



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL
PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE
UN FLUIDO”**

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

Autor:

Tigse Soto Stalin Benito

Director:

M.Sc. Vásquez Carrera Paco Jovanni.

La Maná- Ecuador

Agosto-2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Tigse Soto Stalin Benito, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”**, siendo el Ing. Vásquez Carrera Paco Giovanni M.Sc, 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.



Tigse Soto Stalin Benito
C.I: 050381373-5

AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”**, del estudiante Tigse Soto Stalin Benito 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



Ing. Vásquez Carrera Paco Giovanni M.Sc
C.I: 050175876 – 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: Tigse Soto Stalin Benito, con el título de proyecto de investigación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”**, 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



M.Sc. Castillo Fiallos Jessica
C.I: 060459021-6
Lector 1 (Presidenta)



PhD. Morales Tamayo Yoandrys
C.I: 175695879-7
Lector 2



M.Sc. Jácome Alarcón Fernando
C.I: 050247562-7
Lector 3

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir y darme un espíritu de lucha para poder llegar a alcanzar mis metas ya que sin su voluntad no podría alcanzar los objetivos planteados.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por ser una gran institución que me abrió las puertas y oportunidades para adquirir los conocimientos necesarios, a los docentes de la carrera, por ser uno de los motores de la Universidad para transmitir el conocimiento y haber sido un apoyo en mis estudios y en la culminación del proyecto.

Stalin

DEDICATORIA

Con todo el amor de mi corazón se lo dedico a mis queridos padres, que han estado en todo momento y lugar siempre apoyándome incondicionalmente sin importar los malos y bellos momentos, quienes que con amor y sacrificio, supieron motivarme.

Stalin



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”

Autor: Stalin Benito Tigse Soto

RESUMEN

Se diseñó y construyó un módulo didáctico con un controlador lógico programable y una pantalla táctil para el control de presión de fluido, destinado a la capacitación de estudiantes mediante la simulación de diferentes variables; tomando en cuenta en su construcción aspectos como la ergonomía y estética que son importantes en el momento de poner en marcha el sistema. El control del proceso se realiza en dos tanques, un principal que será el de descarga de líquido y un secundario que va a ser el que abastece de fluido al principal, comunicados entre sí por medio de tuberías. Este sistema posee dispositivos, elementos e instrumentos que realizan el control automático de presión de líquido, además cuenta con una bomba sumergible instalada en el tanque secundario que es la encargada de proporcionar fluido al tanque principal en donde el nivel de líquido va estar vigilado directamente en sus distintas fases a través de sensores colocados en el tanque.

El control de la variable presión de líquido (agua) se lo hizo mediante un PLC, SIEMENS de la familia S7-1200 que en base a las señales emitidas a través de sensores, y el programa almacenado en su memoria generara salidas que activan al contactor suave de la bomba, todo este proceso será monitoreado mediante un interfaz hombre máquina (HMI) KTP -600 donde se darán ordenes de manera eficiente, confiable y rápida.

Palabras claves: Control, Eficiencia, Presión, PLC, HMI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITLE: “DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DIDACTIC MODULE WITH PLC S7 – 1200 FOR THE SIMULATION OF VARIATION OF FLUID PRESSURE”

Author: Stalin Benito Tigse Soto

ABSTRACT

A didactic module was designed and built with a programmable logic controller and a touch screen for fluid pressure control, designed to train students by simulating different variables; taking into consideration its construction aspects such as ergonomics and aesthetics that are important at the time of starting the system. The control of the process is carried out in two tanks, a main one that will be the one of discharge of liquid and a secondary one that is going to be that supplies of fluid to the principal, communicated to each other by means of pipes. This system has devices, elements and instruments that perform automatic control of liquid pressure, in addition has a submersible pump installed in the secondary tank that is responsible for providing fluid to the main tank where the liquid level will be monitored directly in their different phases through sensors placed in the tank.

The control of the variable liquid pressure (water) was done by a PLC, SIEMENS of the family S7-1200 that based on the signals emitted through sensors, and the program stored in its memory will generate outputs that activate to the contactor Smooth operation of the pump, all this process will be monitored through a KTP-600 man-machine interface (HMI) where orders will be given efficiently, reliably and quickly.

Key words: Control, efficiency, pressure, PLC, HMI.

Keywords: Controller, control, efficiency, process, temperature.



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: Tigse Soto Stalin Benito cuyo título versa **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA SIMULAR LA VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”**, 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 DE APROBACIÓN DEL ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Título del Proyecto	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General	5
6.2. Objetivo Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Automatización Industrial	6

8.1.1.	Introducción.....	6
8.1.2.	Aportaciones de la automatización.....	6
8.2.	Sistemas de Control en Lazo Abierto.....	7
8.2.1	Sistemas de control en lazo cerrado.....	8
8.3.	Hidráulica.....	9
8.3.1.	Presión hidráulica.....	9
8.4.	Teorema de Pascal.....	9
8.5.	Bomba Hidráulica.....	10
8.5.1.	Características de las bombas hidráulicas.....	11
8.5.2.	Funcionamiento.....	12
8.5.3.	Clasificación.....	12
8.5.3.1.	De desplazamiento negativo.....	12
8.5.3.2.	De desplazamiento positivo.....	12
8.5.4.	Clasificar a las bombas hidráulicas por su caudal.....	13
8.5.4.1.	Bombas de caudal fijo.....	13
8.5.4.2.	Bombas de caudal variable.....	13
8.6.	Transmisor.....	14
8.7.	Tuberías o mangueras.....	15
8.7.1	Tipos de tuberías.....	15
8.7.1.1.	Tubos rígidos.....	15
8.7.1.2.	Tubería flexible.....	15
8.7.2.	Accesorios de las mangueras.....	15
8.8.	PLC.....	16
8.8.1.	Historia.....	16
8.8.2.	Definición.....	17
8.8.3.	Características destacadas de PLC.....	17
8.8.4.	PLC Simatic S7-1200.....	17

8.8.4.1. Clasificación del CPU:	18
8.8.4.2. CPU 1212C.....	19
8.8.4.3. Entradas y salidas digitales integradas:	19
8.8.4.4. Clasificación PLC.....	20
8.8.5. Partes de un PLC	20
8.8.6. Ventajas del PLC.....	22
8.8.7. Inconvenientes del PLC.....	22
8.8.8. Software del PLC Step7 Basic Step 7	23
8.9. HMI (Interfaces Hombre Maquina)	23
8.9.1. Definición	23
8.9.2. TIPOS DE HMI:	24
8.9.2.1. Desarrollados a medida	24
8.9.2.2. Paquetes enlatados HMI.....	24
8.9.3. Software WICC	25
8.9.4. Funciones de un software HMI	25
8.9.5. Componentes del HMI.....	25
8.9.6. Características HMI.....	26
8.9.7. Importancia a nivel industrial.....	27
8.10. Protocolos de comunicación.....	27
8.10.1. ETHERNET	27
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	27
9.1 Resultado de la hipótesis.....	28
9.1.1. Comprobación de la hipótesis.....	28
9.1.2. Comparación de la hipótesis general.....	28
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
10.1. Modalidad Básica de la Investigación.....	31
10.1.1. Investigación Bibliográfica.....	31

10.1.2. Investigación de Campo	31
10.1.3. El método inductivo	32
10.1.4. El método deductivo	32
10.2. Técnicas de Investigación.....	33
10.2.1. La Entrevista.....	33
10.2.2. La Encuesta.....	33
10.3. Diseño experimental	33
10.4. Población.....	34
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
11.1. Estructura del Módulo.	35
11.1.1. Dimensiones del Modular.....	35
11.1.2. Ubicación del Controlador Lógico Programable.....	35
11.1.3. Ubicación de la Fuente de Alimentación.....	36
11.1.4. Ubicación de la Programadora	36
11.1.5. Ubicación de los Contactores	36
11.1.6. Ubicación del HMI.....	36
11.1.7. Software Simatic S7-1200	37
11.2. Datos Técnicos de los Equipos	38
11.2.1. Parámetros de Funcionamiento del PLC SIMATIC S7 1200	38
11.2.2. Requisitos del sistema	39
11.2.3. PLC S7-1200	39
11.2.4. Características de la CPU 1212C.....	40
11.2.5. Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios.....	42
11.2.6. Programación del PLC.....	43
11.2.7. HMI	46
11.2.8. Proceso de simulación de la variación de presión de un fluido.....	48

12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES).....	50
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	50
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
14.1.	Conclusiones	53
14.2.	Recomendaciones	53
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	54
16.	ANEXOS.....	57

INDICE DE TABLAS

TABLA 1:	Beneficiarios del proyecto.....	4
TABLA 2:	Actividades y metodologías para los objetivos específicos	5
TABLA 3:	Valores Observados.....	29
TABLA 4:	Valores Esperados.....	29
TABLA 5:	Técnicas e instrumentos	33
TABLA 6:	Diseño experimental.....	34
TABLA 7:	Dimensiones del modular.....	35
TABLA 8:	Requisitos de instalación.....	39
TABLA 9:	Características del cpu 1212c.....	41
TABLA 10:	Dimensiones del montaje.	42
TABLA 11:	Pantalla HMI KTP 400 Basic PN.....	46
TABLA 12:	Presupuesto del proyecto.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Elementos sistema de control de lazo abierto.....	7
FIGURA 2. Sistema de lazo cerrado	8
FIGURA 3. Representación del principio de pascal	10
FIGURA 4. Bomba de agua	11
FIGURA 5. Bomba de desplazamiento positivo	13
FIGURA 6. Partes de bomba de caudal fijo y variable	14
FIGURA 7. Trasmisores.....	14
FIGURA 8. Familia de PLC”S SIMATIC	18
FIGURA 9. Clasificación simatic s7 1200 cpus.....	19
FIGURA 10. Características CPU 1212C DC/ DC/DC	19
FIGURA 11. Clasificación de los PLC”S	20
FIGURA 12. HMI TOUCH.....	24
FIGURA 13. Partes del HMI.....	26
FIGURA 14. Distribución del chip cuadrado.....	30
FIGURA 15. Partes del PLC S7-1200.....	40
FIGURA 16. Dimensiones del montaje.....	42
FIGURA 17 . Dimensiones de montaje y espacio libre necesario	43
FIGURA 18. Sofwar step 7 y crear proyecto	44
FIGURA 19. Dispositivos redes, agregar dispositivos en PLC"s 7- 1200	44
FIGURA 20. Dispositivo agregado PLC, CPU 1212C	44
FIGURA 21. Dispositivos y redes, enlazamos del PLC al HMI para simular	45
FIGURA 22. Creación segmentos para simular	45
FIGURA 23. Vincular plc con la computadora.....	45
FIGURA 24. Creación de segmento en la computador	48

FIGURA 25. Selección de dispositivos para la simulación.....	49
FIGURA 26. Terminación del tablero de control $P= F/A$	49
FIGURA 27. Simulación de variación de presión de un fluido.....	49

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC S7-1200 PARA LA SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN DE UN FLUIDO”

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 Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado: Institucional

Equipo de Trabajo

Tutor de titulación: M.Sc. Vásquez Carrera Paco Giovanni

Autor: Tigse Soto Stalin Benito

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación

El proyecto a realizarse esta sujeto según los lineamientos de investigación de la institución al punto “procesos industriales” de acuerdo a las diferentes características técnicas y científicas. Las investigaciones enmarcadas en esta línea se enfocará en el potenciamiento y

desarrollo de tecnologías y procesos destinados a mejorar y tecnificar los procesos tradicionales sujetos en la industria de nuestro país. Así como la automatización de sistemas que reemplace la intervención directa del humano.

