



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

**Simulación de un sistema automatizado para el control y monitoreo de  
la elaboración de la carcasa metálica de los transformadores Moretran**

**AUTOR:**

**Concha Quispilema Angel Alexander**

**TRABAJO DE TITULACION**

**Previo a la Obtención del Título de:  
Ingeniero en Electrónica y Automatismo**

**TUTOR:**

**Ing. Vega Ureta Nino Tello, MsC.**

**Guayaquil, Ecuador**

**2 de marzo del 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **CONCHA  
QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER** como requerimiento para la obtención del título  
de **INGENIERO ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

f.   
Ing. Vega Ureta Nino Tello, MsC.

**DIRECTOR DE LA CARRERA**  
f.   
Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, 2 del mes de marzo del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CONCHA QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER**

#### DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **SIMULACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA ELABORACIÓN DE LA CARCASA METÁLICA DE LOS TRANSFORMADORES MORETRAN** previo a la obtención del Título de **INGENIERO ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 2 del mes de marzo del año 2026

#### EL AUTOR

f. Angel Concha

**CONCHA QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN


### AUTORIZACIÓN

Yo, **CONCHA QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**SIMULACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA ELABORACIÓN DE LA CARCASA METÁLICA DE LOS TRANSFORMADORES MORETRAN.**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 2 del mes de marzo del año 2026

**EL AUTOR**

f.  \_\_\_\_\_

**CONCHA QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
AUTOMATIZACIÓN

REPORTE DE COMPILATOR

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

### Agradecimiento I (1)

**3%** Textos sospechosos

- 1% Similitudes
- 0% similitudes entre comillas
- < 1% entre las fuentes mencionadas
- 1% Idiomas no reconocidos
- < 1% Textos potencialmente generados por IA

Nombre del documento: Agradecimiento I (1).pdf  
ID del documento: de88cb8e2ceb8c071fd0c87e7ab3480e0b664ebb  
Tamaño del documento original: 6,98 MB

Depositante: Ronnie Alexander Bonilla Sánchez  
Fecha de depósito: 18/2/2026  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 18/2/2026

Número de palabras: 15.730  
Número de caracteres: 106.460

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Fuentes principales detectadas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://www.scielo.sa.cr/pdf/tam/v28n4/0379-3982-tam-28-04-00003.pdf">www.scielo.sa.cr</a> 1 Fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (70 palabras)
2	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/65798/1/7-115096%20COSTO098%20LLIGUIC...">www.dspace.espol.edu.ec</a> 1 Fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)

**Fuentes con similitudes fortuitas**

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://www.studocu.com">www.studocu.com</a>   Historia de la Automatización - Universidad ECL. Resumen...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
2	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
3	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/65798/1/7-112156%20CORELLA%20ZAMORA...">repositorio.upse.edu.ec</a>   Diseño y simulación de la automatización del proceso...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
5	<a href="https://repositorio.unillanos.edu.co">repositorio.unillanos.edu.co</a>   Diseño de un sistema SCADA para el mejoramient...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Se revisó el Trabajo de Titulación, **SIMULACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LA ELABORACIÓN DE LA CARCASA METALICA DE LOS TRANSFORMADORES MORETRAN**, presentado por el estudiante **CONCHA QUISPILEMA, ANGEL ALEXANDER**, de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 3% de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

f.   
Ing. Vega Ureta Nino Tello, MS.c.  
Revisor – COMPILATOR

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme culminar con mis estudios y formarme como un ingeniero, gracias por cuidarme y bendecirme a lo largo de este camino hasta el día de hoy y poder culminar con éxitos mis estudios.

Gracias a mis padres y hermanas por el apoyo hacia mi en todo momento, siempre confiaron en mi y estuvieron en cada momento importante de mi vida, desde la escuela, colegio hasta el día de hoy que culmino la universidad, este logro es para ustedes.

Gracias a los amigos que fui conociendo el camino, sus enseñanzas ayudaron a fortalecer mi camino como ingeniero y siempre los recordare a lo largo de mi vida.

## **Dedicatoria**

Dedico mi trabajo de titulación a Dios por siempre cuidarme y bendecirme a lo largo de mi vida.

A mis padres y hermanas por su compañía incondicional a lo largo de mi formación académica.

A mi mascota Jacob por las veces que me acompañaba a estudiar en mi habitación durante toda la noche.

A mi pequeña sobrina Victoria que recién tiene 3 meses de edad para que sea una gran profesional en el futuro.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. 

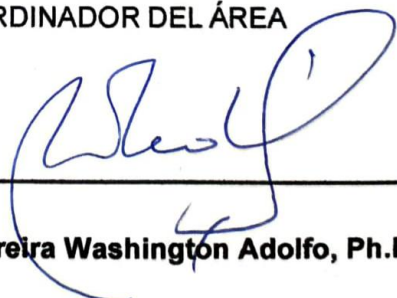
**Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.**

**DIRECTOR DE CARRERA**

f. 

**Ing. Ubilla González Ricardo Xavier, MsC.**

**COORDINADOR DEL ÁREA**

f. 

**Ing. Medina Moreira Washington Adolfo, Ph.D.**

**OPONENTE**

# INDICE GENERAL

## Contenido

Resumen .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
INDICE GENERAL.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE TABLAS .....	XIII
CAPITULO 1 .....	2
1.1 INTRODUCCION .....	2
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
1.5 Metodología.....	6
Capítulo 2 .....	7
Marco teórico .....	7
2.1 Antecedentes Teóricos de la Automatización .....	7
2.1.1 Lógica Cableada en la Automatización .....	9
2.1.2 Lógica Programable en la Automatización .....	11
2.1.3 Control Industrial y Supervision .....	12
2.2 Conceptos Básicos .....	13
2.2.1 Control de sistemas Automático .....	13
2.2.2 Controlador Lógico Programable PLC.....	13
2.2.3 HMI .....	14
2.2.4 Motor Trifásico .....	15
2.2.5 Sistemas Neumáticos .....	15
2.2.6 Válvulas Neumáticas .....	16
2.2.7 Actuadores Neumáticos.....	17
2.2.8 Electroneumática.....	17
2.2.9 Maquina CNC .....	18
2.2.10 Lenguaje de Programación .....	18
2.2.11 Protocolos de Comunicación Industrial .....	19
2.2.12 Protocolo de comunicación Profinet.....	20

2.2.13 Tía Portal .....	21
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>22</b>
<b>DISEÑO DEL SISTEMA SCADA.....</b>	<b>22</b>
3.1 Objetivo del sistema Scada.....	22
3.2 Diseño de la línea de producción .....	23
3.2.1 Descripción detalla de los pasos para la elaboración de producto.....	23
3.3 Diagrama P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación).....	25
3.3.1 Simbología utilizada en diagramas P&ID.....	30
3.4 Diagramas de estado del Flujo del SCADA .....	32
3.5 Diagrama de Control de la sección "Rollo de Acero" .....	34
3.6 Diagrama de Fuerza de la sección "Rollo de acero" .....	35
3.7 Diagrama de Control de la sección "Maquina CNC" .....	37
3.8 Diagrama de Fuerza de la sección "Maquina CNC" .....	38
3.9 Cálculos para Selección de Variador de Frecuencia .....	39
3.10 Selección de los equipos que serán utilizados.....	41
3.10.1 SIMATIC PC STATION .....	41
3.10.2 PLC Siemens, Simatic S7-1200 1215C DC/DC/DC .....	43
3.10.3 SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP .....	44
3.10.4 ET 200S con IM 151-1 .....	46
3.10.5 Variador de Frecuencia Sinamics G120.....	48
3.11 Topología de red.....	51
3.11.1 Instrumentación de la Interfaz Scada.....	52
3.12 Variables establecidas para la programación .....	53
3.13 Diagrama de Flujo de la Programación.....	54
3.14 Programación del PLC .....	55
3.15 SISTEMA SCADA.....	63
3.16 Faceplates .....	66
3.17 Elaboración de las RECETAS.....	71
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>74</b>
<b>SIMULACION Y PUESTA EN MARCHA .....</b>	<b>74</b>
4.1 Simulación del PLC en Tía Portal .....	74
4.2 Diagrama de Bloques de la Simulación. ....	76
4.3 Simulación de la Interfaz Scada.....	77
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>82</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Primer precedente histórico de las máquinas de control numérico. ....	7
Figura 2 Primeras estaciones de control completamente analógicas por la tecnología de la época.....	8
Figura 3 Diagrama de Control de un tablero eléctrico. ....	9
Figura 4 Diagrama de Fuerza de un tablero eléctrico. ....	10
Figura 5 Tablero eléctrico con lógica cableada.....	10
Figura 6 Bedford Associates con el Primer PLC desarrollado. ....	11
Figura 7 Tablero Electrico con PLC incorporado. ....	12
Figura 8 Sistema Scada. ....	12
Figura 9 Sistema de Control de Temperatura. ....	13
Figura 10 PLC S7-1500 de SIEMENS. ....	14
Figura 11 Pantalla HMI de Siemens. ....	14
Figura 12 Motor trifásico.....	15
Figura 13 Sistema Neumático. ....	15
Figura 14 Válvula Neumática.....	16
Figura 15 Cilindro Neumático. ....	17
Figura 16 Electroneumática. ....	17
Figura 17 Maquina CNC.....	18
Figura 18 Lenguajes de PLC. ....	19
Figura 19 Protocolos de Comunicación. ....	19
Figura 20 Protocolo de Comunicación Profinet.....	20
Figura 21 Sistema Scada en Tía Portal. ....	21
Figura 22 Proceso de corte con CNC laser. ....	24
Figura 23 Diagrama P&ID a implementarse. ....	25
Figura 24 Rollo de lámina metálica puesta en la Fábrica. ....	26
Figura 25 Segundo diagrama P&ID a implementarse.....	27
Figura 26 Tanques de oxígeno y aire comprimido puestos en Fabrica. ....	28
Figura 27 Compresor puesto en Fabrica. ....	29
Figura 28 Láminas de acero colocadas para corte laser. ....	29
Figura 29 Diagrama de Estados "Rollo de acero".....	32
Figura 30 Diagrama de estado de la Maquina CNC.....	33
Figura 31 Diagrama de control de la sección "Rollo de acero" ....	34
Figura 32 Diagrama de Fuerza "Sección rollo de acero" ....	35
Figura 33 Diagrama de control de la sección "CNC" ....	37
Figura 34 diagrama de fuerza " Sección CNC" ....	38
Figura 35 Comunicación de una PC STATION con PLCs.....	41
Figura 36 Pasos para ejecutar una comunicación Industrial.....	42
Figura 37 Diagrama de PLC 1215C DC/DC/DC ....	43
Figura 38 PLC SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP. ....	44
Figura 39 Especificaciones técnicas S7-300 CPU 315-2 PN/DP. ....	45
Figura 40 ET200.....	46
Figura 41 Interfaz de led indicadores de la ET200.....	47
Figura 42 Indicadores de estado LED.....	47

Figura 43 Partes del Variador Sinamics G120.....	48
Figura 44 Regleta de bornes de la CU del Sinamics G120.....	49
Figura 45 Partes de la CU del Sinamics G120.....	50
Figura 46 Topología de red.....	51
Figura 47 Instrumentación Interfaz Scada.....	52
Figura 48 Variables de tipo BOOL.....	53
Figura 49 Variables definidas como Salidas.....	53
Figura 50 Diagrama de flujo de la programación.....	54
Figura 51 Bloques de programación Utilizados.....	55
Figura 52 Plantilla válvulas Fc1.....	56
Figura 53 "Control_Valvulas".....	57
Figura 54 "DB_Falla_valvulas".....	58
Figura 55 "Control_Fallas".....	59
Figura 56 "Plantilla_Motores".....	60
Figura 57 Control_Motores.....	61
Figura 58 "Main".....	62
Figura 59 Vista del menú del sistema SCADA.....	63
Figura 60 Menú Principal.....	64
Figura 61 Ventana del proceso de perforación y corte.....	65
Figura 62 Creación de Faceplate para válvulas.....	66
Figura 63 Faceplate para valvulas.....	67
Figura 64 Ventana del proceso de corte con CNC.....	67
Figura 65 Faceplate para Actuadores.....	68
Figura 66 Ventana proceso del rollo de Acero.....	69
Figura 67 Enlace de faceplate de Motor.....	70
Figura 68 Creación de evento.....	70
Figura 69 Elaboración de Receta.....	71
Figura 70 Configuración de Receta.....	72
Figura 71 Visor de Recetas.....	73
Figura 72 Visor de Recetas Configurado.....	73
Figura 73 Enlace de simulación con el PLC.....	74
Figura 74 Vista Previa de Simulación.....	75
Figura 75 Diagrama de Bloques.....	76
Figura 76 Proceso "Rollo de Acero".....	77
Figura 77 "Corte con CNC".....	78
Figura 78 Ventana de Alarmas.....	79

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Simbología de los diagramas P&ID.....	30
Tabla 2 Simbología del diagrama de control "Rollo de acero".....	36
Tabla 3 Simbología del diagrama de control "Maquina CNC".....	39

## Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo, simular una línea de automatización remota, mediante un sistema scada, enfocada en la elaboración de transformadores de la empresa Moretran. En la visita a la planta se pudo visualizar el proceso de elaboración de las carcacas de los transformadores, el cual es realizado en gran parte por trabajadores, los cuales están expuestos a sufrir accidentes por las maquinas industriales que operan, por este motivo el objetivo de este proyecto de titulación es desarrollar un sistema para la producción automatizada de carcaca metálica de transformadores.

En la visita se pudo detectar los equipos que serán usados para este proceso y las posibles líneas de automatización que se van simular. La metodología por utilizar es tipo mixta cualitativa para el análisis y sinterización del sistema y cualitativa para el análisis de los elementos a usar en el desarrollo de esta propuesta.

Para el diseño de la interfaz del sistema scada se utilizó WinCC Runtime Advanced de Siemens, el cual es un software de visualización para sistemas de control y monitoreo basados en PC. El sistema scada desarrollado permite controlar los equipos que se encuentren en la planta de elaboración de los transformadores, asegurando la seguridad de los trabajadores y mejorando la eficiencia en la producción.

# ABSTRACT

The objective of this project is to simulate a remote automation line, using a SCADA system, focused on the manufacturing of transformers at the Moretran company. During a visit to the plant, the transformer casing manufacturing process was observed. This process is largely carried out by workers who are exposed to the risk of accidents from the industrial machinery they operate. Therefore, the objective of this thesis project is to develop a system for the automated production of metal transformer casings.

The visit also allowed for the identification of the equipment that will be used in this process and the potential automation lines to be simulated. The methodology employed is a mixed-methods approach: qualitative for the analysis and synthesis of the system, and qualitative for the analysis of the elements to be used in the development of this proposal.

