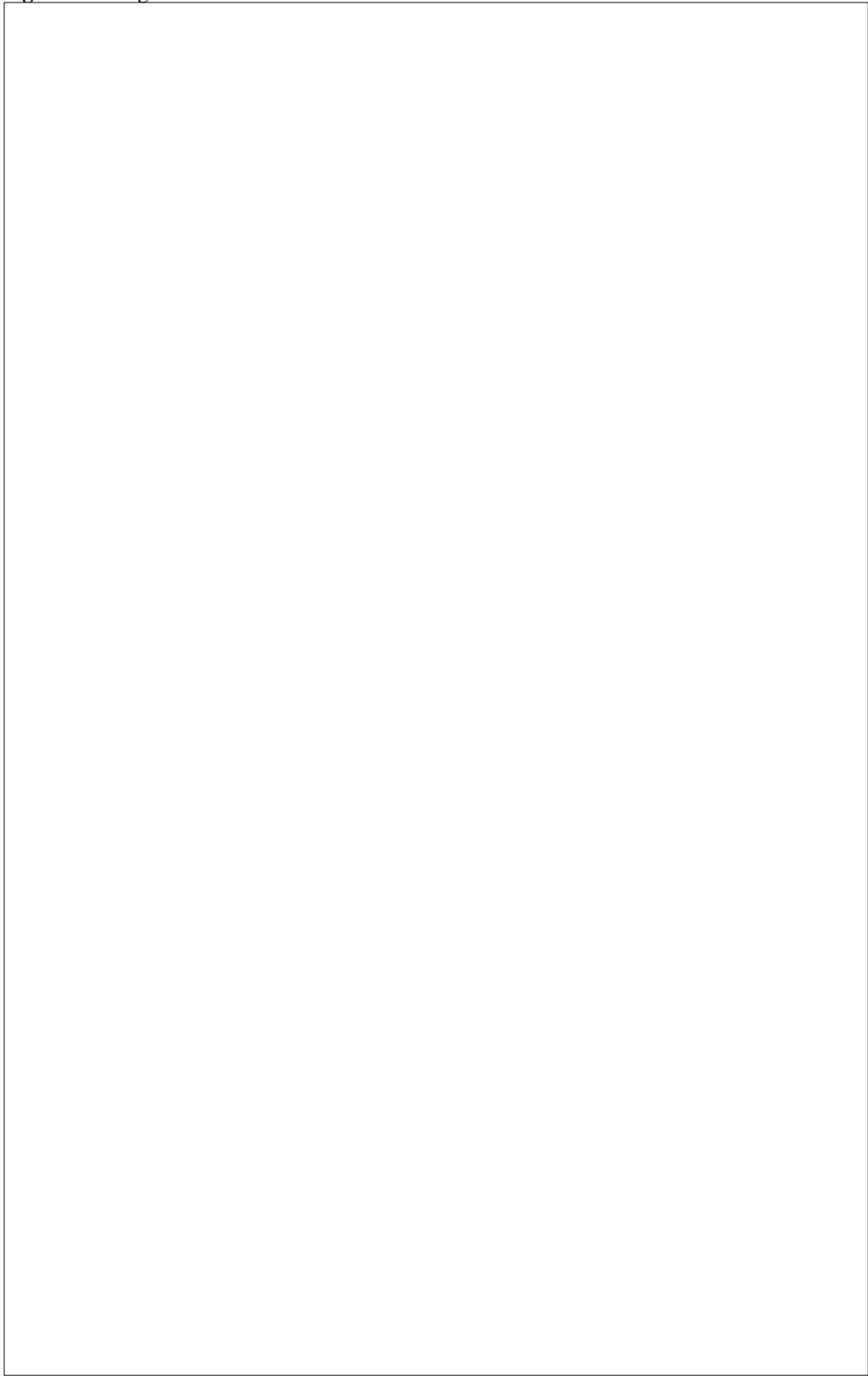
A/M = modo de salida manual/automático (Función automática seleccionada)

PV = señal a compararse

Por último se tiene el bloque B005, que estandarizan la salida para tener un voltaje

de 0V. a 10V. en AQ1.