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

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Se diseñó y construyó un módulo didáctico con un controlador lógico programable (PLC) y una pantalla táctil (TP) para el control de presión de fluido (agua), destinado a la capacitación de estudiantes mediante la simulación de diferentes variables; tomando en cuenta en su construcción aspectos como la ergonomía y estética que son importantes en el momento de poner en marcha el sistema.

Con el pasar del tiempo la tecnología ha ido cambiando y automatizándose, dando nuevos inicios y enfoques de diferentes aspectos que conllevan a la evolución mediante controles programable como los PLC, que se hacen más factible la elaboración o proceso dentro de los diferentes campos de trabajo.

El control del proceso se realiza en un tanque, el principal que será el de descarga de líquido que va a ser el que abastece de fluido al principal, comunicados entre sí por medio de tuberías. Este sistema posee dispositivos, elementos e instrumentos que realizan el control automático de presión de líquido, además cuenta con una bomba instalada en el tanque que es la encargada de proporcionar fluido en donde el nivel de líquido va estar vigilado directamente en sus distintas fases a través de sensores colocados en el tanque, el retorno de fluido al tanque se lo realiza de forma manual por medio de una válvula según la secuencia lo requiera formando así un circuito cerrado de agua.

El control de la variable presión de líquido (agua) se lo hizo mediante un PLC, que en base a las señales emitidas a través de sensores, y el programa almacenado en su memoria generara salidas que activan al contactor suave de la bomba, todo este proceso será monitoreado mediante un interfaz hombre máquina (HMI) donde se darán ordenes de

manera eficiente, confiable y rápida.

Este control se lo hace a través de la programación del software tanto del PLC como de la TP. En este módulo, los estudiantes podrán realizar prácticas reales de laboratorio en medición, control y monitoreo de nivel de líquido, así mismo simular procesos de manera fácil.

Palabras claves: Control, Simular, HMI, PLC, Modulo, Contactor.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El propósito de implementar un módulo didáctico es para aportar al estudiante con nuevos conocimientos de aprendizaje mediante la práctica dentro del laboratorio, los mismos que servirán como apoyo en el desenvolvimiento tanto académico como profesional, al poder verificar los conocimientos teóricos logrados en las aulas y desarrollados mediante la práctica, optimizando el trabajo de los estudiantes que tengan relación con instalaciones donde intervengan elementos hidráulicos.

Los principales beneficiarios son los estudiantes que podrán realizar prácticas más apegados a la realidad, de igual manera influirá positivamente en los maestros al momento de impartir sus clases de una manera más clara y precisa. La implementación del módulo didáctico será de gran utilidad práctica para entender los conceptos y funcionamiento de los diferentes elementos hidráulicos, como es el caso de válvulas, transistores de presión entre otros.

La pantalla táctil junto con el PLC será usada para la simulación de procesos industriales, permitiendo a los estudiantes de Ingeniería mejorar su aprendizaje/enseñanza al conocer y monitorear procesos industriales gracias a la simulación de aplicaciones reales que permite realizar estos equipos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

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

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
Alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.	Instituciones con carreras afines, alumnos de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Matriz.

Fuente: Secretaria Académica Periodo Abril – Agosto 2017

Elaborado por: Stalin Tigse

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los sistemas mecánicos dentro del estudio de los fluidos poseen variables que determinan sus propiedades físicas que permiten estudiar y analizar su correcto funcionamiento dentro de un sistema cerrado de bombeo. En la actualidad no existe un módulo de control de variables que permitan un estudio investigativo de sus propiedades con control y monitoreo en tiempo real mediante la incorporación de elementos electrónicos y mecánicos.

Con el pasar del tiempo se ha observado un progreso en la automatización industrial, optando mejorar los sistemas de producción en las industrias mediante el PLC que permite mediante la programación controlar los procesos de una manera confiable y eficaz. Considerando este concepto se ha visto la necesidad de efectuar un módulo de investigación de carácter didáctico para la variación de presión de un fluido, el cual será controlado por un PLC Simatic S7-1200 para el desarrollo de prácticas encaminadas a la investigación del comportamiento del fluido.

El problema es notable para los estudiantes, al no poder ejecutar prácticas en ámbitos más apegados a la realidad y no poder demostrar en tiempo real como son las propiedades de los fluidos como es la presión, fuerza y área, optando la necesidad de implementar un módulo didáctico para un mejor aprendizaje.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200 para la simulación de variación de presión de un fluido.

6.2. Objetivo Específicos

- Fundamentar teóricamente sobre conceptos y la función que cumple los dispositivos que conforman el módulo didáctico para simular la variación de presión de un fluido mediante el teorema de pascal.
- Conocer la programación necesaria del PLC Simatic S7 – 1200 para simular la variación de presión de un fluido hidráulico.
- Seleccionar los dispositivos y elementos necesarios que garanticen el adecuado funcionamiento de proceso a implementarse.

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
Fundamentar teóricamente sobre conceptos y la función que cumple los dispositivos que conforman el módulo didáctico para simular la variación de presión de un fluido mediante el teorema de pascal.	Realizar una investigación de los conceptos de cada uno de los dispositivos a utilizar.	Obtener conocimientos teóricos del funcionamiento de los principales elementos que intervienen en el módulo didáctico para demostrar el teorema de pascal.	Investigar tanto en libros como en medios digitales.
Conocer la programación necesaria del PLC Simatic S7 – 1200 para simular la variación de presión de un fluido hidráulico.	Estudiar el manual del PLC S7- 1200.	Entender la programación que se utilizara para controlar la simulación de variación presión de un fluido hidráulico.	Manual de SIEMENS e Internet.
Seleccionar los dispositivos y elementos necesarios que garanticen el adecuado funcionamiento de proceso a implementarse.	Buscar los diferentes dispositivos a utilizar.	Dispositivos que estén en condiciones adecuadas.	Verificar mediante instrumentos .

Elaborado por: Stalin Tigse

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Automatización Industrial

8.1.1. Introducción

La automatización ha estado presente en nuestra sociedad desde la antigüedad, empleándose a pequeña escala en tareas sencillas, vinculadas principalmente a la manufacturación.

Tenemos que esperar hasta entrada la década de los sesenta del siglo pasado para observar una auténtica revolución, provocado por la incorporación de computadoras digitales a los procesos, permitiendo una gran flexibilidad en la realización de cualquier tarea. Estas computadoras se fueron introduciendo para el desarrollo tanto de tareas de tipo repetitivo como en aquellos que necesitaban de una determinada especialización.

Si atendemos al concepto propio de la automatización estableciendo por la Real Academia Española (RAE) podemos establecer que se trata de una aplicación automática a un proceso, aun dispositivo, sustituyendo al operador humano por una serie de dispositivos mecánicos y electrónicos.

Los principales objetivos que rodean a la automatización industrial vienen relacionados con el incremento de la productividad, así como en lograr una mejora en la precisión y calidad de los productos generados . (RUIZ, Diana, 2012, pág. 1).

8.1.2. Aportaciones de la automatización

Las ventajas son innumerables, aunque se pueden destacar algunas:

- Aportar una mayor eficiencia y calidad en los trabajos realizados, con una mayor homogeneidad de resultados y con una disminución de piezas defectuosas.
- Lograr el remplazo de operadores humanos en tareas respectivas de alto riesgo o que se encuentren fuera de sus posibilidades y capacidades, como levantar cargas pesadas,

trabajos en ambientes extremos o realizar tareas que necesiten manejo de una alta precisión.

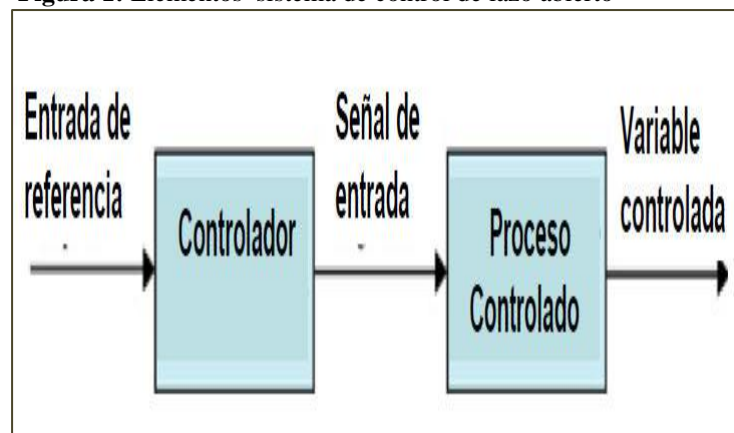
- Se consigue un incremento de la producción. Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración de tareas repetitivas y el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso.
- Por lo tanto, podemos decir que la automatización tiene ventajas que nuestra sociedad no ha podido ignorar ni rechazar. El empleo de la automatización hace nuestras industrias más competitivas, más eficaces, más flexibles y más adaptadas a las exigencias de un entorno cada vez más exigente. (PARDO, Alonso, 2012, págs. 1-2).

8.2. Sistemas de Control en Lazo Abierto

Los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control se denominan sistema de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Por tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada.

Figura 1: Elementos sistema de control de lazo abierto



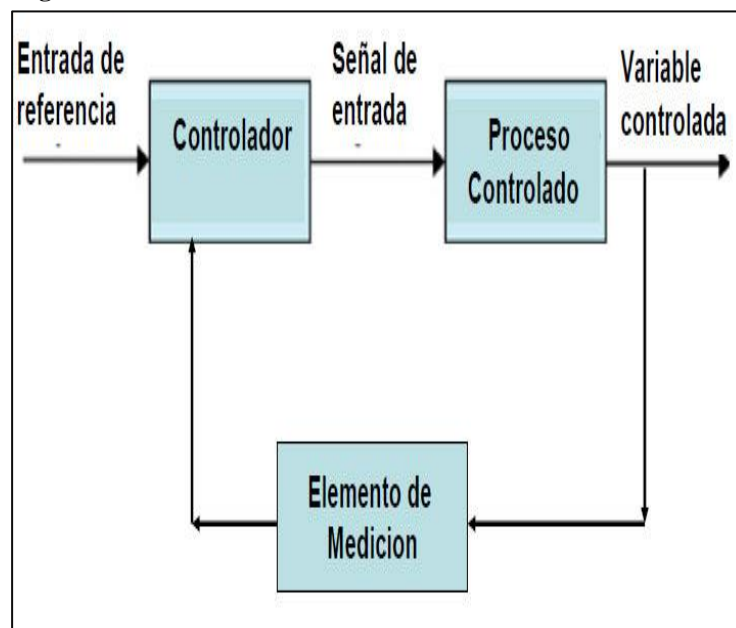
Fuente: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/REDHECS/rt/printerFriendly/615/1563>

8.2.1. Sistemas de control en lazo cerrado

La principal ventaja es que el uso de la realimentación hace al conjunto menos sensible a las perturbaciones externas y a las variaciones de los parámetros internos que los sistemas en lazo abierto. Se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema. (COQUE, E., 2013, pág. 68).

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél en el que la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la salida. La señal de salida influye en la entrada. Para esto es necesaria que la entrada sea modificada en cada instante en función de la salida. Esto se consigue por medio de lo que llamamos realimentación o retroalimentación (feedback). (RUIZ, Daniel, 2014, pág. 14).

Figura 2: Sistema de Lazo cerrado



Fuente: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/REDHECS/rt/prINTERfriendly/615/1563>

8.3. Hidráulica

8.3.1. Presión hidráulica

Es la resistencia resultante que ejerce una cantidad de agua u otro líquido cuando se ve forzada a pasar a través de un conducto u orificio. (TORRES, Josè, 2001, pág. 120).