For the design of the SCADA system interface, Siemens' WinCC Runtime Advanced, a visualization software for PC-based control and monitoring systems, was used. The SCADA system developed allows control of the equipment located in the transformer manufacturing plant, ensuring the safety of workers and improving production efficiency.

# CAPITULO 1

## 1.1 INTRODUCCION

Actualmente las grandes industrias del sector eléctrico buscan mejorar la eficiencia en la elaboración de sus productos, de esa forma optimizar su producción, es decir mejorar los tiempos de entrega que ofrecen de sus clientes, bajar los costos de producción y reducir los consumos de energía. Un medio para lograr esos objetivos es automatizar los procesos que manejan. La automatización puede ayudar en este proceso, así mismo esta permite reducir errores causados por humanos en los sistemas de producción en la industria, los cuales afectan en la eficiencia de producción (Pérez, 2020).

Los sistemas Scada son una solución a estos problemas debido a que se han vuelto muy relevantes al momento de supervisar, automatizar, controlar y monitorear cualquier proceso industrial de una planta de producción.

En un 70% del sector industrial se continúa utilizando la supervisión humana para el manejo y control de procesos industriales, como es el caso del proceso del manejo de láminas de acero para la elaboración de las carcassas metálicas de los transformadores Moretran. Al reducir el control manual por parte de operadores se hace más seguro operar los procesos industriales debido a que los trabajadores están expuestos a peligros de distinta índole (Pérez, 2020). La participación del ser humano limita a mejorar la eficiencia de producción, porque no se pueden prevenir fallas de manera temprana en los equipos y esto genera pérdidas de tiempo y dinero a la compañía.

Esta información deja en evidencia la necesidad de implementar sistemas automatizados, para llevar un control en tiempo real de la línea de producción de los productos a generarse.

La implementación de un sistema Scada logrará automatizar toda una línea de producción de una planta industrial, logrando con ello mejorar la eficiencia operativa de la planta, además de llevar un control de las acciones que se ejecutan en la elaboración de un determinado proceso, también incrementará la seguridad de los quipos y reduciría el consumo energético.

Este trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar una simulación de un sistema scada, que permita controlar y monitorear el proceso de elaboración de carcassas metálicas de transformadores; para ello se emplearan objetivos específicos como determinar la arquitectura de control del proceso a realizarse y diseñar la interfaz de automatización en el software de siemens TIA PORTAL.

## 1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En la planta industrial de la empresa Moretran que se encarga de la elaboración de transformadores de distribución y potencia es donde toma lugar este proyecto de investigación. En la empresa los procesos de control, monitoreo y producción se realizan de manera manual por un operador, lo cual genera pérdidas de tiempo en detección de fallas o ejecución de algún proceso que requiera intervención manual y por algún motivo el operador no se encuentre en el momento que se lo requiera. Pérez-López (2015) señala que un sistema scada es un conjunto de aplicaciones de software que tienen la tarea de controlar y monitorear computadores de control de producción a toda hora sin presencia humana.

La necesidad de un sistema automatizado es evidente al momento de ocurrir fallas en los equipos, debido a que genera paros no programados y una menor eficiencia en la producción del producto. Bailey y Wright (2003) mencionan que un SCADA abarca la recolección de la información y la transferencia de datos al sitio central, llevando a cabo el análisis y el control necesario, para luego mostrar la información de las fallas sobre una serie de pantallas al operador y de esta manera permitir acción inmediata y corregir fallas. De esta manera se lleva a cabo un registro de las acciones que ejecuta cada maquina y se pueden evitar paros no programados.

El Scada genera la posibilidad de controlar los equipos automatizados de manera remota, sin la necesidad de tener un operador controlando el proceso todo el tiempo. En gran parte de las fábricas, las alarmas o advertencias no son detectadas a tiempo lo cual puede generar daños en equipos de gran valor como motores, variadores de frecuencia, arrancadores suaves, PLCs, etc. Generando grandes pérdidas para la compañía y deteniendo la producción de los productos. Es así como algunos procesos industriales presentan deficiencia en el uso de la energía eléctrica.

### 1.3 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La implementación de una simulación de cómo se vería un sistema Scada en la planta de producción de transformadores Moretran, ayudará a tener una idea de cómo se mejorará la elaboración de la carcasa metálica de los transformadores de manera que se puedan optimizar los procesos de control, monitoreo y gestión de la información en tiempo real. Pérez (2015) menciona que el sistema puede comunicarse con los dispositivos de campo, para controlar el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad.

Partiendo de un punto de vista técnico, la implementación de un sistema scada permitirá ayudar a mejorar la eficiencia del tiempo empleado para la elaboración de los productos, además de llevar un registro de las acciones que se ejecutan en la elaboración de la carcasa de los transformadores, de esta manera se facilita entender el comportamiento de los equipos eléctricos, lo que contribuye a agendar mantenimientos predictivos y de esta forma poder evitar paros repentinos.

En términos económicos este sistema también genera un gran impacto ya que se optimiza el consumo energético, además de la reducción de la operación manual elaborada por una persona. Un scada reúne la recolección de información y transferencia de datos realizando un análisis y control que como resultado será mostrado en una serie de pantallas de operador (Pérez, 2020). Al poder tener la posibilidad de generar registros precisos de todos los equipos, se puede identificar las zonas donde existe alto consumo de energía y poder aplicar estrategias para reducir gastos en dichas áreas.

Finalmente, desde un punto de vista académico este proyecto permitirá al estudiante poner en práctica, los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera en el área de la automatización empleando el uso de un software muy usado en la industria como lo es Tia Portal de siemens. De esta manera la implementación de este sistema representa una solución sostenible, moderna y viable que soluciona problemas reales generados en la industria, aportando valor técnico al igual que académico al área de la ingeniería en automatización.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar la simulación de un sistema Scada, para controlar y monitorear el proceso de elaboración de la carcasa metálica de los transformadores Moretran, con la meta de diseñar un proceso automatizado y optimizar el tiempo de producción del producto, además de controlar la planta de producción de manera remota dejando a un lado la intervención manual.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar una visita técnica a la planta de producción de transformadores para determinar los procesos que se toman para elaborar el producto.
- Identificar los equipos e instrumentos eléctricos que forman parte de la planta de producción para realizar la simulación en el software a utilizar.
- Desarrollar la programación respectiva utilizando el software Tia Portal.
- Desarrollar la interfaz del sistema SCADA en Tia Portal enlazando las respectivas variables para simular los instrumentos que se emplearan en la simulación.
- Verificar el correcto funcionamiento del programa simulando un proceso real de la elaboración de la carcasa de un transformador.

## 1.5 Metodología

El presente trabajo de titulación es de tipo mixta cualitativa para el análisis y sintetización del sistema y cualitativa para el análisis de los elementos a usar en el desarrollo de esta propuesta, debido a que se enfoca en el estudio y análisis del diseño de un sistema scada, dirigido a una línea de producción de transformadores, para lo cual se están considerando diagramas de control, diagramas de automatización y sistemas de comunicación industrial. El sistema scada está orientado a automatizar todo un proceso industrial sin tener la necesidad de tener presencia de trabajadores cerca. Para el proyecto no se implementarán diseños estadísticos inferenciales o de carácter probabilístico.

Etapa 1: Estudio de los Equipos utilizados.

- Levantamiento de los sensores y actuadores que son utilizados para poder automatizar la planta de producción y poder automatizar todo el sistema de generación de carcasas metálicas.

Etapa 2: Investigación y estudio de conceptos de automatización e instrumentación industrial.

- En esta etapa procederemos a revisar conceptos técnicos, que nos permitan entender el desarrollo del sistema scada que se realizará.

Etapa 3: Desarrollo de los diagramas de estados, control y fuerza, además de la programación del PLC y diseño del sistema Scada.

- Diseño de los diagramas de estado, control y fuerza que serán usados para el desarrollo del sistema de automatización.
- Programación de los PLC S7-1500 y S7-300 responsables de la automatización en la línea de producción, de carcasas metálicas.
- Diseño del sistema Scada en Tia Portal integrando todos los equipos que serán utilizados

Etapa 4: Simulación

- En esta etapa procedemos a realizar la simulación de la elaboración de las carcasas metálicas de los transformadores.

Recursos:

- Software Tia Portal de Siemens
- Software Autocad de Autodesk

## Capítulo 2

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes Teóricos de la Automatización

En la Figura 1 se puede observar el primer precedente de una máquina de control numérico automático. “A través de los siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano “(Néstor Agudelo, Giovanni Tano, Carlos Andrés Vargas, **2020, p. 1**). La automatización tiene una gran historia ya que empieza desde hace siglos atrás “En Europa en los siglos XVII y XVIII se construyeron muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. “(Néstor Agudelo, Giovanni Tano, Carlos Andrés Vargas, **2020, p. 1**). El desarrollo de la automatización fue un gran avance para el mundo industrial a mediados del siglo XVIII, por la tecnología de ese tiempo no tenían grandes maquinas ni robots como los que se puede encontrar hoy en día en las industrias.

Un gran avance en la automatización en esa época fue la invención del motor debido a que eso proporciono un poco más de desarrollo para la maquinaria, además como no existía mucha tecnología gran parte de la clase obrera conservó su trabajo ya que aún se requería su presencia para completar sus tareas en la industria. Gracias al desarrollo de la tecnología se pudieron desarrollar mejores sistemas de automatización que permitieron a las empresas mejorar su eficiencia y calidad de producción.



Figura 1 Primer precedente histórico de las máquinas de control numérico.

Fuente: Agudelo, Tano y Vargas (s.f).

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de cómo eran los equipos, totalmente analógicos debido a que no era tan avanzada la tecnología. Con el paso del tiempo la automatización fue evolucionando con cada nuevo desarrollo tecnológico. En los años 50 se empieza a desarrollar los semiconductores en el mundo de la electrónica, se logra reducir el tamaño de los armarios eléctricos y con esto aprovechar mejor los espacios en las instalaciones eléctricas.

Para los mediados de los 70s los autómatas de la época empiezan a incorporar el microprocesador lo que los hace más inteligentes y capaces de desarrollar tareas de manera más eficiente empleando cálculos matemáticos en ellos. Para finales de los 70s dichos autómatas logran tener mayor memoria de trabajo y completar tareas industriales ya que pueden usar lenguajes programación mucho más robustos además de usar más métodos de comunicación industrial.

En los años 80 el mundo de la automatización ya tuvo mucho mas avance en la tecnología, con un poco más de velocidad en el procesamiento, fueron capaces de usar técnicas de control mucho más complejas como los sistemas PID o control FUZZY además de ya poder usar lenguajes de programación como el GRAFCET.



Figura 2 Primeras estaciones de control completamente analógicas por la tecnología de la época.

Fuente: Shutterstock 2022

Hoy en la actualidad con el gran avance de la tecnología se tienen autómatas programables mucho más robustos con mayor capacidad de almacenamiento, mayor procesamiento de información, capaces de funcionar con una gran variedad de protocolos de comunicación Industrial.



Por otra parte, la Parte de Potencia o fuerza de un tablero eléctrico consiste en el diagrama de conexión de las protecciones eléctricas que usará el tablero, como interruptores termomagnéticos, además de que incluye el diagrama de los actuadores que serán implementados, como motores. En la Figura 4 se observa el diagrama de fuerza de un diagrama eléctrico.

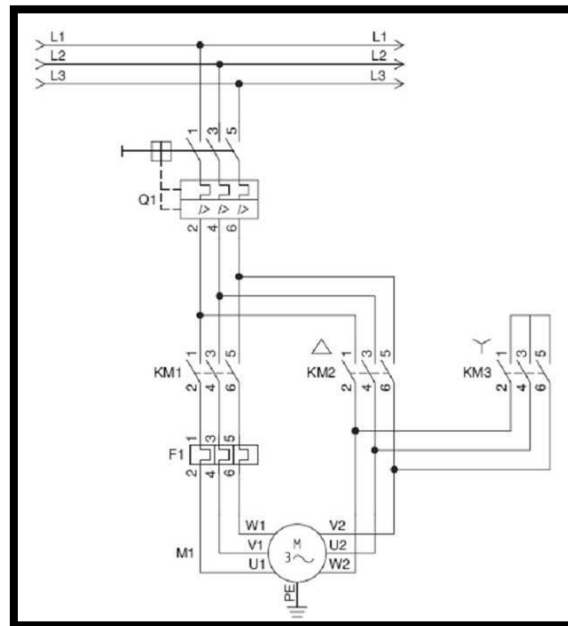


Figura 4 Diagrama de Fuerza de un tablero eléctrico.

Fuente: Circuitos electricos (s.f).

Los tableros con lógica cableada aún son usados por una gran parte del sector industrial, ya que es mucho más económico que implementar un plc que varía mucho el precio dependiendo de la tarea para la que vaya a ser utilizado, pueden alcanzar costo mucho más elevado. En la Figura 5 se muestra la parte interna de un tablero con lógica cableada.

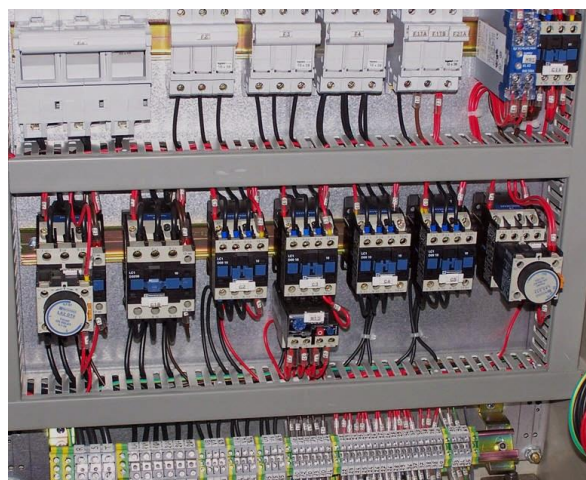


Figura 5 Tablero eléctrico con lógica cableada.

Fuente: Circuitos electricos (s.f).

## 2.1.2 Lógica Programable en la Automatización

Con el Paso del tiempo la tecnología fue avanzando cada vez más, la lógica cableada ya no era suficiente para las grandes industrias que requerían un mayor nivel de automatización. Ciertas compañías empezaron a usar los controladores lógicos programables o también conocidos como PLC. Como se muestra en la Figura 6 se presenta el primer PLC desarrollado.

La invención del PLC se remonta a 1968, cuando Hydramatic Corporation realizo una propuesta para dejar de lado la lógica cableada que incluía dispositivos electromecánicos para ejecutar el control de procesos, la propuesta ganadora vino de la mente de Bedford Associates una compañía que posteriormente se dedicaría a la fabricación, venta y mantenimiento del que en esa época era llamado MODICON (MODULAR, DIGITAL, CONTROLER).