Figura 20: Programa de control de calentamiento



Elaborado por: Mera Santana Luis René.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Mediante la ejecución del proyecto, se obtiene medidas objetivas de solución de problemas ambientales así como también la afectación de la misma, para ello es necesario promover tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente, desarrollar diálogos ambientales participativos, evitar al máximo el uso de productos biodegradables, evitar la erosión de la superficie terrestre, contaminación de aguas y control de desechos industriales, protegiendo además la flora y la fauna nativa. Por medio de la elaboración de un módulo didáctico se ayuda a la sociedad a disminuir el consumo de energía, dejando de lado los tradicionales sistemas de control, el mismo que consume mucha más energía y puede sobre calentar los conductores de tanto uso.

Es también una manera de proteger la naturaleza, misma que debe mantener armonía con los aspectos sociales, económicos y culturales. En el sitio del proyecto no se encuentran valores históricos y/o culturales por lo que no afecta al aspecto socio cultural tanto de la universidad como de la localidad. Positivamente se mejora los procesos eléctricos a los cuales sea sometidos los pasajeros y tiene contacto con el consumo de energía, y de una u otra manera podía afectar al ambiente o a la persona que trabaja expuesta constantemente a la emanación de humo, y con la implementación evitar este inconvenientes en el área de trabajo. El funcionamiento y los elementos que comprenden la máquina hacen que esta sea de fácil manipulación y de rápido accionamientos para los procesos destinados.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 17: Presupuesto del proyecto

Item	Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB	U	1	700,00	700,00
2	Mueble computador	U	1	30,00	30,00
3	Bornera de motores, presotopas, terminales ojo, cable concéntrico	U	2	10,00	20,00
4	Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO	U	2	150,00	300,00
5	Bases motor, madera, pintura, soporte	U	2	5,00	10,00
6	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	U	1	600,00	600,00
7	PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color	U	1	710,00	710,00
8	Fuente de poder siemens logo power	U	1	115,00	115,00
9	Switch industrial ethernet csm 1277	U	1	240,00	240,00
10	Plc s7 1200 + envío de material	U	1	473,00	473,00
11	Módulo de salidas analógicas sb 1232	U	1	208,00	208,00

12	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE	U	2	208,00	416,00
13	Guarda motor	U	1	73,87	73,87
14	Variador De Frecuencia SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	U	1	338,00	338,00
15	Relés térmicos	U	2	39,94	79,88
16	Breaker 2 polos	U	1	19,70	19,70
17	Breaker 3 polos	U	2	32,50	65,00
18	Borneras push in	U	105	1,52	159,60
19	Finales de bornera	U	13	1,25	16,25
20	Separadores pequeños	U	10	1,28	12,80
21	Separadores medianos	U	7	1,28	8,96
22	Puentes de borneras	U	6	1,28	7,68
23	Contactador bobina 220vac	U	4	22,23	88,92
24	Contactos auxiliar	U	2	27,34	54,68
25	CANALETA 25x60	U	1	11,60	11,60
26	Canaleta 25x40	U	1	7,50	7,50
27	Canaleta 40x40	U	4	5,60	22,40
28	Bornera de tierra	U	1	5,76	5,76
29	Borneras de distribución	U	1	15,25	15,25
30	Bornera porta fusible	U	4	1,50	6,00
31	Fusibles	U	4	0,50	2,00
32	Terminales tipo punta	U	3	3,50	10,50
33	Cable flexible	U	260	0,30	78,00
34	Cable utp	U	2	2,50	5,00
35	Riel din	U	3	3,50	10,50
36	Conductor	U	6	2,32	13,92
37	Enchufe trifásico +g	U	1	12,00	12,00
38	Toma corriente trifásico + g	U	1	12,00	12,00
39	Semáforo indicador	U	2	36,00	72,00
40	Amarras negras	U	2	3,00	6,00
41	Autoperforantes+brocas	U	200	0,03	6,00
42	Amperímetro	U	1	13,39	13,39
43	Voltímetro	U	1	13,39	13,39
44	Sensor de presión	U	1	267,75	267,75
45	Sensor de caudal	U	1	78,50	78,50
46	Cinta para maquillar de acuerdo a modulo	U	2	30,00	60,00
SUBTOTAL:					5.476,80
IVA 12%					657,22
TOTAL					\$ 6.134,02