Concepto de fluido.- Los fluidos son una forma de agregación de la materia caracterizada por no tener forma propia. Las moléculas de un sólido están rígidamente unidas, mientras que las de un fluido pueden deslizarse entre sí venciendo una pequeña fuerza de rozamiento (viscosidad) entre moléculas. Dentro de los fluidos distinguimos entre líquidos y gases.

Líquidos: $\rho = m/V = \text{cte}$ Gases: $\rho = m/V \neq \text{cte}$

Concepto de presión.- Cuando sumergimos un cuerpo en un fluido, las moléculas del fluido “bombardean” al cuerpo dando lugar a una fuerza, que considerada por unidad de superficie nos define el concepto de presión.

Su unidad en el S.I es el Pascal ($1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$). Pero existen otras unidades de presión muy utilizadas, como la atmósfera (atm), los mm de mercurio (mm Hg), el kg/cm^2 y el bar. (HERRAEZ, Josè, 2011, pág. 25).

$$P = F / S$$

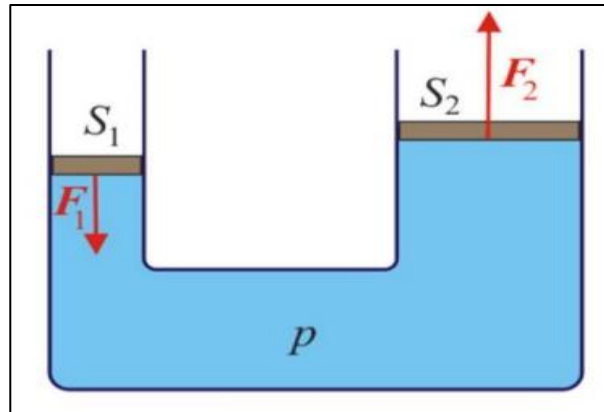
$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ mb}$$

$$1 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 0,98 \times 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$$

8.4. Teorema de Pascal

La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.

Figura 3: Representación del Principio de Pascal

Fuente: <http://es.slideshare.net/DanielCortsBlasco/principio-de-pascal-36096245>

La expresión algebraica del Principio de Pascal es la siguiente:

$$P_1 = F_1 / A_1$$

$$P_2 = F_2 / A_2$$

Iguales $P_1 = P_2$

$$F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$

En cuanto a los desplazamientos de los émbolos, como el volumen del líquido que sale del cilindro 1 es igual al que entra al cilindro 2:

$$V_1 = A_1 \cdot l_1$$

$$V_2 = A_2 \cdot l_2$$

Iguales $V_1 = V_2$

$$A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2$$

Siendo, l_1 y l_2 igual al desplazamiento del émbolo 1 y 2 respectivamente. (ARGUELLO, D & GALÁRRAGA, E, 2010, pág. 30).

8.5. Bomba Hidráulica

Es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el

hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido se aumenta su presión, su velocidad, o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general una bomba hidráulica se utiliza para incrementar la presión de un líquido. (PALMA, D & ISURIETA, J, 2012, pág. 18).

Figura 4: Bomba de agua



Fuente: <http://www.arkiplus.com/bombas-de-agua>

La bomba hidráulica convierte la energía mecánica desarrollada por el motor eléctrico en energía de presión hidráulica. La potencia eléctrica entregada es:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{potencia en KW} * \text{desplazamiento bomba (cm}^3/\text{rev)} * \text{rpm eje bomba}}{600.000 * \text{rendimiento bomba (0,8- 0,9)}}$$

8.5.1. Características de las bombas hidráulicas

- **Caudal.-** Es el volumen de aceite que entrega la bomba en unidad de tiempo (l/min) a 1500 rpm.
- **Presión.-** Además del caudal se debe conocer la presión máxima que es capaz de soportar la bomba entregando el caudal especificado.

- **Velocidad de giro.-** Se debe conocer también para calcular el mecanismo de accionamiento para que de ese caudal. (CREUS, Antonio, 2007, pág. 34).

8.5.2. Funcionamiento

Se describe una bomba hidráulica, que comprende un bastidor con por lo menos una primera cámara estanca a fluidos, y por lo menos una segunda cámara adyacente a la referida primera cámara, que define un pasaje de fluidos y que posee una abertura de entrada y otra de salida de los fluidos. Un estator que se proporciona en esta primera cámara. Además, un conjunto rotor y turbina que se induce por medio del estator para impulsar un fluido a partir de la abertura de entrada hacia la abertura de salida, el rotor y la turbina solidarios y ubicados integralmente en la segunda cámara.

8.5.3. Clasificación

Por su desplazamiento podemos clasificar las bombas hidráulicas de dos tipos:

8.5.3.1. De desplazamiento negativo

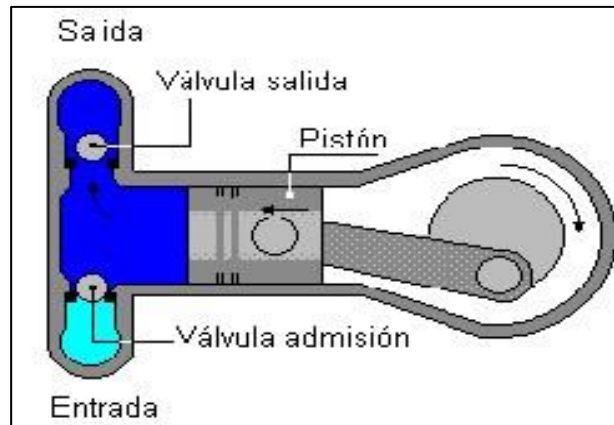
Es decir cuando no contiene elementos móviles su órgano propulsor, por lo tanto estará compuesta de una sola pieza y no contendrá elementos adheridos. Adicionalmente podemos destacar que estas bombas transportan cantidad variable del fluido dependiendo la presión del sistema, por lo tanto a mayor cantidad de fluido menor presión del sistema.

8.5.3.2. De desplazamiento positivo

Es decir cuando su órgano propulsor contiene diferentes elementos móviles, por lo tanto al ejercer revoluciones otorgará diferentes volúmenes sin tomar en cuenta la contrapresión de salida. Una característica importante de este tipo de bombas es que desplazan una cantidad de líquido constante independientemente de la presión de sistema.

Es necesario considerar que este tipo de bombas trabajará con una válvula de descarga abierta puesto que poco a poco la misma se irá obstruyendo y para entonces la presión del sistema incrementará hasta llegar a valores máximos que podrían ocasionar la ruptura parcial o total de la bomba por ello será necesario colocar una válvula de alivio que descargará al tanque y registrará una presión.

Figura 5: Bomba de desplazamiento positivo



Fuente: <http://tecnologiamk4.blogspot.com/>

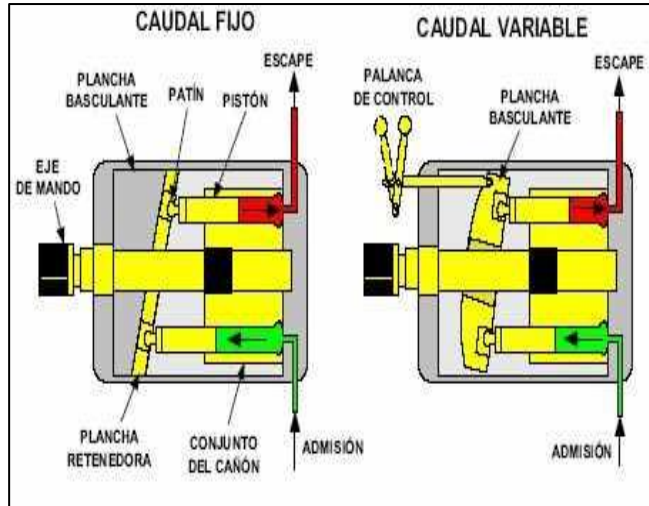
8.5.4. Clasificar a las bombas hidráulicas por su caudal

8.5.4.1. Bombas de caudal fijo

Son todas aquellas bombas que entregan igual Volumen de fluido por unidad de tiempo.
El volumen varía únicamente al variar la velocidad de la bomba.

8.5.4.2. Bombas de caudal variable

Son aquellas bombas que entregan diferente volumen de fluido por caudal de tiempo.
(ARGUELLO, D & GALÁRRAGA, E, 2010, págs. 25-26-27).

Figura 6: Partes de Bomba de caudal fijo y variable

Fuente: <http://www.maquinariaspesadas.org/cursos/fbsh/bombas-motores-hidraulicos>

8.6. Transmisor

Un transmisor es un dispositivo que convierte una señal de un detector o transductor en una señal normalizada y la transmite a un monitor o controlador. Los transmisores comprenden:

- Transmisores de presión
- Transmisores de caudal
- Transmisores de temperatura (GARCÍA, Luis, 2014, pág. 102) .

Figura 7: Transmisores

EJEMPLO	P&ID	TRANSMISORES
		TRANSMISORES DE TEMPERATURA
		TRANSMISORES DE PRESIÓN
		TRANSMISORES DE CAUDAL
		TRANSMISORES DE NIVEL

Fuente: <https://instrumentacionhoy.blogspot.com/2015/04/interpretar-un-p.html>

Los transmisores son una de las partes fundamentales en un sistema de control de procesos. Las misiones básicas de un transmisor son. (ROJANO, Santiago, 2012, pág. 32).

8.7. Tuberías o mangueras

Las tuberías comunican entre sí los elementos de un circuito para que el aceite pueda dirigirse por su interior de unos a otros.

8.7.1 Tipos de tuberías

8.7.1.1. Tubos rígidos

Los de cobre resisten menos presión que los de acero inoxidable, pero reducen la contaminación (se desprenden menos partículas) y las pérdidas de carga (la superficie interna es más lisa y el líquido fluye mejor). Radio de curvatura mínimo será entre 3 y 5 veces su diámetro exterior.

8.7.1.2. Tubería flexible

Son más empleadas en los circuitos de las máquinas agrícolas. Unen entre sí puntos del circuito entre los que pueden haber desplazamiento relativo de uno respecto a otro; describen curvas sin necesidad de disponer de herramientas para doblarse y amortiguar las vibraciones de las bombas y motores y las debidas oscilaciones de la presión. Se reserva el nombre “tubería” a los tubos fabricados de material plástico sin refuerzo.

8.7.2. Accesorios de las mangueras

En los extremos de los tubos y de las mangueras flexibles se montan unos acoplamientos metálicos. Estos acoplamientos acaban en rosca para permitir la conexión entre dos mangueras o entre manguera y elemento. (SIERRA, Jacinto, 2014, págs. 31-33).

8.8. PLC

8.8.1. Historia

La historia del PLC se remonta al año de 1963, cuando la fábrica de autos General Motors pidió a sus ingenieros la implementación de equipos de control que no resultaran tan costosos, ya que al cambio de modelos, se tenían que construir máquinas con diferente proceso, por lo que cambiaba también, al sistema de control.

En el año de 1969 se construyen los primeros controladores programables que en realidad eran relevadores electrónicos que se podían reprogramar para no desecharse.

En 1971 se empiezan a aplicar los primeros controladores programables fuera de la industria automotriz. En 1973 aparecen los primeros controladores programables inteligentes en los que se integran, en otras cosas, operaciones aritméticas, capacidad para almacenar listados de datos, movimiento de la información, operaciones por matrices e interconexión de terminales de video.