Figura 6 Bedford Associates con el Primer PLC desarrollado.

Fuente: ELECTRONIC BOARD (s.f).

Con el paso de los años los PLC fueron evolucionando y con ellos la industria, se diseñaron nuevas formas de automatizar, nuevos lenguajes de programación como Ladder, grafcet, diagrama de bloques, nuevas comunicaciones industriales como PROFINET Y PROFIBUS y esto fue aprovechado por las industrias ya que un PLC podía hacer la tarea de varias personas a la vez, de esta manera se reducirían los gastos en las empresas y haría más autónoma una plata de producción. La universidad Nacional de la Plata (s.f) describe al PLC como el cerebro de muchas industrias para el funcionamiento de máquinas.

Actualmente existen varias marcas muy populares de PLC como Siemens, allen Bradley, Rockwell Automation, Mitsubishi, entre muchas más. Con la llegada de los PLC la lógica cableada empezó a ser menos utilizada debido a la implementación de PLCs en los tableros eléctricos. En la Figura 7 se muestra un tablero eléctrico con un PLC incorporado



Figura 7 Tablero Electrico con PLC incorporado.  
Fuente: Guillermo E.BECKER (s.f).

### 2.1.3 Control Industrial y Supervision

El control industrial es el conjunto de dispositivos y equipos utilizados para la automatización de un proceso industrial, mediante sensores y actuadores como PLCs, HMI, Motores, etc. La supervisión y control es un aspecto importante en la industria, porque permite tener información en tiempo real de las variables que se están ejecutando para obtener el resultado ideal en la automatización (García, 2022). El principal objetivo de un sistema de control industrial es que una planta de producción funcione de manera eficiente, evitando los paros innecesarios y distribuyendo las tareas de la manera más óptima posible para trabajar de manera óptima y continua.

Por otro lado la supervisión hace referencia al control que se tiene sobre un proceso, generar registros de todas las acciones que son ejecutadas, generar alarmas si existe algún error y poder tomar decisiones en ese momento, de manera remota sin la necesidad de estar presente en la línea de producción donde esté ocurriendo el problema. La unión de estos 2 conceptos es lo que se conoce como un Sistema SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos). La Figura 8 muestra un ejemplo de como se ve un sistema SCADA real.

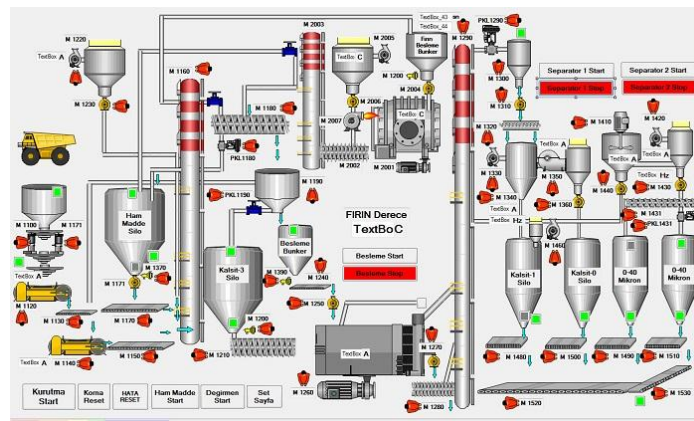


Figura 8 Sistema Scada.  
Fuente: Agustin Pelaez(s.f), ubidots.

## 2.2 Conceptos Básicos

### 2.2.1 Control de sistemas Automático

Los sistemas de control automático son aquellos que se encargan de controlar y regular un proceso de manera autónoma, sin la presencia de operadores que los controlen, gracias a su modelado matemático obtenido mediante funciones de transferencia. En la Figura 9 se muestra un sistema de control de temperatura del cual se puede extraer su función de transferencia realizando el respectivo modelado matemático.

El control automático ha generado un gran avance en el mundo de la tecnología, la ciencia y la ingeniería, se ha convertido en un elemento importante dentro de los sistemas robóticos, en los procesos actuales de fabricación y en cualquier proceso industrial que requiera control de cualquier parámetro como temperatura, humedad, flujo, etc. (Ogata,2010)

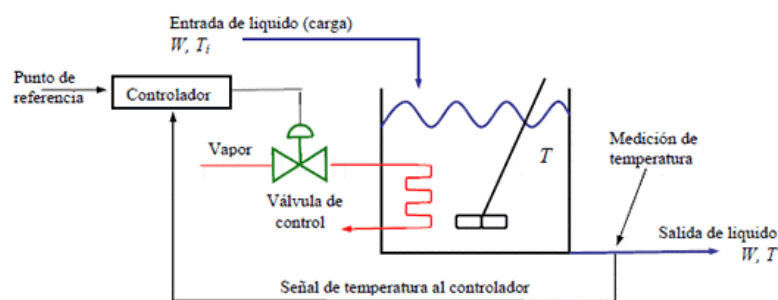


Figura 9 Sistema de Control de Temperatura.

Fuente: Katsuhiko Ogata, (2010, p.45).

### 2.2.2 Controlador Lógico Programable PLC

Un PLC es un dispositivo electrónico que posee entradas, salidas digitales y analógicas, salidas tipo relé eficientes para el control de actuadores como motores, mediante sus entradas analógicas puede leer información de los sensores puestos en campo y tomar decisiones según las muestras que receipte. El PLC se ajusta a un determinado proceso a controlar mediante el software que posee donde están los pasos a seguir del proceso a realizar (García, 2022).

Es un controlador diseñado para automatizar procesos industriales de manera segura y eficiente un plc es el cerebro de una industria ya que puede leer la información de los dispositivos en campo mediante señales de corriente de entre 4-20 mA que es la más usada o también 0 – 10v. El plc puede leer este tipo de señales mediante módulos de entrada de señales analógicas o mediante transmisores que son colocados en el mismo. En la Figura 10 se presenta un PLC s7-1500 de Siemens.



Figura 10 PLC S7-1500 de SIEMENS.

Fuente: Siemens (2021)

### 2.2.3 HMI

Una HMI también llamada interfaz hombre máquina, es un dispositivo que permite la interacción entre un operador y cualquier proceso industrial que se esté ejecutando. En la Figura 11 se muestra una pantalla HMI reflejando gráficos y datos con los que un operador puede interactuar y llevar el control de un determinado proceso industrial. Funciona a la par con el PLC ya que el plc lee la información que sucede en una maquina y esta puede ser vista por en operador mediante la HMI y así ver lo que sucede en todo momento con cualquier proceso industrial. Se comunican mediante protocolos industriales como Profinet o Modbus. Permite mostrar información del proceso como temperatura, velocidad, gráficos, estado de los actuadores, etc.

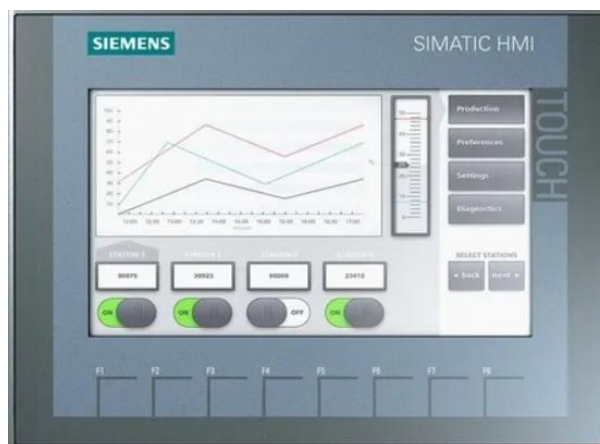


Figura 11 Pantalla HMI de Siemens.

Fuente: Siemens (2021)

### 2.2.4 Motor Trifásico

El motor trifásico es una maquina eléctrica que transforma la energía eléctrica en energía mecánica con la ayuda de 3 corrientes alternas desfasadas entre si 120 grados. El motor cuenta con un rotor y un estator, el rotor es la parte movable y el estator es la parte estática, al circular por el rotor las corrientes estas generan un campo magnético movable que es el hace girar al motor y así poder tener el movimiento que es implementado en un gran número de procesos industriales. En la Figura 12 se presenta la un motor trifásico y sus partes.

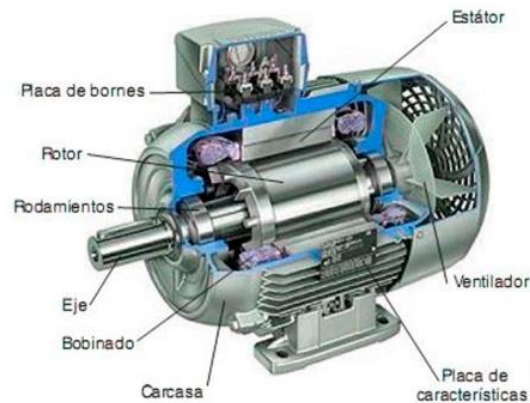


Figura 12 Motor trifásico.

Fuente: Ingenieria Mecafenix (s.f).

### 2.2.5 Sistemas Neumáticos

Los sistemas neumáticos con aquellos que usan aire comprimido como medio para transmitir energía y así generar movimiento dentro de un proceso industrial, son muy comunes en el mundo de la automatización por medio de válvulas, cilindros, martillos, etc, aprovechando así la velocidad a la que sale el aire comprimido para una gran variedad de procesos industriales que requieran velocidad y precisión autónoma. En la Figura 13 se observa todos los equipos que conforman un sistema neumático, actuadores, filtros de aire, etc.

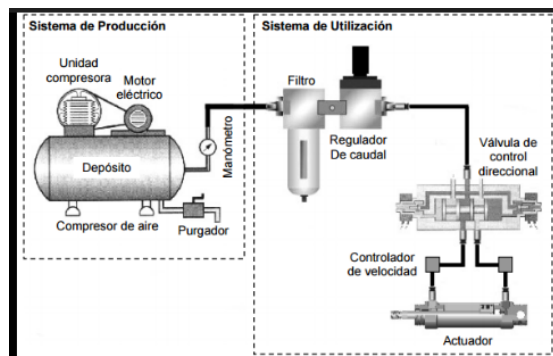


Figura 13 Sistema Neumático.

Fuente: Johelyzg, emaze 2022

Los sistemas neumáticos funcionan mediante aire comprimido o algún otro gas dependiendo del proceso que se vaya a ejecutar, este aire comprimido es generado mediante un compresor, pero no se lo puede mandar directamente a las válvulas o cilindros, el aire debe pasar por un sistema de filtrado donde será limpiado, filtrado y lubricado para de esta manera ser llevado a los dispositivos. Carballo (2011) menciona que la instrumentación industrial es la técnica que tienen los equipos de medir, controlar y transmitir de manera autónoma las magnitudes físicas que ocurren en los procesos industriales.

### 2.2.6 Válvulas Neumáticas

Las válvulas neumáticas son dispositivos importantes dentro de la automatización ya que estas se encargan de regular la presión y la velocidad con la que sale el aire comprimido de las válvulas y es entregado a los actuadores como cilindros neumáticos. Funcionan mediante un carrete interno que es el que se encarga de moverse dentro de la válvula para así cambiar de posición los distintos puertos de las válvulas. El accionamiento en la válvula puede ser manual o mecánico, neumático y eléctrico.

El accionamiento mecánico se da al activar la válvula mediante rodillos que son parte de la válvula, este tipo de válvulas son llamadas finales de carrera. En la Figura 14 se muestra como es físicamente una válvula neumática.

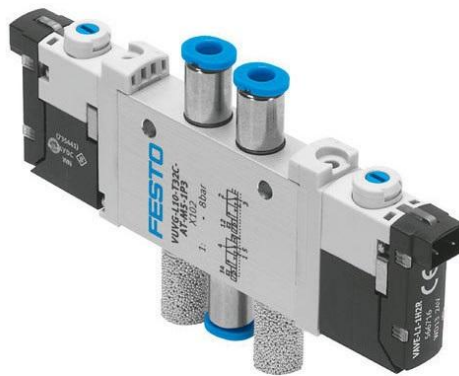


Figura 14 Válvula Neumática.

Fuente: HVH (s.f.).

### 2.2.7 Actuadores Neumáticos

Los actuadores neumáticos en este caso en específico los cilindros neumáticos son dispositivos mecánicos que convierten la energía del aire comprimido en movimiento lineal para generar movimiento dentro de cualquier proceso industrial. Su funcionamiento es posible ya que la fuerza del aire comprimido ingresa dentro del cilindro y esta genera una fuerza que activa el pisto que se encuentra dentro, de esta manera el pistón empuja el vástago del cilindro que es lo que genera el movimiento dentro de un sistema neumático. En la Figura 15 se observa las partes que forman un cilindro neumático.

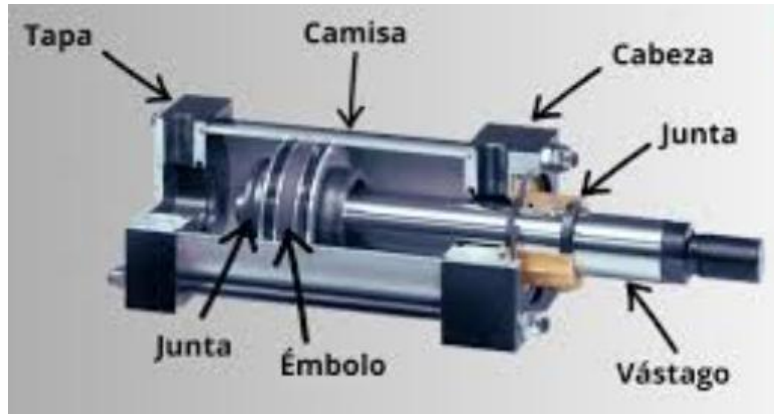


Figura 15 Cilindro Neumático.

Fuente: HVH (s.f.).

### 2.2.8 Electroneumática

La electroneumática es un sistema que funciona en conjunto con la electrónica para generar movimiento dentro de sistemas industriales. Recibe señales eléctricas de PLCs, sensores o relés que ayudan a regular e indicar cuanto flujo de aire comprimido debe circular para completar una acción. En la Figura 16 se observa un proceso basado en electroneumática.



Figura 16 Electroneumática.

Fuente: HVH (s.f.).

### 2.2.9 Maquina CNC

Una maquina CNC (Control numérico por computadora) es una maquina industrial usada para una gran variedad de propósitos, en el caso de la elaboración de la carcasa de transformadores se encarga de cortar las láminas de acero. La CNC de corte es un equipo industrial capaz de realizar el cortado de piezas metálicas con una gran precisión y sin necesidad de la intervención humana, reduce los errores y aumenta la productividad y la eficiencia en la industria. En la Figura 17 se observa una maquina CNC ejecutando un corte laser, utiliza un láser que funde y corta a altas temperaturas las piezas con gran precisión, usando ya sea aire comprimido o oxigeno dependiendo del tipo de acero que este programado a cortar.