Elaborado por: Mera Santana Luis René

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Como conclusión principal del presente proyecto de titulación es la de haber cumplido satisfactoriamente el objetivo principal del implementar un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200 para el control automático de un calentador de agua eléctrico. Los estudiantes podrá contar con la facilidad de cambiar el set point de trabajo de temperatura en función de las necesidades que requiera la simulación, de igual manera se puede acceder a cada una de las variables en el caso de que se empleen rangos de temperatura más elevados, mediante la manipulación de los acondicionadores, finalmente se permite el ingreso para el cambio de los valores en los controladores proporcional y proporcional integral, de esta manera se asegura que el control permita un amplio margen de manejabilidad para diferentes rangos de temperatura.
- La visualización, control, manipulación, y modificación del proceso de calefacción desde la pantalla HMI permite obtener un monitoreo total del proceso. El sistema automático posee comando manual y automático, facilitando la operación del sistema; de esta forma los estudiantes que no posean entrenamiento en el uso del sistema automático, podrían operar el sistema manualmente desde la botonera auxiliar.

14.2. Recomendaciones

- Buscar variables alternativas como señales de control secundarias, como por ejemplo el flujo del vapor de agua en las tuberías, la presión del flujo, el flujo de ingreso y salida del líquido hacia el tanque.
- Es recomendable poner los elementos y placas electrónicas aisladas para evitar cualquier tipo de contacto que cause errores en el funcionamiento del panel de control.
- Antes de cargar el programa en el PLC S7200 comprobar cualquier tipo de error en el simulador para evitar cualquier daño del prototipo.

15. BIBLIOGRAFÍA

- BOLTON, William. (2010). mecatronica. mexico.
- AGUADO María, B. J. (2005). Resistencia al paso de la corriente eléctrica. MADRID: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
- ALFAOMEGA. (2009). STEP 7 una manera fácil de programar PLC de Siemens. México: Mexicano cámara nacional de la industria.
- ÀLVAREZ Leonardo, P. (2003). Controladores logicos. BARCELONA: Marcombo.
- ASENCIA, V. (2012). Introducción a la Automatización de los Servicios de Información. Murcia: G.K. Hall.
- AVALOS ARZATE, G. A. (2010). Teoría de control. MEXICO: All rights reserved.
- BARRIETOS, A & GUAMBAO, E. (2014). Sistemas de producción automatizados. Madrid: Dextra Editorial.
- Bermeo, J. (13 de Abril de 2011). Investigación Aplicada al turismo. Obtenido de Investigación de campo: http://www.ecotec.edu.ec/documentacion%5Cinvestigaciones%5Cdocentes_y_directivos%5Carticulos/4955_Fcevallos_00009.pdf
- Bernal, T. A. (2009). Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Perarson Educación.
- BEUNZA, F. (2011). Diseño de un sistema de intercambio de informacion para dispositivos intercomunicados por redes PLC de automóviles. HABANA: All rights reserved.
- BUEN, P. (2013). Operratividad con sistemas mecanicos ,hidráulicos, neumáticos. MADRIL, ESPAÑA: All rights reserved.
- CARRASCO, E. (2009). Instalaciones elèctricas de baja tensiòn en edificios de viviendas. MADRID: Tèbar Flores.
- Carvajal, L. (18 de Enero de 2013). El método deductivo de investigación. Obtenido de <http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>
- CASTRO Joel, G. (2006). Módulos didácticos para el aprendizaje y operación. QUITO: POLITÉCNICA NACIONAL.
- Cegarra Sánchez, J. (2012). Los métodos de investigación. España: Ediciones Díaz de Santos.