Para el año de 1975 se logran la integración de funciones analógicas por medio de los operadores matemáticos P.I.D. los cuales hacen posible el acceso de mandos como acopladores térmicos, sensores de presión y todas aquellas señales que no son de tipo digital, sino que se establecen parámetros comparativos para lograr que esa señal analógica sea detectada por el equipo y comience y termine su proceso, dependiendo del tipo de señal que envíe el mando.

En 1976 se empleaban por primera vez los controladores programables en configuraciones jerárquicas como parte de un sistema integrado de manufactura. En el año de 1977 se logran la integración de los controladores programables compactos, basados en set y reset. (ENRÍQUEZ, D & PACHECO, A, 2011, pág. 7).

8.8.2. Definición

Un controlador lógico programable es un dispositivo electrónico digital que se 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. Este tipo de procesadores se denomina lógico debido a que la programación tiene que ver principalmente con la ejecución de operaciones lógicas y de comunicación. Los dispositivos de entrada (como interruptores) y los dispositivos de salida (como motores) que están bajo control se conectan al PLC, y después el controlador monitorea las entradas y salidas de acuerdo con el programa almacenado por el operador en el PLC con el que controla máquinas o procesos. (BOLTON, William, 2010, pág. 168).

8.8.3. Características destacadas de PLC.

- Tecnología de banda ancha.
- Velocidades de transmisión de hasta 45 Megabits por segundo (Mbps).
- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- Enchufe eléctrico; toma única de alimentación, voz y datos.
- Sin necesidad de obras ni cableado adicional.
- Equipo de conexión (Modem PLC).
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión de datos permanente (activa las 24 horas del día).
- Permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema.

(MONTALVO, L & MOROCHO, W, 2017, pág. 35)

8.8.4. PLC Simatic S7-1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas 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, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta 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, contadores y temporizadores, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (YANCHALIQUE, A & MARTÍNEZ, M, 2013, pág. 16).

Pertenece a la familia de los controladores simatic S7, es un controlador modular compacto para soluciones de gama baja de automatización.

Figura 8: Familia de PLC's SIMATIC

SIMATIC S7-400	 <p>El controlador modular para soluciones de gama alta de automatización discreta y de proceso</p>
SIMATIC S7-300	 <p>El controlador modular para soluciones en el rango medio de automatización discreta</p>
SIMATIC S7-1200	 <p>El controlador modular compacto para soluciones de gama baja de automatización discreta y autónoma</p>
LOGO!	 <p>Módulo lógico para la conexión y control de soluciones de automatización independiente de gama baja</p>


Fuente: <http://hdl.handle.net/2454/19206>

Se trata de un controlador flexible, al ser compacto y modular, y potente que nos permite controlar pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas de lógica programable, al facilitarnos con un amplio juego de instrucciones, y que además requieran de pantallas de interfaz de usuario (HMI) o redes de comunicación.

8.8.4.1. Clasificación del CPU

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones. A continuación presentamos una breve clasificación de los SIMATIC S7-1200:

Figura 9: Clasificación SIMATIC S7 1200 CPUs

			
SIMATIC S7-1200 CPUs	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
3 configuraciones por CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
Dimensiones W x H x D (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75

Fuente: <http://hdl.handle.net/2454/19206>

8.8.4.2. CPU 1212C

En concreto este trabajo hará uso de la CPU 1212C DC/DC/DC que tiene, entre otras las siguientes características:

Figura 10: Características CPU 1212C DC/ DC/DC

	
<i>Integrated I/O</i>	CPU 1212C
Integrated Digital I/O	8 entradas / 6 salidas
Integrated Analog I/O	2 entradas
Max. Local I/O – Digital	82
Max. Local I/O – Analog	19
Tamaño de imagen de proceso	1024 Bytes for entradas
	1024 Bytes for salidas

Fuente: <http://hdl.handle.net/2454/19206>

8.8.4.3. Entradas y salidas digitales integradas:

Entradas Digitales

Tipo: Sumidero/Fuente

Tensión nominal: 24 VDC a 4 Ma

8.8.4.4. Clasificación PLC

Los PLC's "Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

Figura 11: Clasificación de los PLC's



Fuente: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17004>

- **PLC tipo Compactos.-** Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como: - Entradas y salidas analógicas - Módulos contadores rápidos - Módulos de comunicaciones - Interfaces de operador - Expansiones de I/O.
- **PLC tipo Modular.-** Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son: - Rack - Fuente de Alimentación - CPU - Módulos de I/O De estos tipos existen desde los denominados Micrópilo que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O.

8.8.5. Partes de un PLC

Partes del PLC La estructura básica de cualquier autómatas es la siguiente:

- **Fuente de alimentación.-** Es la encargada de tomar la energía eléctrica de las líneas, transformarla, rectificarla filtrarla y regularla para entregar la tensión requerida para el correcto funcionamiento del controlador.
- **Terminal de programación.-** El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:
 - Transferencia y modificación de programas.
 - Verificación de la programación.
 - Información del funcionamiento de los procesos.
- **Periféricos.-** Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Los más utilizados son: - Grabadoras a cassettes. - Impresoras. - Cartuchos de memoria EEPROM. - Visualizadores y paneles de operación OP. (MEDINA, J & CABRERA, D, 2009, págs. 44-45-54-55).
- **Unidad Central de Proceso.-** La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas.
- **Memorias.-** La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM. La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema. La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.
- **Módulo de entrada y salida.-** El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectadas a las entradas pueden ser; pulsadores,

interruptores, finales de carrera, termostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc. Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. (MANZANO, M, 2013, pág. 26).

8.8.6. Ventajas del PLC

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de trabajo.
- Menor coste de mano de obra de instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, el eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

8.8.7. Inconvenientes del PLC

Como inconvenientes se puede hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar al personal en tal sentido.

Pero hay otro factor importante, como es el costo inicial, que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador, es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como en sus limitaciones, por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidir por uno o por otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurar una decisión acertada. (MALDONADO, O, 2017, pág. 22).

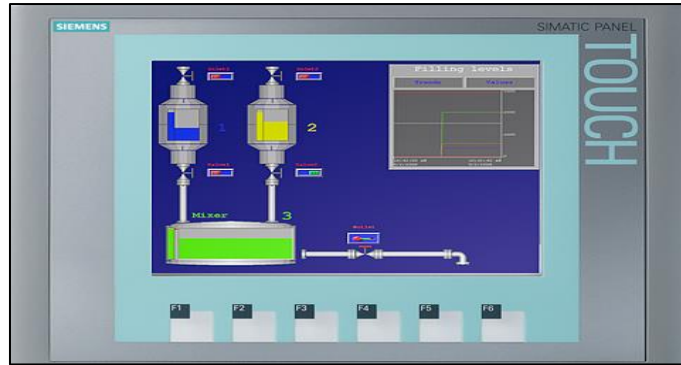
8.8.8. Software del PLC Step7 Basic Step 7

Basic proporciona un entorno de fácil manejo para configurar la lógica del controlador, la visualización de HMI y la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 Basic 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). 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.

8.9. HMI (Interfaces Hombre Maquina)

8.9.1. Definición

Es un sistema de Interface Persona Maquina permite al operador humano realizar la supervisión del funcionamiento adecuado de un proceso de producción de manera gráfica mediante un dispositivo de interface con el operador, de tal forma que él pueda tomar decisiones y acciones oportunas sobre el proceso aun sin la necesidad de estar presente en forma física. (BALSECA, Juan, 2007, pág. 28).

Figura 12: HMI TOUCH

Fuente: <http://www.sks-systemhaus>

8.9.2. TIPOS DE HMI

8.9.2.1. Desarrollados a medida

Se desarrollan en un entorno de programación grafica como VC++, Visual Basic, Delphi.

8.9.2.2. Paquetes enlatados HMI

Son paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA, ejemplos son FIX, WinCC, Wonderware, etc.

También se pueden clasificar de la siguiente manera:

Terminal de operador, consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

PC + Software, esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados industriales (para ambientes agresivos), los de panel (panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio. Respecto al software a instalar en el PC de modo de cumplir la función de HMI hablamos a continuación. (SANCHEZ, Juan, 2011, pàg. 9).

8.9.3. Software WICC

El Windows Control Center (WinCC) constituye el entorno de desarrollo de Siemens para visualización y control de procesos industriales. WinCC permite la supervisión, adquisición y tratamientos de datos que provienen de un proceso. El WinCC dispone de todos los módulos software para la creación de ventanas gráficas, archivos de procesos, ventanas de alarma y generación de documentos a impresora. Además la filosofía abierta del WinCC posibilita la interconexión del sistema con otras aplicaciones. (ALARCÓN, A & PROAÑO, M, 2007, pág. 54).

8.9.4. Funciones del software HMI

Monitoreo.- Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real.

Supervisión.- Esa función permite junto con él, monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones del trabajo del proceso directamente desde las computadoras.

- **Alarmas.-** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos.
- **Control.-** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajusten los valores e proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. (NARANJO, M & SANDOVAL, F, 2013, pág. 20).

8.9.5. Componentes del HMI

- Display / Pantalla táctil
- Escotaduras para las mordazas de fijación
- Junta de montaje
- Tecla de fusión
- Interfaz PROFINET
- Conexión para la fuente de alimentación

- Placa de características
- Nombre del puerto
- Guías para las tiras rotulables
- Conexión para tierra funcional (CARGUA, X & VALVERDE, A, 2016, pág. 29)

Figura 13: Partes del HMI



Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4481/1/25T00249.pdf>

8.9.6. Características HMI

- Hardware estándar para distintas aplicaciones: permite controlar varias aplicaciones según el requerimiento del operador.
- Posibilidad de modificaciones futuras sin para el proceso; mediante el software se puede modificar las condiciones de trabajo para la obtención del proceso deseado.
- Posibilidades de ampliación: se puede reemplazar y añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria. (MONTALVO, J & MOROCHO, W, 2017, pág. 23).

8.9.7. Importancia a nivel industrial

En los últimos años el desarrollo de los sistemas de Control y adquisición de datos y las Interfaces Hombre Máquina (HMI) en particular han tenido principal importancia en el proceso de las industrias.

El poseer las herramientas adecuadas que proporcionen una visión entregada de todos los recursos de control e información y que estas permitan a ingenieros, supervisores y operadores visualizar e interactuar con el desarrollo de toda una operación a través de representaciones graficas de sus procesos de producción, es esencial para cualquier industria moderna.

8.10. Protocolos de comunicación

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante estos puertos pueden ser de los siguientes tipos: RS-232, RS-485, RS-422.

8.10.1. ETHERNET

Sobre estos tipos de puertos de hardware las comunicaciones se establecen utilizando algún tipo de protocolo o lenguaje de comunicaciones .en esencia un protocolo de comunicaciones define la manera como los datos son empaquetados para su transmisión y como son codificados. (TOAPANTA, Darwin, 2013, pág. 43)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Mediante la implementación del módulo didáctico de investigación permitirá analizar las variables mecánicas que determinan las propiedades físicas en el comportamiento del fluido en tiempo real?

9.1. Resultado del diseño y construcción de un módulo didáctico con el PLC S7 1200 para simular la variación de presión de un fluido.

Para verificar la implementación del proyecto se optó por realizar un modelo de encuestas que permitió constatar el nivel satisfactorio de la implantación del módulo didáctico.(Anexo)

9.1.1. Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación general de la hipótesis se utilizó la estadística inferencial, y el de análisis del chi-cuadrado después de haber realizado un análisis de resultados.