Figura 17 Maquina CNC.

Fuente: FORZA laser (2022).

### 2.2.10 Lenguaje de Programación

Los lenguajes de programación en los controladores lógicos programables (PLC) son normas o estándares IEC-61131-3 que son utilizados para dar órdenes o comandar un PLC. Gracias a esta programación en el PLC es que se puede ahorrar un gran espacio en un tablero ya que reduce materiales que son utilizados en los tableros eléctricos, como temporizadores. Existe un lenguaje de programación gráficos que es conocido como LADDER (LD), otro lenguaje de programación utilizado es en BLOQUES DE FUNCIONES (FBD), etc.

- LADDER: Es el lenguaje mas utilizado ya que no es complejo de utilizar ya que se asemeja a diagramas eléctricos, usa contactos NO/NA, comparadores, temporizadores entre otros. Fácil de aprender y analizar.
- DIAGRAMA DE BLOQUES DE FUNCIONES: Este lenguaje usa simbología de lógica matemática para realizar la programación como compuertas AND, OR, NOT, XOR, etc.
- TEXTO ESTRUCTURADO: Es usado por los programadores mas avanzados ya que se asemeja a programar un microcontrolador en lenguajes como Python, C++, C, entre otros. Mucho mas complejos de

usar y difícil de interpretar. En la Figura 18 se presentan los distintos lenguajes que existen para programar un PLC.

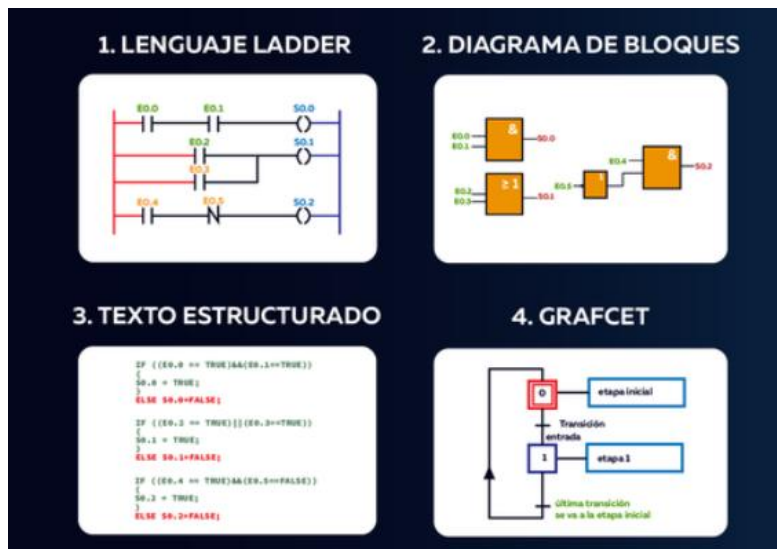


Figura 18 Lenguajes de PLC.  
Fuente: dc Control Services (2021).

### 2.2.11 Protocolos de Comunicación Industrial

Los protocolos de comunicación a nivel industrial son un conjunto de estándares que permiten que los dispositivos que se encuentran en campo como PLCs, sensores, actuadores, variadores de frecuencia, se conecten entre si y puedan intercambiar información de manera segura y así poder completar el proceso de automatización para el que están programados entre sí. En la Figura 19 se observan los protocolos de comunicación, desde los más antiguos hasta los más actuales.

Ayudan a coordinar a las máquinas y a los sistemas de automatización permitiendo supervisar y tener un control en todo momento de los procesos industriales.

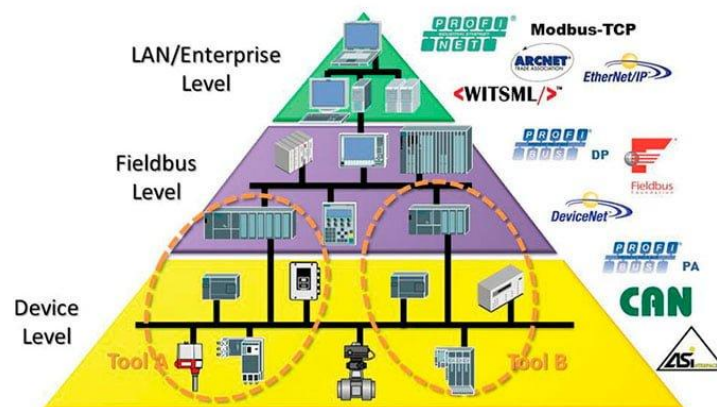


Figura 19 Protocolos de Comunicación.  
Fuente: Net Cloud Engineering (s.f.).

## 2.2.12 Protocolo de comunicación Profinet

El protocolo de comunicación industrial Profinet se encuentra basado en Ethernet y utiliza estándares abiertos como TCP/IP lo que lo hace adecuado para una solución moderna y flexible para la industria debido a sus bajos costos de implementación.

Está inspirado en Profibus DP, el protocolo profinet permite que los PLCs se comuniquen con distintos dispositivos industriales, lo más adecuado para esto es conectar todos los dispositivos que se desean controlar a un switch industrial y así poder tener comunicación con todos los dispositivos utilizados. En la Figura 20 se observa una topología de red basada en el protocolo de comunicación Profinet.

Este protocolo de comunicación ayuda a facilitar el diagnóstico de los equipos, mantenimientos preventivos y correctivos, ayudando así a evitar paradas y mejorando eficiencia en la industria. Gracias a la tecnología de diseño que posee basado en redes conmutadas de ethernet a 100 Mbps es capaz de adaptarse fácilmente a gran parte de entornos industriales.

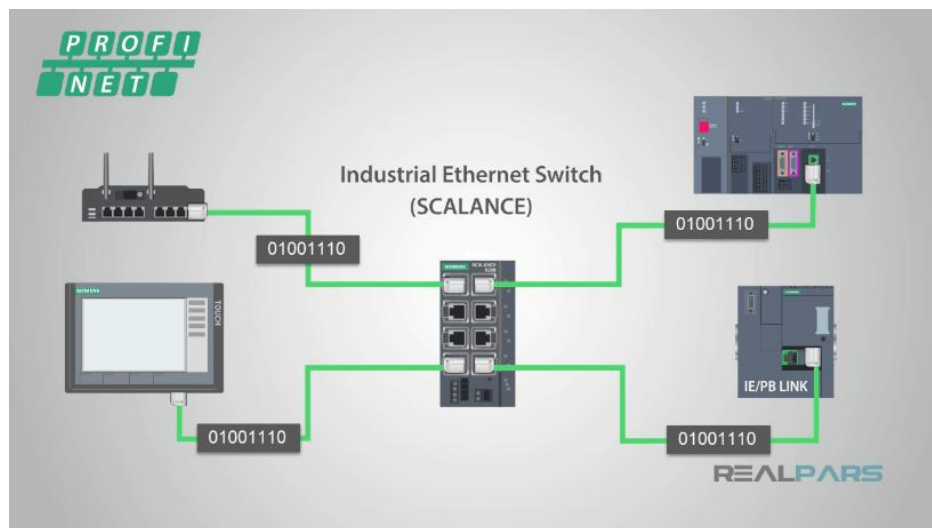


Figura 20 Protocolo de Comunicación Profinet.

Fuente: REALPARS (2021).

### 2.2.13 Tía Portal

El software con el que se llevara a cabo este proyecto de titulación es tia portal de Siemens, es un software diseñado para la automatización industrial en cual se pueden elegir PLCs de toda la familia siemens para cualquier proyecto ya sea grande o mediano, además de poder programarlo en lenguaje Ladder o texto estructurado. Tía portal también nos da la posibilidad de simular nuestros proyectos, utilizando una pantalla HMI de cualquier modelo de la familia siemens, también podemos incluir drivers como lo son los variadores de frecuencia y por último PC siemens que son en las cuales realizaremos la creación y la simulación de nuestro sistema Scada, como se puede apreciar en la Figura 21 la simulación de un sistema Scada realizado en Tía Portal.

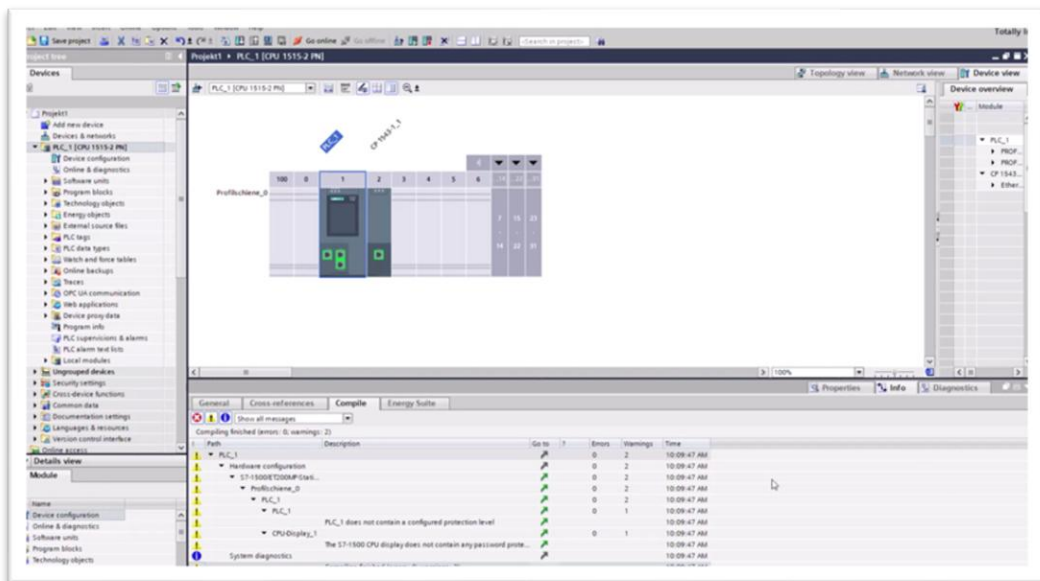


Figura 21 Sistema Scada en Tía Portal.

# CAPITULO 3

## DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

### 3.1 Objetivo del sistema Scada.

El desarrollo de este proyecto se centra solamente en la creación de la simulación de un sistema Scada, las obras civiles que puedan incluir este proyecto como: la elaboración de cuartos de control, trincheras eléctricas, ducto barras, etc. No serán tomadas en cuenta, tampoco las conexiones eléctricas para los distintos equipos que puedan llegar a ser utilizados dentro del proyecto. La automatización industrial abarca las actividades de los procesos industriales de control sin intervención humana (Carvajal, Marín, 2020). El objetivo principal es poder desarrollar un ambiente de trabajo más eficiente y productivo, tanto para los clientes como para el personal encargado de la planta de producción sin necesidad de operadores.

Los objetivos del sistema scada y equipos a ser utilizados en la creación del proyecto son los siguientes:

- Los equipos de automatización como PLCs y pantallas HMI deberán ser de la línea SIPLUS de siemens, para poder soportar los ambientes industriales como altas temperaturas que se pueden experimentar en la fábrica.
- Se podrá operar la línea de producción de manera remota sin la necesidad de tener operadores en el área de producción.
- Se podrá elegir ya sea aire comprimido u oxígeno para el realizar el tipo de corte según el tipo de acero que se requiera
- Se podrá programar el tiempo de corte de las láminas de acero directamente de la pantalla del Scada.
- Se implementará la norma ISA 101 para el diseño de las pantallas del sistema Scada.

## **3.2 Diseño de la línea de producción**

En esta sección del proyecto se va a describir los pasos que se tomarán para la elaboración de la carcasa metálica de los transformadores una vez que el sistema scada esté terminado, además de la selección de los equipos que serán usados para la implementación, tales como: PLCs, HMI, cilindros neumáticos, válvulas, etc. La HMI actúa como un medio de interacción entre el operador y la máquina. La pantalla HMI es el medio físico que ayuda a obtener información del sistema scada y por el cual se podrá interactuar y manejar este proceso (García, 2022).

### **3.2.1 Descripción detalla de los pasos para la elaboración de producto.**

A continuación, se detallarán los pasos a seguir en cada una de las secciones de la planta de producción, desde la llegada de las láminas de acero hasta el corte laser con la maquina CNC como se observa en la Figura 22.

- Paso 1: Se recibe las láminas de acero, enrolladas en un cilindro para luego pasar a ser conectadas en un motor y que se puedan desenrollar de manera uniforme
- Paso 2: Las láminas de acero procederán a ser desenrolladas con la ayuda de la banda transportadora
- Paso 3: Las láminas de acero sean detectadas por medio de un sensor, este al detectarlas envían una señal al PLC para que este envíe una señal a la electroválvula y proceda a activar el cilindro neumático que le hará las respectivas perforaciones
- Paso 4: Una vez perforadas las láminas de acero procederán con la etapa de corte.
- Paso 5: Un segundo sensor volverá a detectar las láminas de acero, una vez detectada se enviará una señal al plc para que este mande a activar una cierra eléctrica que corte las láminas en secciones rectangular y luego serán apilas una sobre otra.
- Paso 6: La siguiente etapa una vez culminado el corte de las láminas de acero y proceder a realizar el corte laser según los requerimientos necesarios

- Paso 7: Las láminas rectangulares de acero serán colocadas manualmente en la base de la maquina CNC, para que se proceda a realizar el respectivo corte.
- Paso 8: En la pantalla del Scada se podrá elegir el tipo de acero que es y según eso realizara el respectivo corte.
- Paso 9: De ser el caso de elegir acero negro el sistema scada tomara Oxigeno como medio de corte para efectuar un corte limpio y preciso, ya que dicho tipo de acero solo se puede cortar inyectando oxígeno a la CNC.
- Paso 10: De ser el caso de ser acero común, aire comprimido será inyectado a la CNC para poder efectuar el corte que es necesario.
- Paso 11: Las láminas de acero cortadas mediante laser serán removidas para luego seguir con un proceso de soldadura que ya no será controlado por el sistema scada.



Figura 22 Proceso de corte con CNC laser.

Fuente: FORZA laser (2022).

### 3.3 Diagrama P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación)

A continuación, se presentará el diagrama P&ID (Diagrama de tuberías e instrumentación) del flujo del proceso que formará la interfaz scada, el cual se procederá a implementar en tía portal. Este diagrama es importante para conocer la secuencia y la forma en la que interactúan los equipos ayudando: al diseño, operación y mantenimiento (Borbor, 2023). En este proceso son 2 diagramas P&ID los que se planean presentar y que a continuación se procederán a explicar cuál es el proceso que realiza cada uno respectivamente, según el proceso que llevará.