- CHARRE, S., RODRÍGUEZ, A., LÓPEZ, N., & DURÁN, M. (2014). Sistema Didáctico de Control de Presión. Citrevistas, 3-8.
- CORONA, G & ABARCA, L & MARES, J. (2014). Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- CORTES. (2011). material para la asignatura de Automatización. ESPAÑA: Institución de aUtomatización.
- CREUS Antonio, S. (2005). Instrumentación Industrial. BARCELONA: Marcombo.
- CREUS, A. (2005). Instrumentación Industrial 7 Edición. Barcelona: Marcombo Boixareu S.A.
- DANERI, P. (2008). PLC automatización y control. BUENOS AIRES: Hispano Americano.
- DANERI, P. (2008). PLC. automatización y control industrial (Vol. 1). Buenos Aire, Argentina: Editorial Hispano Americana HASA ISBN 978-950-528-296-8.
- Francisco, M. (2012). Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico: operaciones de fontanería y calefacción-climatización doméstica (Vol. 1). Málaga, España: IC Editorial.
- Galvez., U. M. (2013). Técnicas de Investigación. Madrid.
- GARCÍA Luis, G. (2014). Instrumentación basica de medida y control. MADRIL: Asociaciòn Española de Normailzación.
- GARCÍA, A. (2015). El control automático en la industria. España: Universidad de Castilla - La Mancha.
- GÓMEZ Julio, S. (2005). Instrumentación y control. LA HABANA: Feliz,verela.
- GÓMEZ, S., & REYES, J. (2005). Instrumentación y Control. HABANA: Félix Varela.
- GUERRERO, R. (2012). Montaje de instalaciones automatizadas. MALAGA: All rights reserved.
- GUEVARA, R. (2009). Parámetros hidráulico y eléctrico. MEXICO: RED UNIVERSIDAD AUTONOMA INDIGENA.
- HERNANDEZ, Antonio. (2013). Montaje y Reparacion de Automatismos Eléctricos. Malaga: IC Editorial.

- Lisi, S. (25 de Enero de 2012). Investigación Documental, Definición y Ejemplos. Obtenido de <http://flujoinformacion.blogspot.com/2012/01/investigacion-documental-definicion-y.html>
- LÓPEZ, A. (2010). Metodologías de la Investigación. México: International Thomson Editores S.A.
- MEDINA, José. (2010). La automatización en la industria química (Vol. 1). Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya ISBN: 978-84-9880.
- Molinar, Juan. (2013). Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil: mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos (Vol. 1). Madrid, España: IC Editorial ISBN 9788416109425.
- MORENO, M. (2004). Bandas transportadora. BARCELONA: Reverté S.A.
- MORILLO Eduardo, S. (2013). Introducción a la síntesis y programación. CÁDIZ: ALL RIGHTS.
- NIETO, E. (2013). Mantenimiento Industrial Práctico: Aprende siguiendo el camino contrario. Sevilla: FIDESTEC.
- NÚÑEZ alvaro, G. (2010). Formación para el empleo. MADRID: CEP,S.L..ALL RIGHTS RESERVED.
- Ortega Javier, R. (2013). Recuperado el 02 de 07 de 2017, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6706>
- ORTIZ, R. (2010). El control eléctrico. MEXICO: Instituto Politécnico.
- PARDO, A. (2012). Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos. Málaga: All rightsnreserved.
- PÉREZ Manuel, R. (2006). Elementos para la discusión eléctrica. MEXICO: Proques.
- PÉREZ, C. (2006). Sensores Ópticos. Valencia: Servei de Publicacions.
- RAMÍREZ, M. (2011). Controlador logico programable basado en harware. CUJAE: INSTITUTO SUPERIOR JOSÉ ANTONIO.
- RODRÍGUEZ, A. (2012). Montaje y reparación de automatismos eléctricos. MÁLAGAN: Pro Quest Ebrary.
- RODRIGUEZ, Aquilino. (2008). Comunicaciones industriales. Barcelona: Marcombo.
- RUIZ, D. (2012). Montaje y Reparación de Sistemas Eéctricos y ectrónicos de bienes de Equipo y Maquinas Industriales. Malaga: INNOVA.