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

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

$\chi^2_{\text{prueba}} < \chi^2_{\text{tabla}} =$ Aceptar hipótesis nula H_0 (independencia entre las variables).

9.1.2. Comprobación de la hipótesis general

Para la comprobación del chi cuadrado de la hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y se aplicó el método del Chi cuadrado.

La implementación del módulo didáctico a través del PLC S7- 1200 para simular la variación de presión de un fluido mejora el nivel académico de los estudiantes.

Para la comprobación de la hipótesis general se utilizó como pregunta N.10 de las encuestas realizadas a los estudiantes.

PASO 1: Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

Hipótesis Nula (Ho)

Hipótesis Nula (Ho) la implementación del módulo didáctico a través del PLC S7 - 1200 para simular la variación de presión de fluido. No permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

Hipótesis alternativa (H1):

La hipótesis alternativa de investigación (H1) la implantación de módulo didáctico a través del PLC S7- 1200 para simular la variación de presión de fluido. Si permitirá mejor el nivel académico de los estudiantes.

Paso 2: Determinación de los valores Observados y Esperados

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

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

Tabla 3: Valores observados en la Hipótesis General

Valores observados			
	Antes	Después	Total
Si	144	230	374
No	96	10	106
Total	240	240	480

Elaborado por: Stalin Tigse

Tabla 4: Valores esperados Hipótesis General

Valores esperados			
	Antes	Después	Total
Si	187	187	314
No	53	53	106
Total	240	240	480

Elaborado por: Stalin Tigse

Una vez obtenido los valores esperados el siguiente paso es determinado el valor de Chi χ^2 Calculado para lo cual se aplica la siguiente formula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = \chi^2 \text{ calculado} = 89.52$$

Determinar el valor del χ^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 de chi cuadrado en el anexo N.3 el valor para χ^2 tabla

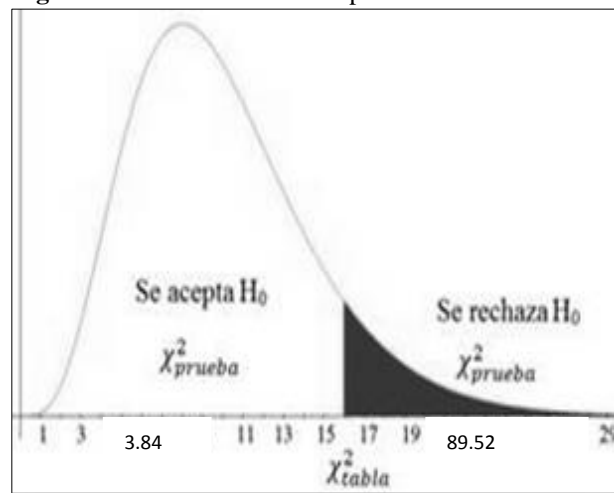
$$\chi^2 \text{ tabla} = 3,841$$

Resultado obtenido:

χ^2 calculado = 13.3929 > χ^2 tabla = 3,84 se rechaza la hipótesis nula H_0

$$\chi^2 \text{ calculado} = 218.39 > \chi^2 \text{ tabla} = 3,84$$

Figura 14: Distribución del chi cuadrado



Elaborado por: Stalin Tigse

Análisis:

Los datos obtenidos en el cálculo del chi cuadrado de la tabla y el chi cuadrado calculado podemos llegar a la conclusión.

Por lo tal se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis Alternativa H_1 de investigación.

La implementación del modelo didáctico para el desarrollo de prácticas de automatización a través del PLC S7- 1200 para simular la variación de presión de un fluido. Si permitirá mejor el nivel académico de los estudiantes, con un nivel significativo del 5% en la prueba del χ^2 .

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Modalidad Básica de la Investigación

10.1.1. Investigación Bibliográfica

La investigación del proyecto a realizarse es bibliográfica, para conocer la parte teórica de un módulo didáctico para simular la variación de presión de un fluido mediante el teorema de pascal por medio de un PLC S7 – 1200 se la realizara con la ayuda de medios digitales, repositorios y libros.

10.1.2. Investigación de Campo

Se utilizará una investigación de Campo, en la cual se aplicará métodos de investigación para verificar el problema y conocer la necesidad de implementar el módulo didáctico. Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizará la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales o internacionales, las características necesarias y suficientes del diseño e implementación de un laboratorio de automatización con PLC; estadísticas de algunos años anteriores de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: nivel de automatización, dimensionamiento, precios, potencia, entre otros.

Además, la investigación utilizará la investigación descriptiva que permitirá conocer en forma detallada las características de los laboratorios de automatización y los procesos de instalación, administrativos, financieros y comerciales. Nos facilitará la evaluación de los estudios de técnicos, conocer las características técnicas de las guías, los precios, la infraestructura, equipos, y recursos humanos. Así mismo, la investigación que se va a realizar

utilizará estudios explicativos, que servirá para conocer a detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

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).

10.1.3. 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).

10.1.4. 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).

10.2. Técnicas de Investigación

10.2.1. 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).

10.2.2. 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).

10.3. Diseño experimental

Tabla 5: Técnicas e instrumentos

Nº	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Encuestas	Cuestionario
2	Entrevistas	Test

Elaborado por: Stalin Tigse

Tabla 6: 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: Stalin Tigse

10.4. 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 presente módulo didáctico para el aprendizaje y operación de controladores lógicos programables, se lo ha diseñado para que cumpla con las expectativas de los alumnos en el área de automatización, el mismo que tiene elementos de funcionamiento didáctico e intuitivo, pero se debe tener cuidado con el manejo de los dispositivos.

El módulo de aprendizaje y control tendrá el principal elemento didáctico para el aprendizaje de los estudiantes que es el PLC como elemento automatizador por lo cual se basa en la tecnología programada para la creación de automatismos eléctricos, además de sistema de control y monitoreo para la variación de presión en el fluido.

El módulo cuenta con un software de programación instalado en una PC, la cual servirá como programadora del PLC para la realización de las distintas prácticas de control y monitoreo el cual se realiza con el software Simatic Step 7 Basic V13. En virtud de los avances tecnológicos se puede contar con elementos y dispositivos de última generación en el campo de la automatización, los cuales permitirán que los futuros ingenieros en electromecánica tengan un amplio conocimiento y visión hacia la evolución de la tecnología.

11.1. Estructura del Módulo

Es aquella en donde están colocados la programadora, el HMI, el PLC, la fuente de alimentación y los elementos de entrada y salida que simularan las distintas situaciones planteadas en el desarrollo de prácticas de control y monitoreo de procesos industriales. Las dimensiones del módulo dependen del tamaño de los elementos, los espacios destinados para la ubicación del módulo dentro del laboratorio, para ello se analizó las dimensiones de la programadora, el HMI, el PLC, la fuente de alimentación, las entradas y las salidas de señales. Se tomaron en cuenta aspectos de ergonomía en el diseño para la fácil manipulación del módulo de automatización. Complementariamente tiene un diseño de tal manera que está abierto a modificaciones e incorporación de elementos para cubrir necesidades que se presenten a futuro.

11.1.1. Dimensiones del Modular

Las dimensiones del modular fueron determinadas de acuerdo a las medidas y disposición de los elementos tomando en cuenta parámetros de funcionamiento y estética de la estructura.

La estructura está construida con las siguientes medidas:

Tabla 7: Dimensiones del modular

Dimensiones	m
Alto (A)	1.50
Largo (B)	1.50
Ancho (C)	0.70

Elaborado por: Stalin Tigse

11.1.2. Ubicación del Controlador Lógico Programable

PLC es el dispositivo principal dentro del módulo de automatización. El permite ejecutar un programa para simular situaciones de un proceso. El PLC al ser el dispositivo principal se lo ubicará en el centro del modular para la correcta visualización de los diferentes estados de operación así como de la activación de sus entradas y salidas.

11.1.3. Ubicación de la Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación es la encargada de abastecer del voltaje adecuado a las entradas del PLC, ya que las mismas funcionan a un nivel de voltaje distinto que el que alimenta a la CPU del PLC. Por lo tanto la fuente de alimentación esta junto al PLC, ubicándose al costado izquierdo del mismo lugar destinado para elementos de esta característica.

11.1.4. Ubicación de la Programadora

La programadora es una computadora que tiene cargado el software de programación del PLC, para el desarrollo de los distintos ejercicios de programación en el proceso de creación de automatismos eléctricos. La programadora está ubicada en un soporte a un costado junto al PLC de manera que permita visualizar y manipular los elementos al momento de las prácticas y de tal manera permita monitorear el proceso simulado.

11.1.5. Ubicación de los Contactores

Las salidas del PLC se encuentran en la parte inferior por lo tanto los contactores están en el mismo sentido. Los contactores son los elementos encargados de mostrar la señal de salida del PLC para poder maniobrar con otros niveles de voltaje y cumplir con los parámetros establecidos en el programa del autómatas programable.

11.1.6. Ubicación del HMI

En muchos casos, es posible mejorar aún más el funcionamiento de máquinas o aplicaciones sencillas, recurriendo a elementos adicionales para la visualización. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels y su funcionalidad básica permiten obtener un potencial de rentabilidad que abre la puerta a nuevas posibilidades para unas soluciones de automatización creativas. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen pantallas táctiles gráficas de alto contraste, con teclas de función táctiles, funcionalidad básica de red y comunicación homogénea, características todas que los hacen perfectos para las aplicaciones del nuevo SIMATIC S7-1200.

11.1.7. Software Simatic S7-1200

El sistema de ingeniería totalmente integrado SIMATIC STEP 7 Basic con SIMATIC WinCC Basic está orientado a la tarea, es inteligente y ofrece editores intuitivos y fáciles de usar para una configuración eficiente de SIMATIC S7-1200 y de los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels. SIMATIC STEP 7 Basic se inspira en un marco común de ingeniería para la configuración de componentes de hardware y red, esquemas de diagnóstico y mucho más.

La funcionalidad de este sistema es el elemento central que otorga esta gran potencia a la interacción de controlador y HMI. El nuevo controlador modular SIMATIC S7-1200 es el núcleo de nuestra nueva línea de productos para tareas de automatización sencillas pero de alta precisión. Nuestros paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels han sido optimizados para mejorar su rendimiento, y su diseño los hace perfectamente compatibles con el nuevo controlador y el sistema de ingeniería totalmente integrado. Esto simplifica la creación, acelera el arranque, optimiza la monitorización y ofrece la máxima comodidad para el usuario.

La interacción de estos productos y sus innovadoras funciones imprimen a los sistemas de automatización de la línea “mini” una eficiencia desconocida hasta ahora. El controlador SIMATIC S7-1200 es modular, compacto y de aplicación versátil: una inversión segura, idónea para una completa gama de aplicaciones. Un diseño escalable y flexible, una interfaz de comunicación a la altura de las máximas exigencias de la industria, y toda una gama de elementos tecnológicos potentes e integrados hacen de este controlador un componente clave en soluciones completas de automatización.

Lenguaje Ladder También denominado lenguaje de contactos o de escaleras, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables, debido a que está basado en esquemas eléctrico de control clásico. De este modo, con los conocimientos que todo teórico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación de este tipo de lenguaje su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados en normas NEMA.

11.2. Datos Técnicos de los Equipos

Es importante conocer los datos técnicos de los equipos con los que cuenta el módulo didáctico para su correcta conexión y manipulación en las prácticas que se desarrollaron. Los datos técnicos son dotados por los fabricantes de los equipos los cuales brindan información importante para la instalación de los equipos que formaran parte del modular de automatización que es el principal elemento del laboratorio de automatización.