En la Figura 23 se presenta el diagrama P&ID del proceso industrial que se desarrollará, todo inicia con el rollo de lámina de acero que es controlado por un motor trifásico, este va desenrollando la lámina por la banda transportadora. Donde será detectada mediante un sensor inductivo (LT) el cual se encargará de detectar el metal de las láminas de acero, el detector de metal no necesariamente entra en contacto con el metal, si no que por medio de un campo electromagnético detecta la presencia del metal.

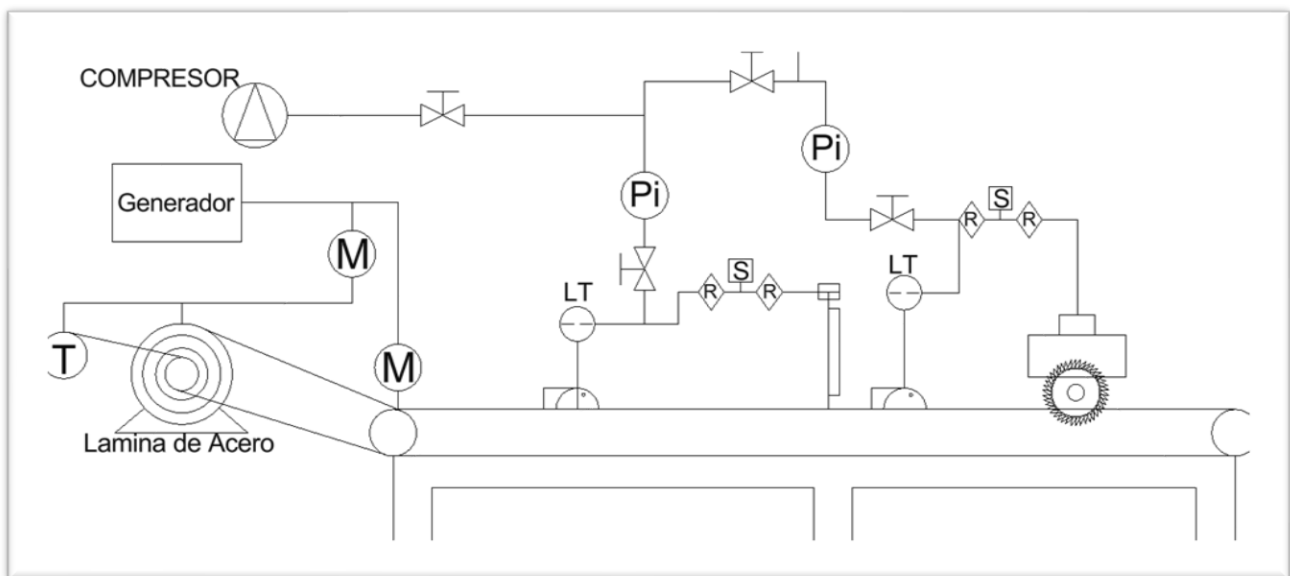


Figura 23 Diagrama P&ID a implementarse.

En la figura 24 se puede ver el rollo de acero que se encuentra puesto en la planta Moretran.



Figura 24 Rollo de lámina metálica puesta en la Fábrica.

Fuente: Fabrica de transformadores Moretran

Esta señal es procesada por el PLC el cual mandará a activar una electroválvula, que es la que se encarga del paso de aire desde el compresor hasta el taladro neumático que perforará las láminas de acero, que posteriormente pasarán a ser detectadas por un segundo sensor inductivo (LT), que al detectar las láminas de acero previamente perforadas, enviará otra señal que será procesada por el PLC y este mandará a accionar una segunda electroválvula, que es la controlará el movimiento de corte de la cierra que cortará las láminas de acero y como parte final, las planchas de acero perforadas y cortadas se agruparan una encima de otra al caer de la banda transportadora.

A continuación, en la Figura 25, se presenta el segundo diagrama P&ID del proceso a implementarse en la elaboración de la creación de la carcasa metálica de transformadores padmounted. El proceso inicia colocando las planchas metálicas previamente cortadas en la base ubicada en la parte baja de la cortadora laser CNC, una vez que las planchas de acero son colocadas para el corte con láser, desde la interfaz del sistema scada podremos elegir la opción de que tipo de acero es, ya que si estamos usando acero al carbono y necesitamos realizarle cortes, lo más adecuado será usar OXIGENO ya que el oxígeno reacciona químicamente con el hierro lo que genera oxidación y calor extra, lo que facilita mucho más el corte y ejecuta un cortado mucho más limpio.

Una vez seleccionado el tipo de acero que se procederá a cortar podremos seleccionar en el scada el tipo de corte que deseemos y si por alguna razón se necesita más tiempo para realizar un corte perfecto, también se tendrá la opción de colocar los tiempos que se requieran manualmente, de esta forma se cargaran los tiempos al plc y el scada se configurará para activar las maquinas durante ese nuevo tiempo establecido.

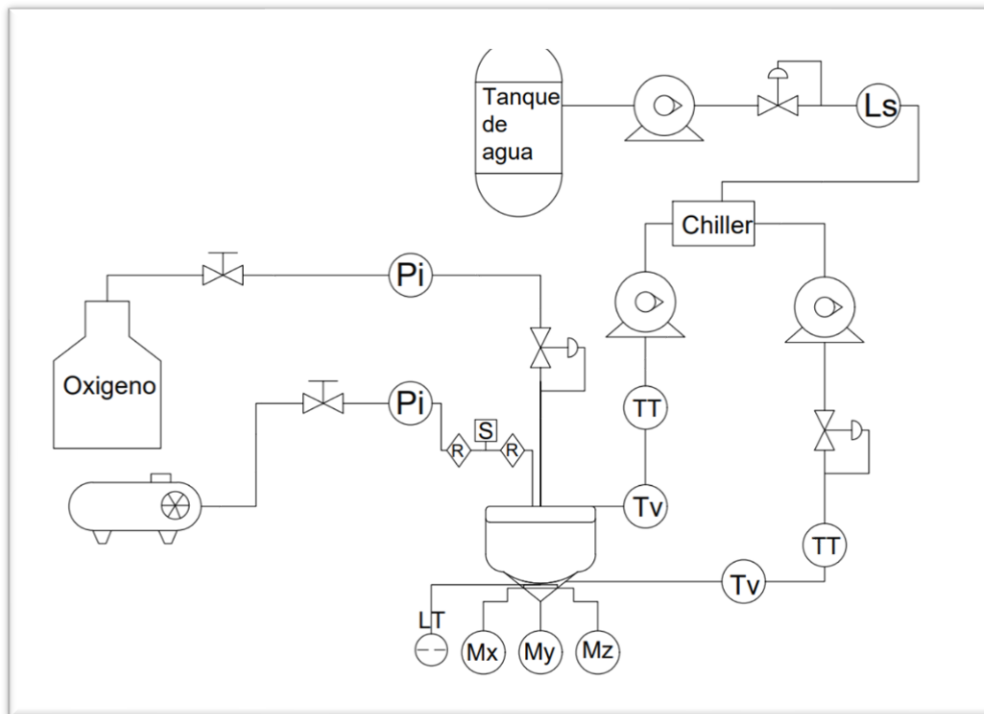


Figura 25 Segundo diagrama P&ID a implementarse.

Por otro lado, si tenemos planchas de acero inoxidable lo que generalmente se usa para realizarle un corte es el aire comprimido, ya que este solo expulsará el material fundido y ayudará a generar un corte más limpio y efectivo.

Un sensor inductivo detecta el acero, envía una señal que será procesada por el PLC y mediante el sistema scada tendremos la opción de elegir qué tipo de acero es, para dar inicio con su corte al elegir acero al carbono el sistema dará inicio al corte, tomando solamente oxígeno para realizar el corte.

Los motores de las posiciones x, y, z de la cnc se activan y comienzan a realizar el corte, una vez realizado el corte un operario procederá a retirar la plancha de acero de la base de la cortadora y antes de que se inicie otro corte un chiller que es un sistema de intercambio de calor, bombeará agua hacia la cortadora laser para enfriar sus terminales y prepararla para el siguiente corte, una vez enfriada el agua esta quedará tibia o incluso un poco caliente, es por esto que mediante un sistema de bombeo el agua regresará al chiller a nuevamente enfriarse y así en un ciclo de intercambio de calor para su optimo funcionamiento.

En la Figura 26 y 27 se muestra los tanques de oxígeno y compresor puestos en fabrica



Figura 26 Tanques de oxígeno y aire comprimido puestos en Fabrica.

Fuente: Fabrica de transformadores Moretran.



Figura 27 Compresor puesto en Fabrica.

Fuente: Fabrica de transformadores Moretran.

En el caso de que sea el turno de cortar planchas de acero inoxidable se colocará esta opción desde la interfaz del sistema scada, el sistema automáticamente tomará solo aire comprimido y no oxígeno para realizar el corte deseado, una vez se realice el corte el mismo proceso de enfriamiento volverá a ejecutarse y ya tendremos un sistema scada totalmente activo y seguro. En la Figura 28 se observa como están colocadas las laminas de acero antes del corte laser.












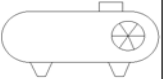
Figura 28 Láminas de acero colocadas para corte laser.

Fuente: Fabrica de transformadores Moretran.

### 3.3.1 Simbología utilizada en diagramas P&ID

A continuación, en la Tabla 1 se presenta la simbología de los equipos que serán utilizados dentro del diagrama P&ID se puede observar que lo conforman un conjunto de válvulas, motores, sensores, generadores, compresores, entre otros equipos más. Con esto se busca que el sistema scada quede totalmente funcional para poder asegurar una mejor producción y eficiencia del tiempo para evitar pérdidas por paros nos programados.

**Tabla 1 Simbología de los diagramas P&ID.**

	INTERCAMBIADOR DE CALOR
	TALADRO NEUMATICO
	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL DE AIRE COMPRIMIDO
	SENSOR DE NIVEL DE AGUA
	VALVULA REGULADORA DE REDUCCION DE PRESION
	BOMBA DE AGUA PARA UMENTAR LA PRESION DEL CIRCULACION DEL AGUA
	TRANSMISOR DE TEMPERATURA
	INDICADOR DE PRESIÓN
	VALVULA DE TEMPERATURA
	ELECTROVALVULA SELENOIDE CON SET Y RESET
	COMPRESOR DE AIRE

<p>SE</p> 	<p>SENSOR ELECTRÓNICO (INDUCTIVO)</p>
	<p>SENSOR DE TENSION (CELDA DE CARGA)</p>
	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA</p>
	<p>MAQUINA CNC CORTADORA LASER</p>
	<p>COMPRESOR DE AIRE</p>
<p>Generador</p>	<p>GENERADOR ELECTRICO</p>
	<p>ROLLO DE LAMINAS DE ACERO</p>
	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE OXIGENO</p>

### 3.4 Diagramas de estado del Flujo del SCADA

Como se observa en la Figura 29 se tiene el diagrama de estado del proceso llamado "rollo de acero", el diagrama es una herramienta visual que nos ayuda a interpretar como es el comportamiento de un proceso automatizado, detallando los estados por los que pasa hasta completar la tarea que fue programada y a entender las posibles condiciones por las que pueden ocurrir cambios o problemas en el proceso. Se puede observar que en cada estado se ejecuta una determinada acción, hasta poder completar la tarea que fue programada y entre estados se observa la detección por parte de los sensores, con los tiempos de pausa que se usan para pasar de un estado a otro. Cada "S" representa un sensor y cada "T" representa un determinado tiempo de pausa para pasar de un estado a otro.

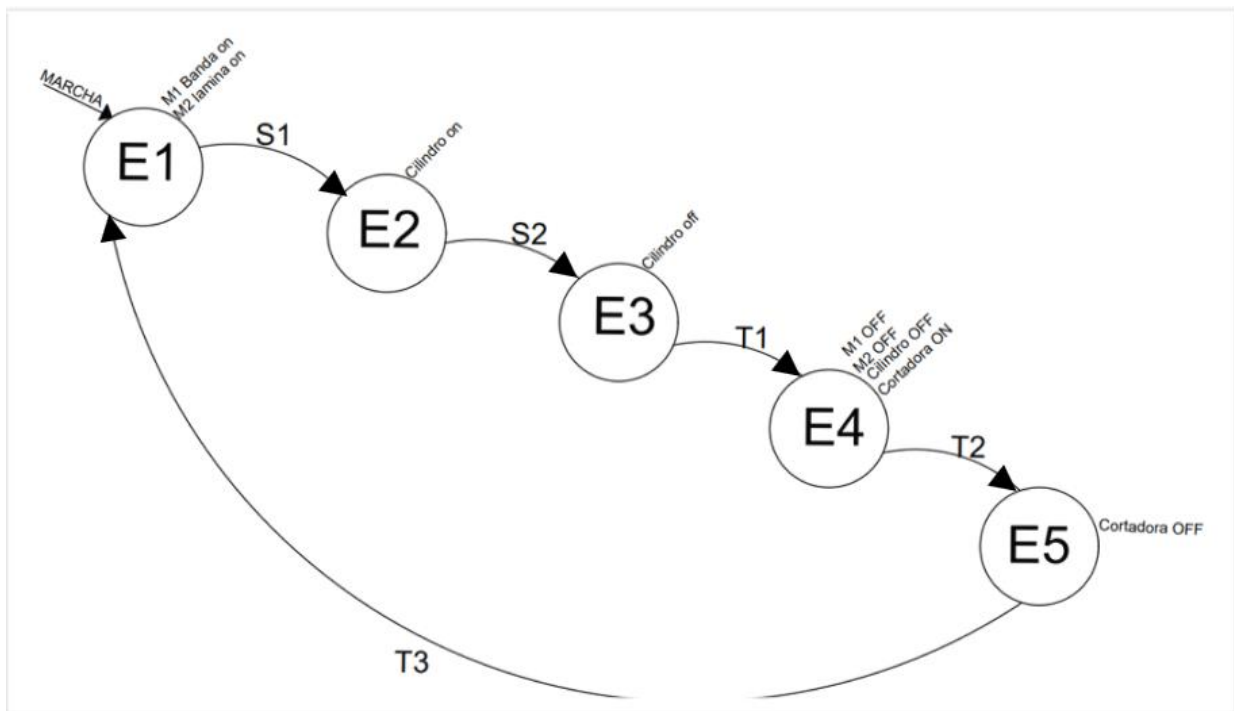


Figura 29 Diagrama de Estados "Rollo de acero"

Todo inicia en el estado 1 "E1" mediante el cual empieza el proceso, se enciende el motor 1 y 2 de la banda transportadora y el motor de la lámina que desenrolla el acero respectivamente, luego esto pasa por un sensor inductivo que detecta el acero y pasa a perforarlo con un cilindro neumático en el estado "E2", después pasa por un segundo sensor inductivo en el estado "E3" que desactiva el cilindro neumático y genera una pausa de 20 segundos en el estado "E4" deteniendo al motor 1 y 2, al cilindro neumático y activando a la cierra eléctrica que cortará las láminas de acero en partes iguales de 1x1, una vez terminado el proceso de corte se activa un tiempo de 10 segundos, es ese tiempo pasa al estado "E5" donde se desactiva la cortadora y pasa a un nuevo tiempo de pausa de 10 segundos y vuelve al estado "E1" donde se repite el proceso.