- SANCHEZ, D., & MEJÍA, S. (2012). Proceso auxiliares de fabricación en el mecanizado. MALAGA: All rights reserved.
- SÁNCHEZ, Daniel. (2013). Introducción a la síntesis y programación de automatismos secuenciales (Vol. 1). España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz ISBN 84-9828-403-4.
- SÁNCHEZ, R. (2014). Enseñar a investigar: una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas. México: Plaza y Valdés S.A.
- SANCHEZ., A. (2003). Control avanzado de proceso. MADRID: All rights reserved.
- SEIPPEL, R. (2013). Fundamentos de Electricidad . España: Reverte S.A.
- SERNA, A; ROS, F; RICO, J. (2010). GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES. España: Creaciones Copyright.
- SERRANO, D. (2011). Proceso auxiliares de fabricación. MALAGAN: ProQuest ebrary.

16. ANEXOS

Proceso de elaboración de estructura



Instalación de canaletas y distribución para equipos tecnológicos



Cableado de PLC S7-1200



Configuración con el HMI



Encuestas realizadas

**Encuesta
Dirigida a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica**

1. ¿Cómo considera la existencia de guías de estudio para un laboratorio?

Bueno 190 malo regular 50

2. ¿Cree usted que es necesario la implementación de guías prácticas para el mejoramiento de la enseñanza?

Si 240 No ()

3. ¿Cómo considera las guías prácticas de estudio en la obtención de experiencias prácticas de laboratorio?

Bueno 200 malo () 40

4. ¿Cómo considera la aplicación de la automatización en las prácticas académicas en la carrera?

Bueno 220 malo regular 20

5. ¿conoce usted las funciones que tiene un calentador de agua eléctrico?

Si 50 No 190

6. ¿Cree usted que con la implementación de un módulo didáctico facilitara el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

Si 150 No 90

7. ¿usted ha perdido horas clase por no tener guías prácticas predeterminadas para su aprendizaje?

Si 150 No 90

8. ¿considera usted que mejorara su nivel de aprendizaje con guías de estudio?

Si 235 No 5

9. ¿Considera usted que las clases sin guías prácticas tienen elementos pedagógicos insuficientes para su aprendizaje?

Si 220

No 20

10. ¿Considera usted que las guías prácticas deben tener elementos audiovisuales?

Si 130

No 110

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Hoja de vida de docente**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Morales Tamayo
NOMBRES: Yoandrys
ESTADO CIVIL: Casado
CEDULA DE CIUDADANÍA: 1756958797
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Cuba 10 de Agosto de 1983
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Lot Las Palmeras. San Cristóbal. Quevedo
TELÉFONO CONVENCIONAL: **TELÉFONO CELULAR:** 0995493006
E-MAIL INSTITUCIONAL: yoandrys.morales@utc.edu.ec
TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna
DE CARNET CONADIS: No aplica

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
TERCER	Ingeniero Mecánico	2007	
CUARTO	Máster en Diseño y Fabricación Asistida por Computadora Doctor en Ciencias Técnicas, PhD	2011 2014	7526 R-15-26566

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAS EN LA QUE LABORA: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 2015

FIRMA

Hoja de vida de estudiante**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Mera Santana
NOMBRES: Luis Rene
ESTADO CIVIL: Unión Libre
CEDULA DE CIUDADANÍA: 1205710732
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 2
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Manabí–Pichincha 27/03/1987
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: La Maná, sector el Toquillal
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032-687-838 **CELULAR:** 0982434367
E-MAIL INSTITUCIONAL:
TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna
DE CARNET CONADIS: No aplica

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
BACHILLER	TECNICO ELECTRICO	2004	02065
TERCER	EN PROCESO	2017	

FIRMA