Los datos técnicos necesarios para la implementación del módulo de automatización son los del PLC, HMI y del software de programación. Los datos técnicos que proporcionamos a continuación son los del PLC SIMATIC S7 1200 y del software EL TIA PORTAL V13.

11.2.1. Parámetros de Funcionamiento del PLC SIMATIC S7 1200

Para poder encontrar la información necesaria, EL TIA PORTA V13 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla. EL TIA PORTA V13 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.

Una de las características fundamentales del PLC S7-1200, es el funcionamiento cíclico de la CPU, y un parámetro de las prestaciones es su tiempo (tiempo de ciclo), considerando como es necesario para ejecutar las instrucciones, pero como no todas las instrucciones no son iguales

en cuanto al tiempo de ejecución de refiere, se adoptó como parámetros del tiempo de ejecución de 1K de memoria vacía.

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.

11.2.2. 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.

Tabla 8: 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	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

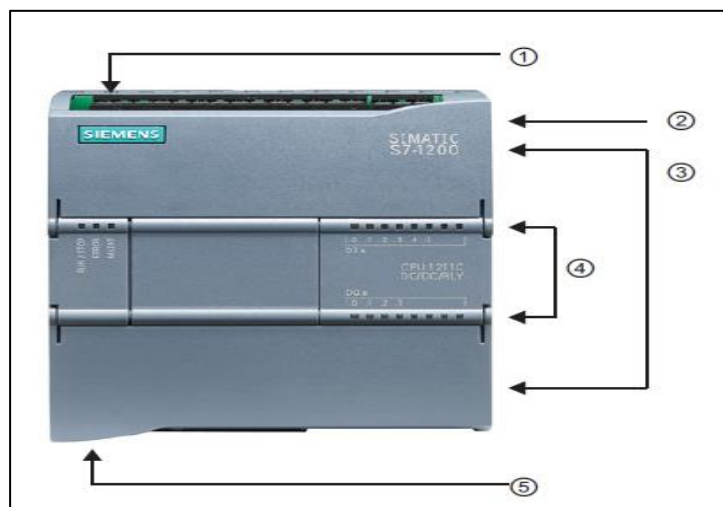
Fuente: Manual del Fabricante

11.2.3. PLC S7-1200

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. 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 conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Figura 15: Partes del PLC S7-1200



Fuente: Manual del Fabricante

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET.

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

11.2.4. Características de la CPU 1212C

El PLC S7-1200 que cuenta el laboratorio cuenta con una CPU 1212C la cual se menciona sus características en la siguiente tabla.

Tabla 9: 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)		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 / 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

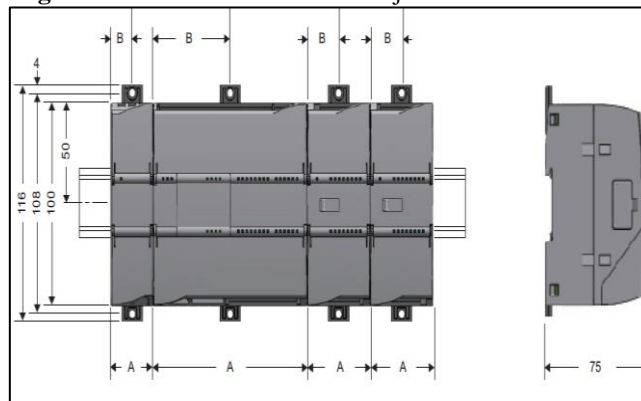
Fuente: Manual del Fabricante

11.2.5. Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios

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. Utilice 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. La dimensión interior del orificio para los clips de fijación en el dispositivo es 4,3 mm.

Figura 16: Dimensiones del Montaje



Fuente: Manual del Fabricante

Tabla 10: Dimensiones del montaje

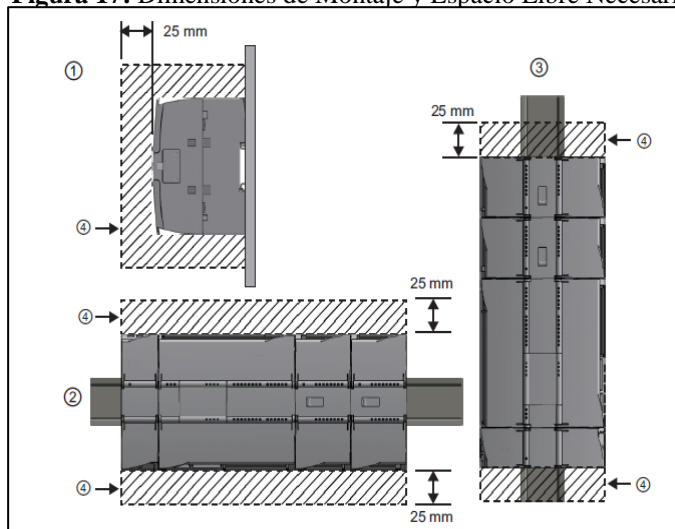
Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU	1212C	90mm	45mm
Módulos de señales	Digital de 8 y 16 E/S, analógico de 2, 4 y 8 E/S, termopar de 4 y 8 E/S, RTD de 4 E/S	45mm	22.5mm
	Analógico de 16 E/S, RTD de 8 E/S	70mm	35mm
Interfaces de comunicación	CM 1241 RS232, CM 1241 RS485	30mm	15mm
	CM 1243-5 PROFIBUS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

Fuente: Manual del Fabricante

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

- Aleje los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.
- Procure 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 17: Dimensiones de Montaje y Espacio Libre Necesario



Fuente: Manual del Fabricante

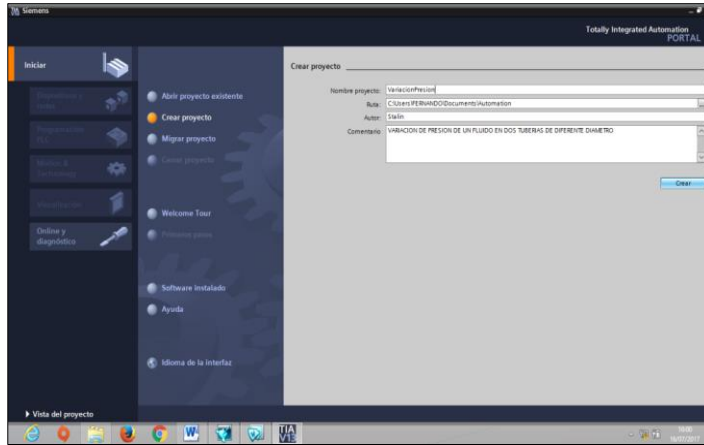
- Vista lateral
- Montaje horizontal
- Montaje vertical
- Espacio libre

11.2.6. Programación del PLC

Inicio de sección en el TIA PORTAL V13 en la computadora para crear nuevo proyecto y buscar el los controladores lógicos programables PLC S7-1200 para realizar el enlace, la cual después de haber realizados las vinculaciones adecuadas, realizamos la Vinculación del HMI con el PLC una vez vinculado agregar nuevo dispositivo y versión 13.0 en el programa TIA portal, realizamos Clip en bloque de programa y MAI OB1 para realizar un segmento y mediante el vínculo del HMI podemos realizar una simulación para lo cual se debe Configurar

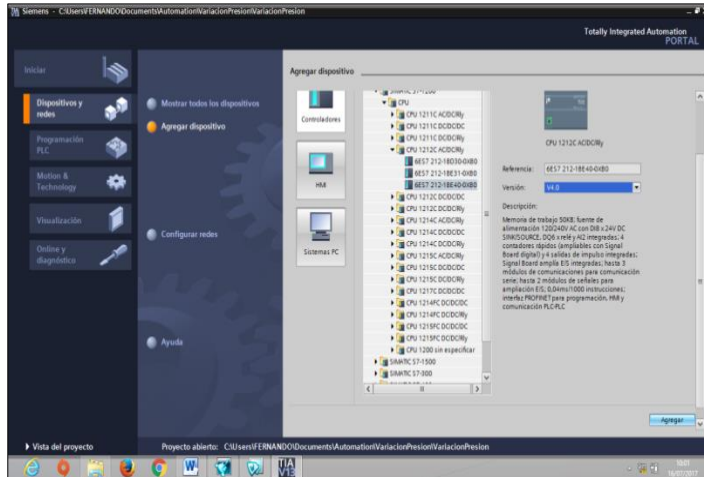
un Opc server, para comunicar PLC con computadora a continuación algunos pasos de la programación.

Figura 18: Software Step 7 y crear proyecto



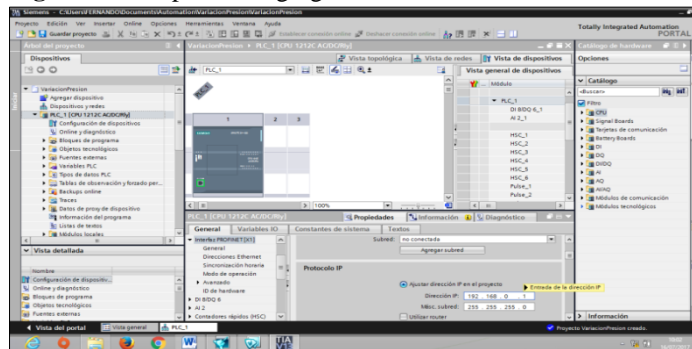
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 19: Dispositivos redes, agregar dispositivos en PLC's 7- 1200



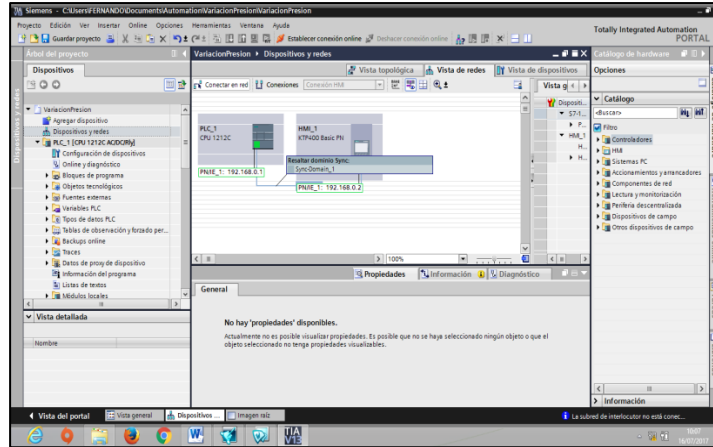
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 20: Dispositivo agregado PLC, CPU 1212C



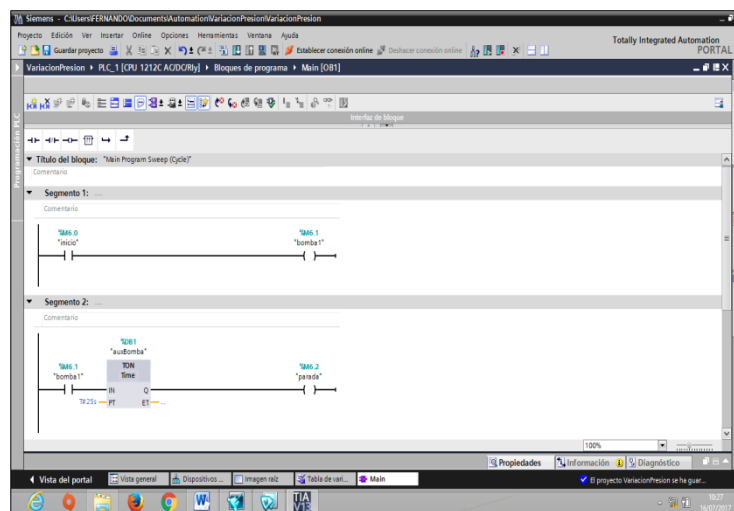
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 21: Dispositivos y redes, enlazamos del PLC al HMI para simular