En la Figura 30 se muestra el diagrama de estado de la "Maquina CNC" inicia en el estado 1 "E1" mediante el cual comienza el proceso donde se enciende el compresor, después la lámina de acero pasa por un sensor inductivo ubicado bajo la CNC que detectará la lámina de acero previamente cortada en el proceso anterior, una vez que la detecte pasará al estado 2 "E2" donde iniciará el proceso de corte laser con la CNC, luego del proceso de corte hay una pausa de 5 min que nos lleva al estado "E3", la CNC se apaga, hay una nueva pausa de 5 minutos en los cuales se pasa al estado "E4", empieza a funcionar el intercambiador de calor (chiller) para enfriar la cortadora laser después del proceso de corte, este proceso dura alrededor de 8 min y finalmente pasa al estado 5 "E5" donde se apaga el chiller y se genera un tiempo de 3 minutos para volver a retomar el estado "E1" e iniciar de nuevo todo el ciclo.

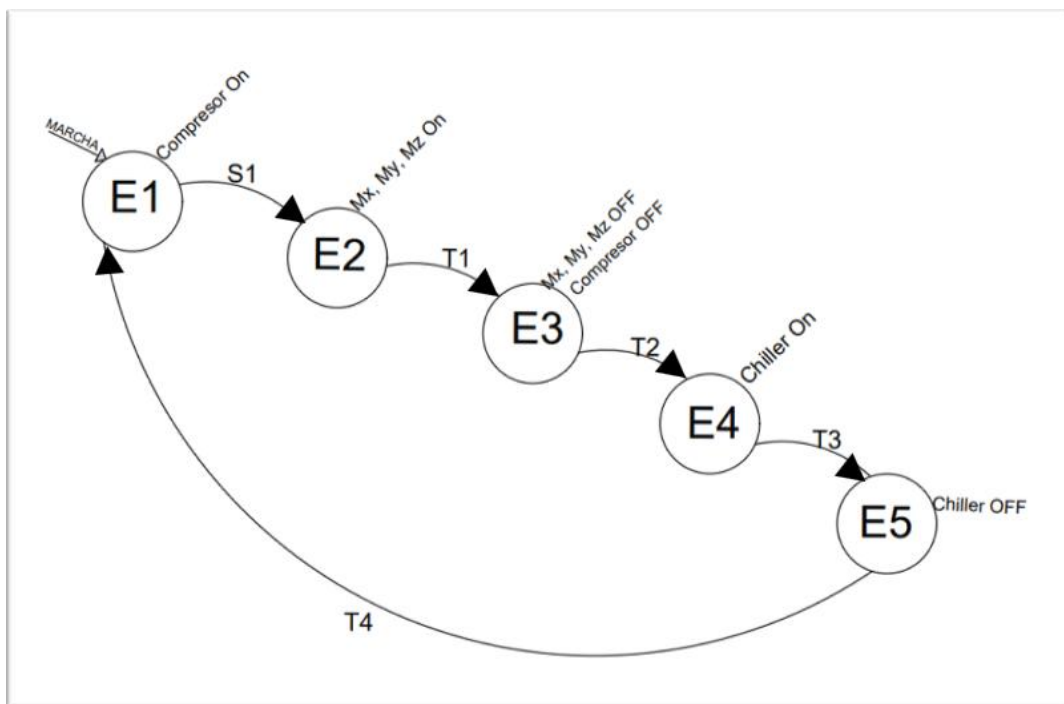


Figura 30 Diagrama de estado de la Maquina CNC.

### 3.5 Diagrama de Control de la sección "Rollo de Acero"

El diagrama de control es el esquema donde se puede observar la parte eléctrica, que forma el proceso de mando de los sistemas industriales. En los diagramas de control se pueden observar contactores, bobinas, contactos NO, contactos NA, fuentes de alimentación, sensores, temporizadores, etc. Este diagrama es importante porque si fuera el caso en el que este proyecto se fuera a realizar físicamente, el diagrama nos daría las conexiones que debemos hacer entre los equipos eléctricos para que todo pueda funcionar, por otro lado, con el diagrama de control podemos desarrollar la programación en el PLC ya que es muy similar al lenguaje de programación Ladder.

A continuación, en la Figura 31 se observa el diagrama de control del proceso de "rollo de acero", primero se tiene la línea de alimentación, seguido de eso se puede ver el pulsador inicial de cada sección, se observa a los botones E1, E2 y E4 que dan inicio a su respectivo proceso, junto a cada pulsador se tiene al contacto de enclavamiento que una vez presionado su respectivo pulsador principal, este se quedará activada y se encenderán las bobinas de cada uno de los procesos que se indican en la imagen, por último los contactos normalmente cerrados E4, E3 Y E5, son los que darán por terminada una acción debido a que una vez activados, estos se abrirán y cortarán el flujo de energía hacia las bobinas deteniendo así el proceso que se esté ejecutando.

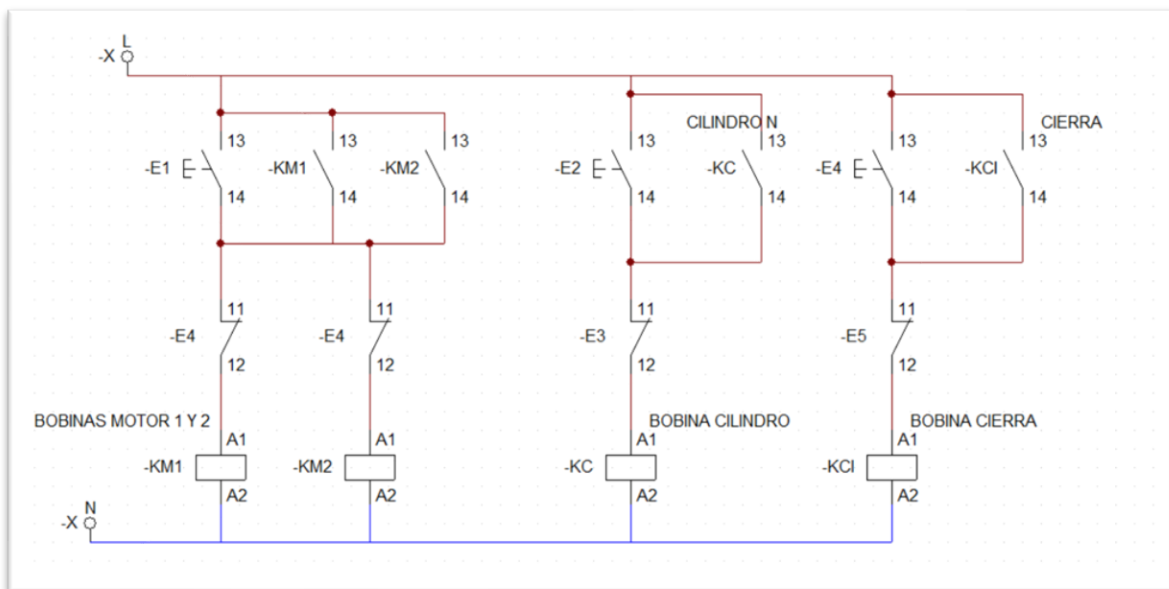


Figura 31 Diagrama de control de la sección "Rollo de acero"

### 3.6 Diagrama de Fuerza de la sección "Rollo de acero"

En la Figura 32 podemos ver la parte de fuerza del diagrama, la sección "rollo de acero" donde se puede ver el flujo de energía que recorre las cargas eléctricas que en el diagrama son motores, los motores son controlados por el variador de frecuencia para mejorar el consumo de energía, reducir las corrientes de arranque que sin un variador pueden llegar a ser hasta 15 veces la corriente nominal y además ayudan a prolongar la vida útil del motor.

Como se puede observar en la imagen los motores están funcionando a 60Hz que es la máxima frecuencia que pueden entregar a su máxima capacidad. Los motores son controlados por el PLC que a la vez se comunica con el VDF ajustando de esta manera la aceleración de los motores.

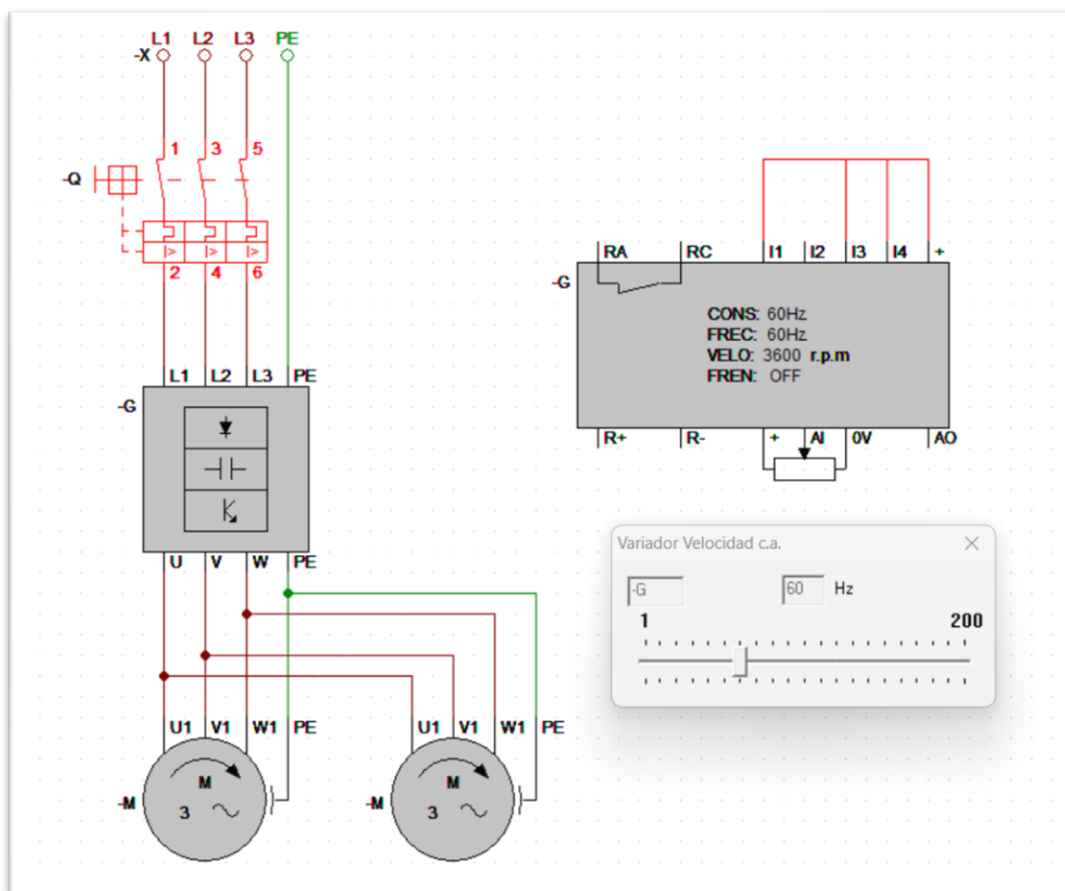
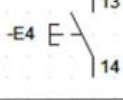


Figura 32 Diagrama de Fuerza "Sección rollo de acero"

**Tabla 2 Simbología del diagrama de control "Rollo de acero".**

En la Tabla 2 se puede observar la simbología utilizada para el proceso del "Rollo de acero" del sistema SCADA.

	<p>PULSADOR DE INICIO DEL PROCESO (ESTADO E1)</p>
	<p>CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KM1, QUE CONTROLA AL MOTOR 1</p>
	<p>CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KM2, QUE CONTROLA AL MOTOR 2</p>
	<p>PULSADOR E2 QUE DA INICIO AL ESTADO E2</p>
	<p>CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KC QUE CONTROLA AL CILINDRO NEUMATICO</p>
	<p>PULSADOR E4 QUE DA INICIO AL ESTADO E4</p>
	<p>CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KCI QUE CONTROLA A LA CIERRA</p>
	<p>CONTACTO NORMALMENTE CERRADO QUE DETENDRA EL PROCESO DE LA BOBINA A LA QUE CORRESPONDA AL MOMENTO DE ABRIRSE.</p>

### 3.7 Diagrama de Control de la sección "Maquina CNC"

Por otro lado, en la Figura 33 se presentará el diagrama de control de la maquina CNC el cual nos ayudará con la programación que se realizará para la sección de corte.

Como se observa primero se tiene la línea de alimentación, seguido de eso se puede ver el pulsador inicial de cada sección, se observa a los botones E1, E2 y E4 que dan inicio a su respectivo proceso, junto a cada pulsador se tiene al contacto de enclavamiento que una vez presionado su respectivo pulsador principal, este se quedará activada y se encenderán las bobinas de cada uno de los procesos que se indican en la imagen, por último los contactos normalmente cerrados E3 Y E5, son los que darán por terminada una acción debido a que una vez activados, estos se abrirán y cortarán el flujo de energía hacia las bobinas deteniendo así el proceso que se esté ejecutando

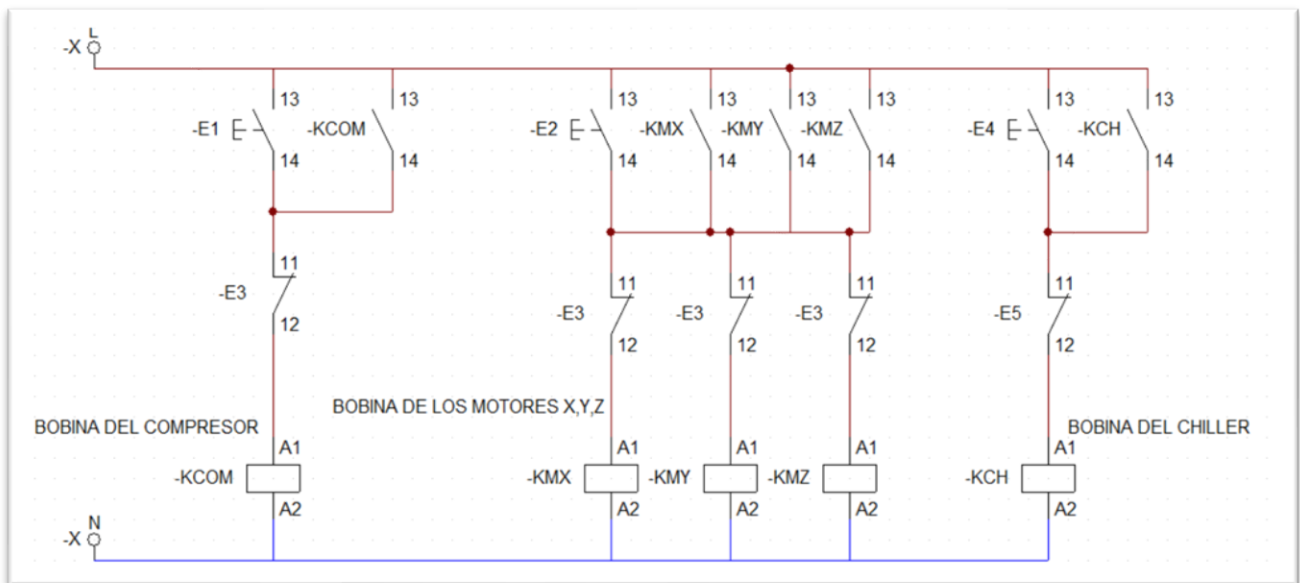


Figura 33 Diagrama de control de la sección "CNC"

### 3.8 Diagrama de Fuerza de la sección "Maquina CNC"

En la Figura 34 podemos ver la parte de fuerza del diagrama, la sección "corte con CNC" donde se puede ver el flujo de energía que recorre las cargas eléctricas que en el diagrama son motores, los motores son controlados por el variador de frecuencia para mejorar el consumo de energía, reducir las corrientes de arranque que sin un variador pueden llegar a ser hasta 15 veces la corriente nominal y además ayudan a prolongar la vida útil del motor.

Como se puede observar en la imagen los motores están funcionando a 60Hz que es la máxima frecuencia que pueden entregar a su máxima capacidad. Los 3 motores que conforman la CNC son controlados por el PLC que a la vez se comunica con el VDF ajustando de esta manera la aceleración de los motores.

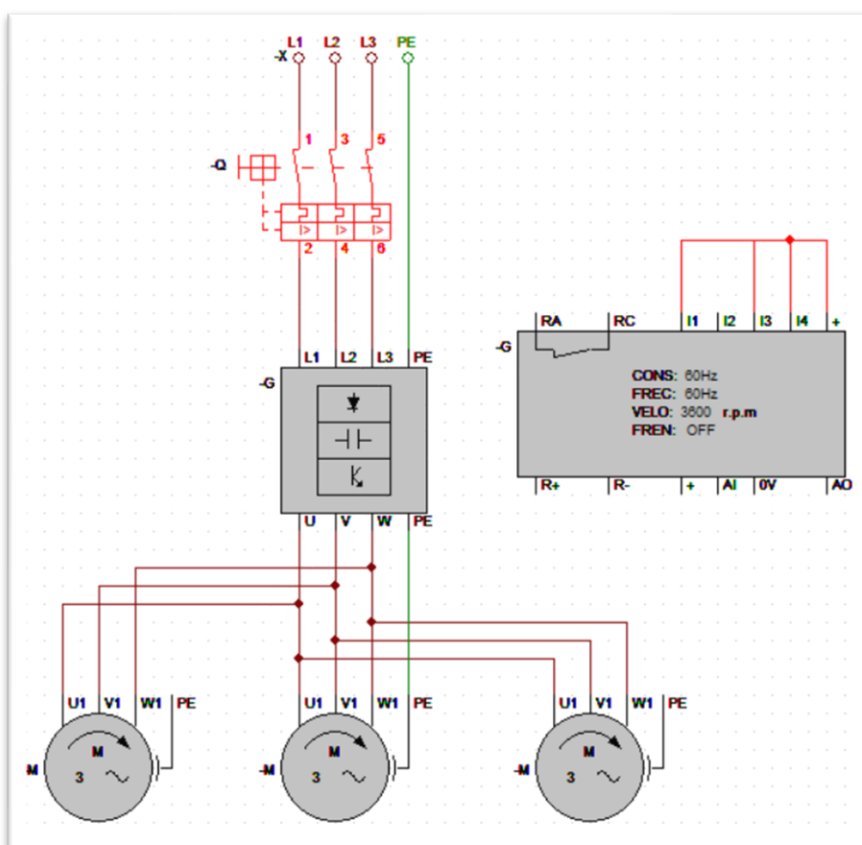
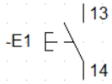

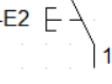
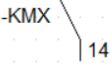
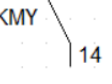
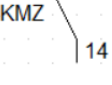
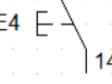
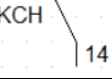
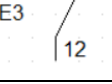


Figura 34 diagrama de fuerza " Sección CNC"

**Tabla 3 Simbología del diagrama de control "Maquina CNC".**

En la Tabla 3 se puede observar la simbología utilizada para el proceso del "Corte con CNC" del sistema SCADA.

	PULSADOR DE INICIO DEL PROCESO ESTADO (E1)
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KCOM QUE CONTROLA EL COMPRESOR
	PULSADOR E2 QUE DA INICIO AL ESTADO E2
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KMX QUE CONTROLA AL MOTOR MX DE LA MAQUINA CNC
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KMY QUE CONTROLA AL MOTOR MY DE LA MAQUINA CNC
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KMZ QUE CONTROLA AL MOTOR MZ DE LA MAQUINA CNC
	PULSADOR E4 QUE DA INICIO AL ESTADO E4
	CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO DE LA BOBINA DEL CONTACTOR KCH QUE CONTROLA AL CHILLER
	CONTACTO NORMALMENTE CERRADO QUE DETENDRA EL PROCESO DE LA BOBINA A LA QUE CORRESPONDA AL MOMENTO DE ABRIRSE

### 3.9 Cálculos para Selección de Variador de Frecuencia

Para poder continuar con nuestro proceso de automatización, procederemos a identificar el variador de frecuencia que nos ayudarán a realizar la automatización de este proceso, pero antes se procederá a calcular la corriente nominal de los motores que se procederán a utilizar. Se cuenta con un voltaje trifásico de 400v los motores que se van a usar tienen una potencia de 15 HP y 20 HP para lo cual primero debemos llevar esto a Kw por lo tanto nos queda

$$1Hp = 745.7W$$

$$15(745.7) = 11200W$$

$$20(745.7) = 14900W$$

Por lo tanto, los motores que voy a utilizar son de 11.2Kw y 14.9Kw conociendo esto procedemos a realizar el cálculo de la corriente nominal consumida por el motor de 11.2Kw, primero partiremos de la fórmula de la potencia útil.

$$Pu = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot n$$

Despejando la corriente nos queda de la siguiente manera

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot n \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{11200}{1.732(400)(0.90)(0.85)}$$

$$I = 21.1 A$$

Como resultado nos da que la corriente nominal para el motor de 11.2Kw es de 21.1 A. La misma fórmula empleamos para el motor de 14.9 Kw.

$$I = \frac{14900}{1.732(400)(0.90)(0.85)}$$

$$I = 28.1 A$$

Como resultado nos queda que para el motor de 14.9Kw

Finalmente sabiendo que tengo motores de 11.2Kw y 14.9Kw que consumen una corriente nominal de 21.1 A y 28.1 A respectivamente puedo determinar que la clase de variadores de frecuencia que me ayudaran a controlar la velocidad de los motores y alargar su vida útil gracias a la aceleración controlada que se puede configurar, son los variadores de la familia Siemens sinamics G120.

### 3.10 Selección de los equipos que serán utilizados

#### 3.10.1 SIMATIC PC STATION

La Pc station que se colocara es una pc normal o industrial que en el proyecto es un dispositivo más de automatización, es similar a una HMI, pero es mucho más robusta ya que en el HMI se debe programar desde un plc en cambio en la simatic pc se la puede programar directamente desde ella y es ideal para proyectos de control como sistemas SCADA. Dicho pc es configurable dentro de tía portal puede ejecutar sistemas scada, hmi, servidores industriales, etc.

En tía portal se lo puede encontrar de manera virtual al igual que toda la familia de PLCs que hay. En la Figura 35 se observa como PLCs son controlados directamente por una Simatic PC STATION.

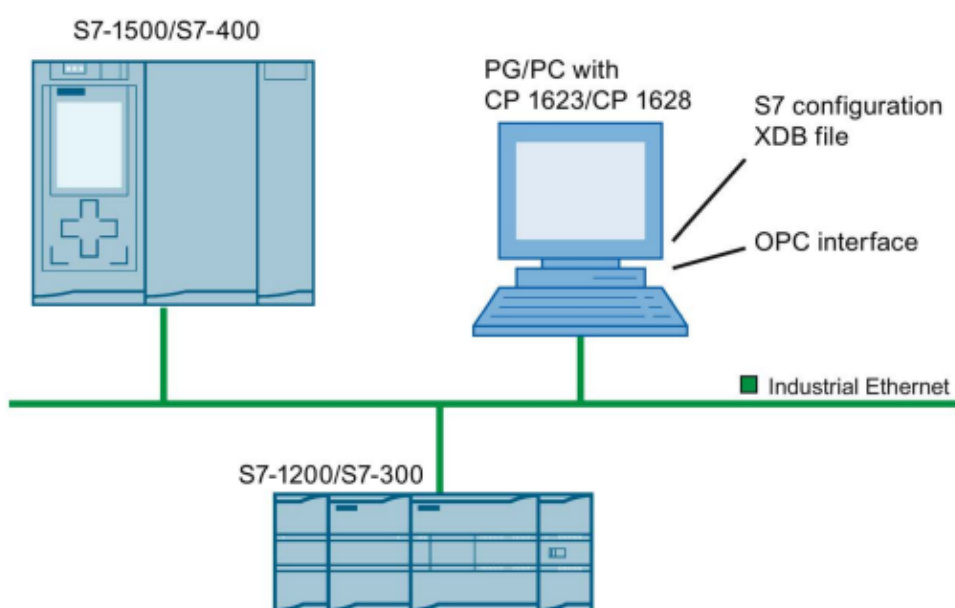


Figura 35 Comunicación de una PC STATION con PLCs.

Fuente: Siemens-PC software Commissioning PC Stations - Manual and Quick Start

En la Figura 36 Se puede observar el proceso paso a paso para preparar una estación PC para comunicación industrial.

- Paso 1: Se procede a instalar el software Simatic Net Pc con ayuda del asistente de instalación.
- Paso 2: Se proceden a instalar los módulos de comunicación en la estación PC.

- Paso 3: Procedemos a asignar direcciones y parámetros de interfaces a los módulos PC.
- Paso 4: Aquí procedemos a especificar los puntos de acceso para las aplicaciones configuradas para la estación HMI.
- Paso 5: por último, revisamos la información, establecemos parámetros de comunicación de la estación PC.



Step	How does it work?	Tool
1. Installing SIMATIC NET PC software	install the SIMATIC NET PC software by following the installation instructions	SIMATIC NET PC Software Installation Package
2. Installing hardware (PC modules)	Installing PC modules in the PC station	See documentation of the PC modules
3. Configuration for PG mode	Assign addresses and interface parameters to the PC modules	Communication Settings / Set PG/PC Interface
	Result: PC station is ready for operation in PG/PC mode.	
<b>Next step for HMI stations only:</b>		
4. Configuration for HMI stations	Specify the access points for the applications	Communication Settings / Set PG/PC Interface
	Result: The HMI station with its application are ready for operation. Communication via an unconfigured S7 connection is possible.	
5. Check configuration	Set the communication parameters of the PC station	Communication Settings

Figura 36 Pasos para ejecutar una comunicación Industrial.

Fuente: Siemens-PC software Commissioning PC Stations - Manual and Quick Start

### 3.10.2 PLC Siemens, Simatic S7-1200 1215C DC/DC/DC

Como se puede apreciar en la Figura 37 el plc que vamos a utilizar es un plc de la familia 1200 de siemens, es el 1215c dc/dc/dc, es un plc compacto lo que significa que dentro del ya cuenta con entradas y salidas digitales o analógicas no necesita módulos de entradas o salidas externos a menos que sean necesario para el tipo de proyecto que vamos a realizar. Las siglas de DC/DC/DC se refieren primero a la alimentación de entrada del equipo que es de 24vdc con un límite inferior de 20.4vdc y un límite superior de 28.4 vdc. Las siglas DC del medio hacen referencia al tipo de entradas que posee que en este caso posee 14 entradas digitales que son entradas dc de 24 voltios.

Además, cuenta con 2 entradas analógicas de 0-10 voltios y 2 salidas analógicas, posee una memoria de 125KB para programación, también incluye puertos profinet para comunicaciones ethernet, es muy usado en procesos de automatización industrial. Un PLC asegura que la automatización sea eficiente y confiable y al combinarlo con una HMI facilita la interacción entre el operador y la maquina (Soto, Reyes, 2024). En resumen, es un equipo ideal para el proyecto que se desea desarrollar por su tamaño compacto y por la cantidad de entradas y salidas que posee.

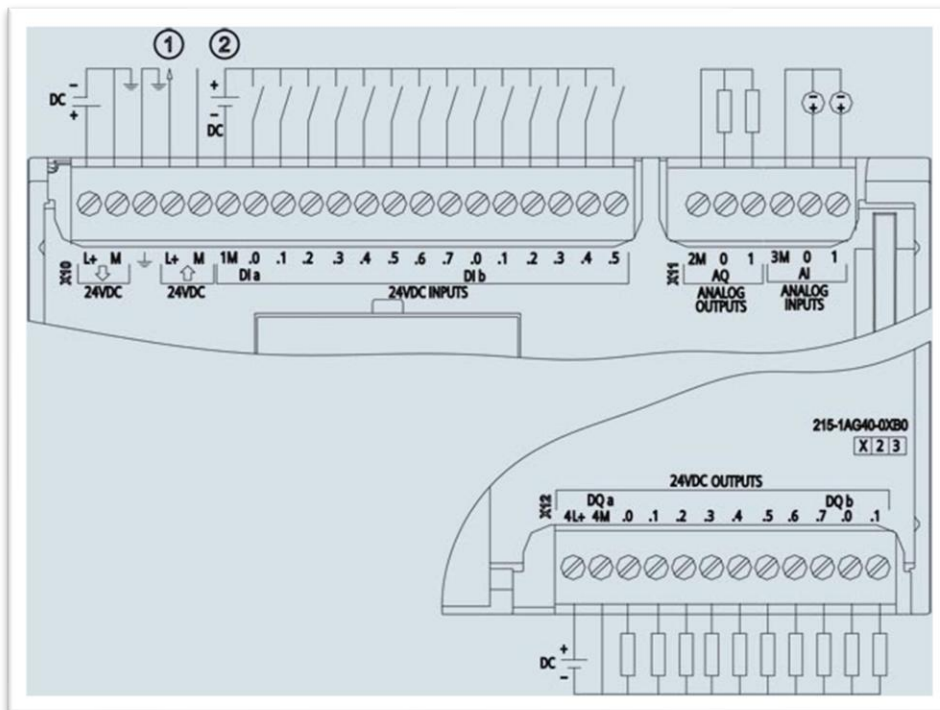


Figura 37 Diagrama de PLC 1215C DC/DC/DC

Fuente: Siemens hoja de datos familia s7-1200.