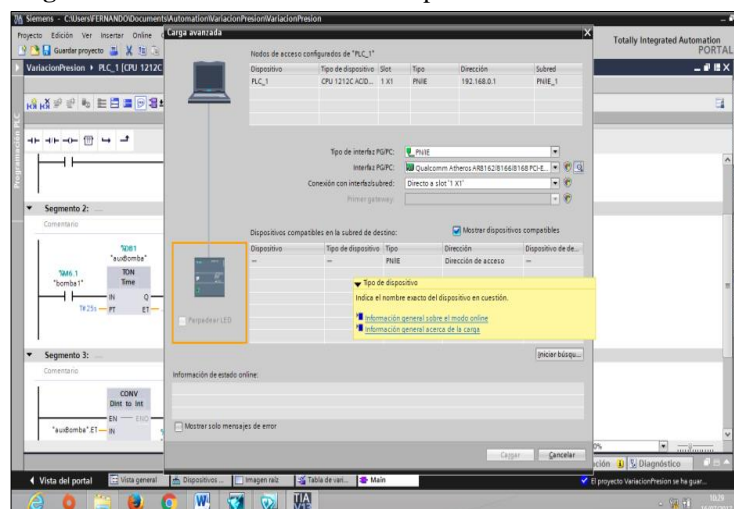
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 22: Creación segmentos para simular



Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 23: Vincular PLC con la Computadora



Elaborado por: Stalin Tigse


11.3. HMI

Este suele ser el caso más frecuente, la primera operación llevada a cabo es la lectura de los dispositivos conectados en las entradas del PLC, que será acompañada por la instrucción de una imagen de memoria de los estados de los mismos (registro Imagen en las entradas), este contenido permanece inalterable durante todo el ciclo. Una vez actualizadas todas las entradas, la CPU comienza a ejecutar el programa, en la medida que el programa se va ejecutando, la CPU colocara los resultados en el registro denominado.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotas, PLC y otros mecanismos de control, con la necesidad de tener un control más preciso y ayuda 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 reprogramado sobre un proceso.

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

Tabla 11: Pantalla HMI KTP400 BASIC PN

Panel HMI	Descripción	Datos Técnico
	KTP400 Basic PN Mono(Escala de grises) Pantalla táctiles 4 pulgadas con 4 teclas táctiles vertical y horizontal tamaño:3.8” Resolución:320 x240	128 variables 50 pantallas de proceso 200 alarmas 25 curvas 32KB memoria de recetas 5 recetas, 20 registros, 20 entradas

Fuente: SIMATIC HMI Basic Panels instrucciones de servicio.pdf

Los paneles SIMATIC HMI Panels han sido diseñados para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200. La gama de SIMATIC HMI Basic Panels para aplicaciones compactas ofrecen una solución que se puede adaptarse a la perfección a las

necesidades especiales de visualización: potencia y funcionalidad optima, gran variedad de tamaños de pantalla y un montaje sencillo. Dentro de las funciones del HMI tenemos:

- **Monitoreo:** Es la habilidad de obtener y mostrar datos e la pantalla real. Estos datos se pueden mostrar como números, textos o gráficos que permiten una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión:** Es la función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustarlas condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas:** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportado estos eventos basadas en límites de control pre-establecidos.
- **Control:** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan 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 un PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- **Ejecución de acciones de mando.-** Estas se pueden realizar por técnicas convencionales (pulsadores, interruptores, potenciómetros, etc.), o mediante teclados, lápiz óptico, mouse, pantallas, táctiles, etc. Las características del puesto de mando deben estudiarse cuidadosamente.

Con el puesto de mando se puede buscar comodidad para el operador: como temperatura estable, presión atmosférica ligeramente superior al exterior, y funcionalidad, buena iluminación.

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

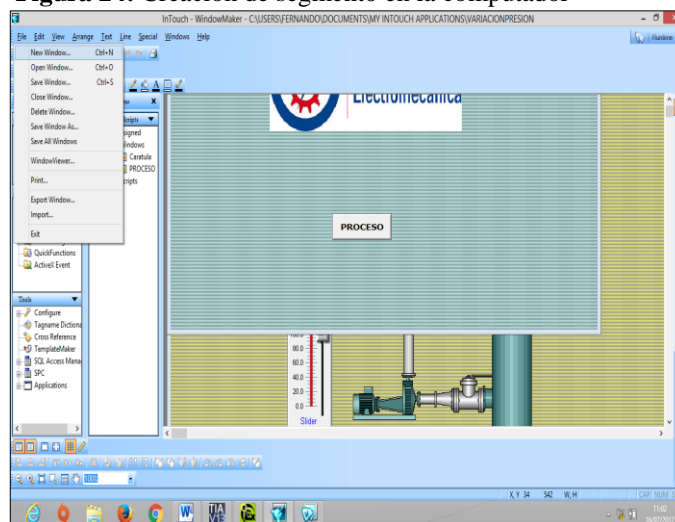
actuador, y por último el actuador que será una válvula de apertura y cierre proporcional.

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.

11.3.1. Proceso de simulación de la variación de presión de un fluido

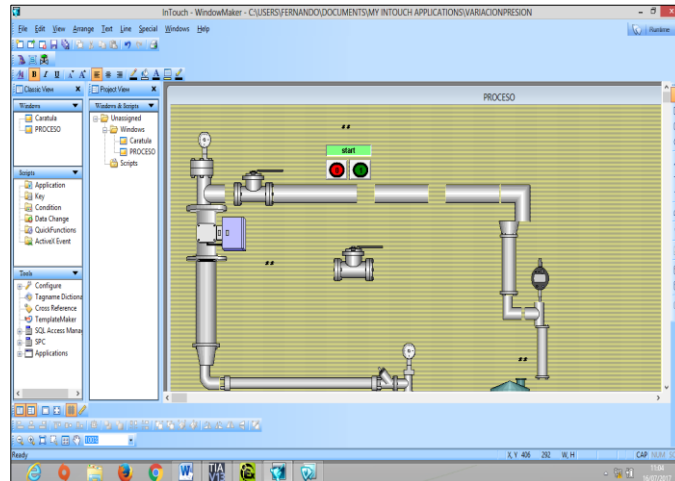
La simulación en el proceso del HMI de variación de presión de un fluido lo podemos realizar dentro de este contorno que con lleva algunas procesos importantes donde empezamos la creación del segmento en la computadora después de haber realizado las respectivas vinculaciones HMI,PLC y Computadora, ingresar en New Window y Window Properties para dar forma a los elementos que se van utilizar en la simulación como es tablero de control y monitorización donde podremos controlar la variación de presión de un fluido una vez realizado los parámetros debidos podemos mandar a cargar el ejercicio y podemos observar en tiempo real la simulación.

Figura 24: Creación de segmento en la computadora



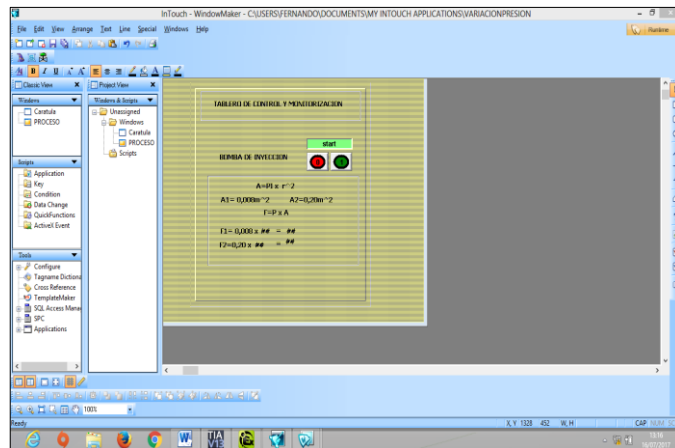
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 25: Selección de dispositivos para la simulación



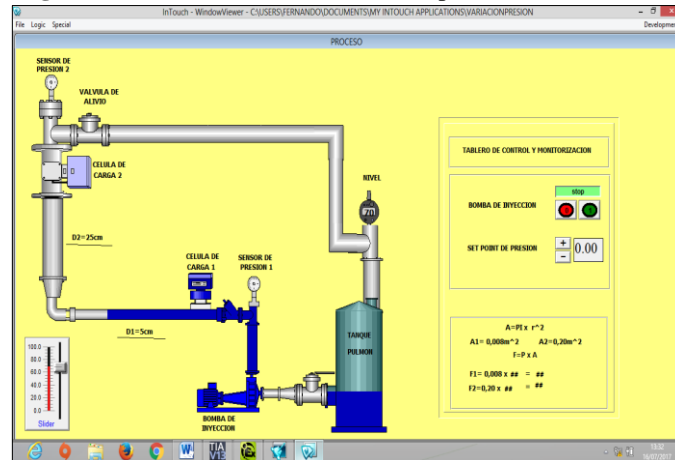
Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 26: Terminación del tablero de control P= F/A



Elaborado por: Stalin Tigse

Figura 27: Simulación de variación de presión de un fluido



Elaborado por: Stalin Tigse

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

En la ejecución del proyecto a medida se obtiene solución a los objetivos planteados, para ello es necesario promover tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente, desarrollar diálogos ambientales participativos. Por medio de la elaboración de un módulo didáctico se ayuda a los estudiantes a seleccionar los elementos necesarios para poder controlar la presión de un fluido, dejando de lado los tradicionales sistemas de control y el exceso de equipos no actualizados, mismos que consumen más energía.

Un factor importante tanto desde el diseño inicial hasta la programación final del sistema de simulación es conocer bien el espacio donde el proyecto va a funcionar, para saber la forma adecuada de especificar y posteriormente la implementación de los equipos. Es también una manera de proteger la naturaleza, misma que debe mantener armonía con los aspectos sociales, económicos y culturales.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 3 : Presupuesto del proyecto

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

11	Módulo de salidas analógicas sb 1232	1	208,00	208,00
12	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE	2	208,00	416,00
13	Guarda motor	1	73,87	73,87
14	Variador De Frecuencia SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	1	338,00	338,00
15	Relés térmicos	2	39,94	79,88
16	Breaker 2 polos	1	19,70	19,70
17	Breaker 3 polos	2	32,50	65,00
18	Borneras push in	105	1,52	159,60
19	Finales de bornera	13	1,25	16,25
20	Separadores pequeños	10	1,28	12,80
21	Separadores medianos	7	1,28	8,96
22	Puentes de borneras	6	1,28	7,68
23	Contactador bobina 220vac	4	22,23	88,92
24	Contactos auxiliar	2	27,34	54,68
25	CANALETA 25x60	1	11,60	11,60
26	Canaleta 25x40	1	7,50	7,50
27	Canaleta 40x40	4	5,60	22,40
28	Bornera de tierra	1	5,76	5,76
29	Borneras de distribución	1	15,25	15,25
30	Bornera porta fusible	4	1,50	6,00
31	Fusibles	4	0,50	2,00
32	Terminales tipo punta	3	3,50	10,50
33	Cable flexible	260	0,30	78,00
34	Cable utp	2	2,50	5,00
35	Riel din	3	3,50	10,50
36	Conductor	6	2,32	13,92
37	Enchufe trifásico +g	1	12,00	

				12,00
38	Toma corriente trifásico + g	1	12,00	12,00
39	Semáforo indicador	2	36,00	72,00
40	Amarras negras	2	3,00	6,00
41	Autoperforantes+brocas	200	0,03	6,00
42	Amperímetro	1	13,39	13,39
43	Voltímetro	1	13,39	13,39
44	Sensor de presión	1	267,75	267,75
45	Sensor de caudal	1	78,50	78,50
46	Cinta para maquillar de acuerdo a modulo	2	30,00	60,00
SUBTOTAL:				5.476,80
IVA 12%				657,22
TOTAL				6.134,02

Elaborado por: Stalin Tigse

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Se realizó el diseño y construcción del módulo didáctico utilizando el PLC Simatic S7-1200 para la simulación de variaciones de presión de un fluido comprobando el Teorema de Pascal.
- Se adquirió destrezas en programación LADDER para automatizar un proceso.
- Se seleccionó los elementos y protecciones eléctricas de los equipos de acuerdo a los parámetros requeridos por el fabricante y requisitos del proceso.

14.2. Recomendaciones

- Utilizar equipos de medición exacta para el cálculo correcto de la fuerza que genera una presión.
- El cálculo debe ser en tiempo real y debe ser monitoreado para un resultado satisfactorio en el proceso.
- Se debe utilizar equipos de seguridad al trabajar con presiones altas con el fin de evitar sucesos inesperados.

15. BIBLIOGRAFÍA

- ARGUELLO Arroyo, D. F., & Galarraga Cifuentes, E. R. (2010). Diseño y construcción de un elevador eléctrico-hidráulico tipo tijera para aplicaciones prácticas en la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE..
- ALARCÓN, A. & Proaño, M. (2007). Implementación de un sistema de control mediante PLC para un horno en una fábrica de acero (Ingeniero en Electrónica y Control). Escuela Politécnica Nacional
- BALSECA, J. (2007). Diseño e Implementación de un Prototipo de Interface persona Maquina (HMI) del Sistema de Control dela unidad Generadora N.-1 de la Central Hidroeléctrica Pucara (Ingeniero Eléctrico de Instrumentación). Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga.
- BARREIRO, G & EFRÈN, F. (2010). Estudio para la optimización del sistema de control de la unidad de bombeo power oil 3 del campo auca central de petroproducción utilizando PLC'S. Quito: B - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- BOLTON, William. (2010). Mecatronica. En W. Bolton, Mecatronica (pág. 608). Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C. V.,Mexico.
- CASTILLO, Jiménez, R. (2011). Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos, bienes de equipo y máquinas industriales (UF0459). Malaga : IC Editorial.
- CARGUA, J. & Valverde, M. (2016). Implementación del PLC simatic S7 - 1200 y pantalla táctil al módulo de transporte en 3 ejes para el laboratorio de control y manipulación automática de la escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH (Ingeniero de Mantenimiento). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- CEGARRA, Sánchez, J. (2012). Los métodos de investigación. España: Ediciones Díaz de Santos.
- COQUE, E. (2013). Diseño e implementacion de un sistema de control para el brazo robótico de cinco grados de libertad, utilizando labview e ninternet.
- CREUS, A. (2005). Instrumentacion Industrial 7 Edición. Barcelona: Marcombo Boixareu S.A.
- DANERI, P. (2008). PLC. automatización y control industrial (Vol. 1). Buenos Aire, Argentina: Editorial Hispano Americana HASA ISBN 978-950-528-296-8.

- GARCÍA, Luis. (2014). Instrumentación básica de medida y control. Madrid: Aenor - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- HERRAEZ, Josè. (2011). Elementos de física aplicada y biofísica. España: Universitat de València.
- MALDONADO, O. (2017). Diseño e implementación de un tablero simulador para PLC siemens s7-1200 y desarrollo de guías de prácticas (Ingeniero Electromecánico). Universidad Nacional de Loja.
- LÓPEZ, A. (2010). Metodologías de la Investigación. México: International Thomson Editores S.A.
- MEDINA, L. (2010). La automatización en la industria química. Barcelona: Politècnica de Catalunya. ISBN: 978-84-9880.
- MEDINA Muñoz, J. & Duque Cabrera, D. (2009). Diseño y construcción de un ascensor prototipo, comandado mediante controladores lógicos programables PLC (Ingeniería electromecánica). Universidad Nacional de Loja. Mirravate, Antonio. (2012). Elevadores: principios e innovaciones. Barcelona: Editorial Reverté.
- MONTALVO, J. & Morocho, W. (2017). Diseño e Implementación de un Sistema Scada para Control del Proceso de un Módulo Didáctico de montaje Festo utilizando PLC y una Pantalla HMI, caso Práctico: En el Laboratorio de Automatización de la Fie. (Ingeniero en Electrónica, Control y Redes Industriales). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. MOLINA Manuel, M. J. (2013). Electricidad Electromagnetismo. Madrid España: Proques Ebrary. Wed.
- PALMA, D and Isurieta, J. (2012). Diseño y construcción de un Sistema de Medición Electrónico para Bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan (Ingeniero Automotriz). Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga.
- NARANJO, E. & Sandoval, F. (2013). Implementación de un sistema HMI con red Profibus en el Laboratorio de Mecatrónica (Ingeniero de Mantenimiento). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ortiz, R. (2010). El control eléctrico. Mexico: Instituto Politécnico.
- PARDO, Alonso. (2012). Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial (UF0461). Málaga: IC Editorial.
- PÈREZ, Hèctor. (2015). Física 2 para Bachilleratos tecnológicos. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- RAMÍREZ, M. (2011). Controlador logico programable basado en hardware. Cujae: Instituto Superior José Antonio.

- ROJANO, Santiago. (2012). Instrumentación y control en instalaciones de procesos, energía y servicios auxiliares (MF0047_2. Malaga: IC Editorial.
- RUIZ, Diana. (2012). Montaje y reparación de sistemas eléctricos y electrónicos de bienes de equipo y máquinas industriales (UF0458). Málaga: IC Editorial.
- SÁNCHEZ, R. (2014). Enseñar a investigar: una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas. México: Plaza y Valdés S.A.
- Sanchez Vasquez Juan Andres, S. M. (2011). Boveda de seguridad programable con pantallas HMI "Interfas Hombre Maquina". Soacha: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- SIERRA, Jacinto. (2014). Elementos hidraulicos en los tractores y maquinas hidraulicas. Madrid: Mundi prensa.
- TOAPANTA D. (2013). Diseño e Implementación de un HMI para controlar el Sistema de Refrigeración relacionado con el Proceso de Producción de Bebidas Carbonatadas en la Empresa The Tesalia Springs Company – Macachí (Ingeniero en Electromecánica). Escuela Politécnica del Ejercito Extensión Latacunga.
- TORRES, J. (2009). Máquinas universal de ensayo. Caracas: All rights reserved.
- YANCHALIQÚIN, A. and Martínez, G. (2013). Construcción de una bancada didáctica para el PLC Siemens S7-1200 con interface HMI Touch.(Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Zabiaurren, L. (2012). Electricista de matenimiento. Barcelona: All rights reserved.

16. ANEXOS

Proceso de elaboración de estructura



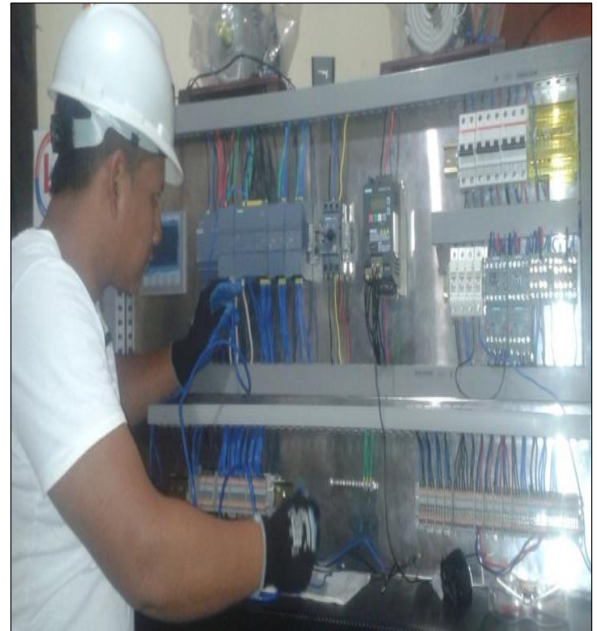
Cableado de los dispositivos utilizados



Instalación de contactores auxiliares



Conexión de cable de datos PLC al HMI





ENCUESTA

DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

1. **¿Conoce usted si existe algún módulo didáctico para simular la variación de presión de un fluido?**

SI NO

2. **¿Tiene usted conocimientos básicos sobre programación en los controladores lógicos programables (PLC)?**

SI NO

3. **¿Usted considera que los módulos didácticos permitirán buenos procesos académicos?**

SI NO

4. **¿Está usted de acuerdo con las diferentes prácticas de control que se realiza en los módulos didácticos dentro del laboratorio de Ingeniería Electromecánica?**

SI NO

5. **¿Cree usted que los docentes deben priorizar el aprendizaje práctico al momento de impartir sus clases?**

SI NO

6. **Qué incidencia cree usted que tendrán los conocimientos por adquirir en los futuros profesionales con la implementación de un módulo didáctico?**

Positiva Negativa

7. **¿Considera usted que con la implementación del módulo didáctico se ayudará a la manipulación de sistemas de procesos empleados en la vida profesional de los estudiantes?**

SI NO

8. **Usted considera que su nivel de aprendizaje mejorara con guías de estudio en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná?**

SI NO

9. **Cree Usted necesario la implementación del módulo de control de variación de presión de un fluido para visualizar la relación entre la fuerza, presión y área?**

SI NO

10. **¿Con la implementación de un módulo didáctico para el desarrollo de prácticas de control a través del PLC S7-1200 para simular la variación de presión de un fluido mejorara el nivel académico de los estudiantes?**

SI NO

Gracias por su colaboración

DATOS PERSONALES TUTOR

APELLIDOS: Vásquez Carrera
NOMBRES: Paco Jovanni
ESTADO CIVIL: Casado
CEDULA DE CIUDADANÍA: 050175876-7
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 20 de agosto de 1970
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Locoá
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032811781-032233462
TELÉFONO CELULAR: 0995092670/0987941281
E-MAIL INSTITUCIONAL: paco.vasquez@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
TÉCNICO	Tecnólogo en Control Automático	2002-09-19	1004-02-244248
TERCER	Ingeniero Industrial Ingeniero en Ejecución en Electrónica e Instrumentación	2006-05-11 2003-01-17	1045-06-684045 1004-03-335912
CUARTO	Magister en gestión energética	2016-05-12	1020-2016-1671047

HISTORIAL PROFESIONAL


FACULTAD 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: 18-04-2016

Firma

DATOS PERSONALES ESTUDIANTE

APELLIDOS:	Tigse Soto	
NOMBRES:	Stalin Benito	
ESTADO CIVIL:	Soltero	
CEDULA DE CIUDADANÍA:	050381373-5	
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:	Ninguno	
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:	Los Ríos /Valencia/Valencia	
DIRECCIÓN DOMICILIARIA:	Recinto el Progreso/ Parroquia El Tingo	
TELÉFONO CONVENCIONAL:	Ninguno	
TELÉFONO CELULAR:	0939048820	
E-MAIL:	stalin2291@hotmail.com	

ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Escuela Juan Tulcanas Arroyo

Secundaria: Instituto Superior La Mana

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi (Cursando el Noveno Ciclo)

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Físico Matemático



Firma