### 3.10.3 SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP

En la Figura 38 se puede observar el siguiente plc que vamos a usar, es el s7-300 diseñado para procesos de automatización de maquinaria y procesos industriales, posee una comunicación mediante las redes Profibus DP y Profinet PN. Este plc tiene un voltaje de alimentación de 24 VDC con un rango de funcionamiento de 20.4 a 28.8 VDC (Siemens AG, 2024).

El 315 de su nombre se refiere a que es un nivel de potencia media-alta en términos de cpu, se refiere a velocidad de procesamiento, capacidad de memoria, cantidad de entradas y salidas que puedes manejar, complejidad de programas que soporta, etc.

Los niveles de potencia en la familia s7-300 van desde 312w que es muy bajo y para control simple hasta 319w que es el máximo nivel de potencia y es para grandes sistemas por ejemplo si un s7-300-312 controla un motor y 9 sensores, un s7-300-315 puede controlar varios motores, variadores de frecuencia, hmi, scada, etc. Es un plc modular, no es compacto es decir no cuenta con entradas y salidas incluidas en el mismo si no que necesita de módulos de entradas y salidas para empezar a funcionar, además no se alimenta directamente con 24v si no que requiere de una fuente PS307 u otra que sea compatible, puede además comunicarse con Ethernet industrial y Profibus al mismo tiempo.



Figura 38 PLC SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP.

Fuente: Cátalo Siemens (2022)

Lo que se puede ver a continuación en la Figura 39 es una hoja técnica del S7-300 CPU 315-2 PN/DP donde se puede observar que posea una versión de firmware V3.2 la cual es importante para compatibilidad con step 7, su voltaje de alimentación nominal es de 24vdc con un rango de 20.4-28.8 vdc, su consumo típico de corriente en operación normal es de 750mA, con una carga mínima su consumo ya es de 150mA.

La potencia que disipa en calor es de 4.65w, posee una memoria de trabajo de 384kB no es expandible, usa una tarjeta MMC integrada para almacenar los programas que se vayan a ejecutar. Todas estas características fueron tomadas en cuenta el momento de realizar la selección de los dispositivos que son necesarios para la ejecución del proyecto.

General information	
HW functional status	01
Firmware version	V3.2
Product function	
• Isochronous mode	Yes; Via PROFIBUS DP or PROFINET interface
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V5.5 or higher
Supply voltage	
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
external protection for power supply lines (recommendation)	2 A min.
Mains buffering	
• Mains/voltage failure stored energy time	5 ms
• Repeat rate, min.	1 s
Input current	
Current consumption (rated value)	750 mA
Current consumption (in no-load operation), typ.	150 mA
Inrush current, typ.	4 A
I <sub>t</sub>	1 A <sup>2</sup> ·s
Power loss	
Power loss, typ.	4.65 W
Memory	
Work memory	
• integrated	384 kbyte
• expandable	No
Load memory	
• Plug-in (MMC)	Yes
• Plug-in (MMC), max.	8 Mbyte
• Data management on MMC (after last programming), min.	10 a

Figura 39 Especificaciones técnicas S7-300 CPU 315-2 PN/DP.

Fuente: Datasheet S7-300 CPU 315-2 PN/DP Siemens

### 3.10.4 ET 200S con IM 151-1

Para continuar con el desarrollo de este proyecto en la Figura 40 podemos observar una ET 200S que es un sistema de entradas y salidas distribuidas de manera remota es decir que se puede colocar cerca de algún proceso de automatización sin tener que estar junto al PLC, es decir el plc puede estar al otro lado de la habitación y la et200 estar junto a un motor y mediante PROFIBUS-DP intercambiar información con el PLC. La interfaz ET 200S funciona con un voltaje de alimentación de 24 VDC y permite diagnosticar errores y comunicación con el PLC (Siemens AG, 2015).

La ET-200S no puede ejecutar ordenes o lógica, ya que no es un plc, lo única en lo que ayuda es en extender las entradas y salidas del PLC para poder tener comunicación con los sensores y actuadores a largas distancias, además ayuda a reducir cableado. Posee una velocidad y comunicación de 12Mbit/s. Posee entradas y salidas digitales de 24vdc además de entradas y salidas analógicas de 0-10v, 4-20mA etc. Tiene también agregada una interfaz de comunicación IM 151-1 que es la que se conecta al PLC vía PROFIBUS-DP, la IM 151-1 es la comunicación dentro de la estación, posee una dirección DP configurable, incluye diagnóstico de estación y módulos.



Figura 40 ET200

Fuente: Cátalo Siemens (2021)

A continuación, en la Figura 41 y 42 se muestra se muestra la interfaz de la ET200 que se utilizará para la conexión remote entre el PLC y los actuadores.

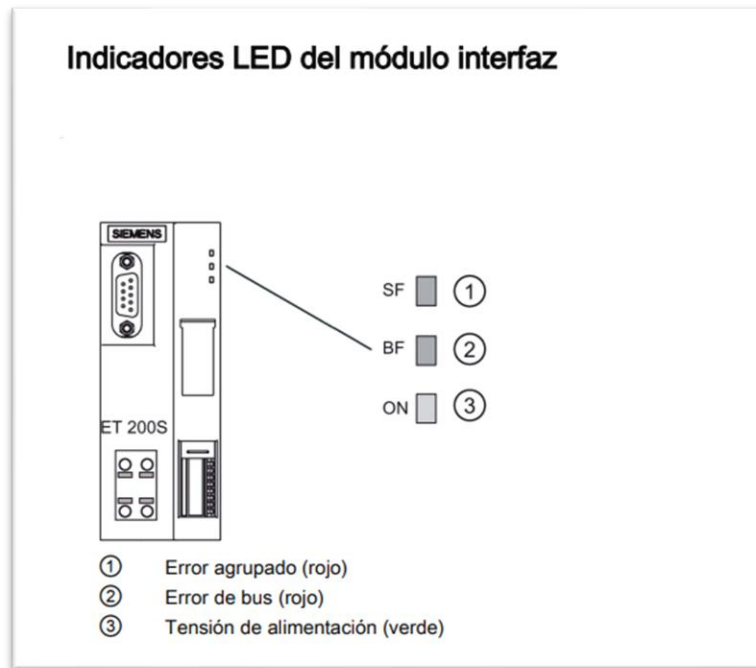


Figura 41 Interfaz de led indicadores de la ET200.

Fuente: Datasheet ET200 Siemens.

Evento (LEDs)			Causa	Medida
SF	BF	ON		
apagado	apagado	apagado	El módulo de interfaz no tiene tensión o el hardware del módulo de interfaz está defectuoso.	Conecte la tensión de alimentación de 24 V DC en el módulo de interfaz.
*	*	encendido	El módulo de interfaz tiene tensión.	---
*	parpadea	encendido	El módulo de interfaz no está configurado o su configuración es incorrecta. No se están transfiriendo datos entre el maestro DP y el módulo de interfaz. Causas: <ul style="list-style-type: none"> <li>La dirección PROFIBUS es incorrecta.</li> <li>Error de configuración</li> <li>Error de parametrización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compruebe el módulo de interfaz.</li> <li>Compruebe la configuración y la parametrización.</li> <li>Compruebe la dirección PROFIBUS.</li> </ul>
*	encendido	encendido	Búsqueda de la velocidad de transferencia, dirección PROFIBUS no permitida o el interruptor DIP inferior (dirección PROFIBUS) no está en la posición OFF. Causas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha excedido el tiempo de supervisión de respuesta.</li> <li>La comunicación de bus via PROFIBUS DP con el módulo de interfaz está interrumpida.</li> </ul>	Seleccione una dirección PROFIBUS correcta (1 a 125) en el módulo de interfaz o compruebe la configuración del bus. <ul style="list-style-type: none"> <li>Compruebe si el conector del bus está enchufado correctamente.</li> <li>Compruebe si está interrumpido el cable de bus hacia el maestro DP.</li> <li>Apague la tensión de alimentación de 24 V DC en el módulo de interfaz y vuelva a encenderla.</li> </ul>

Figura 42 Indicadores de estado LED.

Fuente: Manual Siemens Periferia descentralizada ET 200S Módulo de interfaz

### 3.10.5 Variador de Frecuencia Sinamics G120

El variador de frecuencia que se usa para el control de los motores es el sinamics G120 de siemens, el cual es un equipo modular y versátil diseñado para el control y manejo de la velocidad en motores trifásicos y monofásicos. En la Figura 43 se muestran las partes que conforman al variador. La frecuencia de pulsación del sinamics G120 tiene la capacidad de incrementarse en intervalos de 2kHz hasta los 16 kHz (Siemens AG, 2012).

Ayuda a optimizar el consumo de energía en los motores y así evitar un consumo excesivo de energía eléctrica, el variador se divide en 3 partes la primera es el BOP que es el panel de operador en donde se configura el tipo de motor que se va a controlar, se ajustan parámetros como voltaje nominal, corriente nominal, potencia del motor, tiempo de aceleración, tiempo de desaceleración, etc.



Figura 43 Partes del Variador Sinamics G120.

Fuentes: Manual de Siemens Sinamics G120.

La unidad de control también llamada CU es el cerebro del variador, ejecuta todo el control del motor a controlar, es donde se encuentran todas las borneras de entradas y salidas digitales y analógicas, se procesan las señales del PLC, maneja las rampas de aceleración, frenado, modos de operación, además contiene los módulos de comunicación ya sea profibus o profinet. Existen tipos de CU la CU básica para bombas y ventiladores además de la CU avanzada que es más utilizada para procesos más robustos como controlar CNCs, integración a sistemas Scada además de control de torque.

Por último, el módulo de potencia es el que recibe la energía de la red eléctrica, en el módulo de potencia se encuentran algunas secciones importantes como lo son la parte rectificadora del variador, el bus dc, el rectificador. Si se necesita más potencia para controlar un motor de mayor potencia es suficiente solo con cambiar el módulo de potencia de variador sin tener que cambiar todas sus partes. Es recomendable colocar una resistencia de frenado al variador para así alargar su vida útil y evitar una sobrecarga en el bus DC y que este pueda llegar a explotar. A continuación, se muestra en la figura 44 la regleta de bornes que describe la función de cada borne del variador de frecuencia sinamics G120.

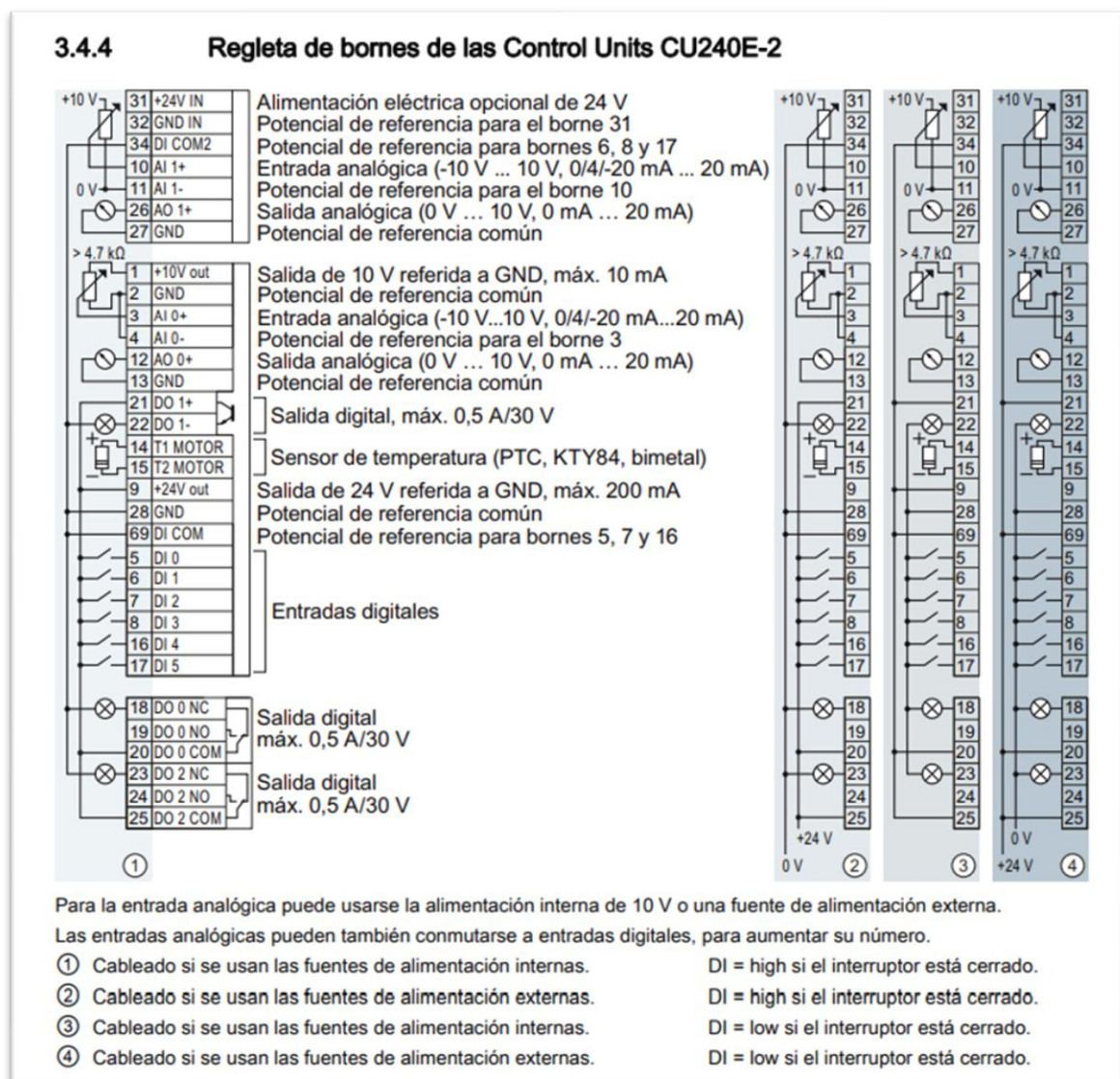


Figura 44 Regleta de bornes de la CU del Sinamics G120.

Fuente: Manual Siemens Sinamics G120

La regleta de bornes que tiene el variador de frecuencia dónde se puede ver todas las posibles conexiones para poner en funcionamiento el variador con un motor, además de observar la figura 45 donde se pueden reconocer todas las partes que posee la unidad de control y ver todas sus posibles conexiones para realizar un arranque de motor sin tener ningún problema.

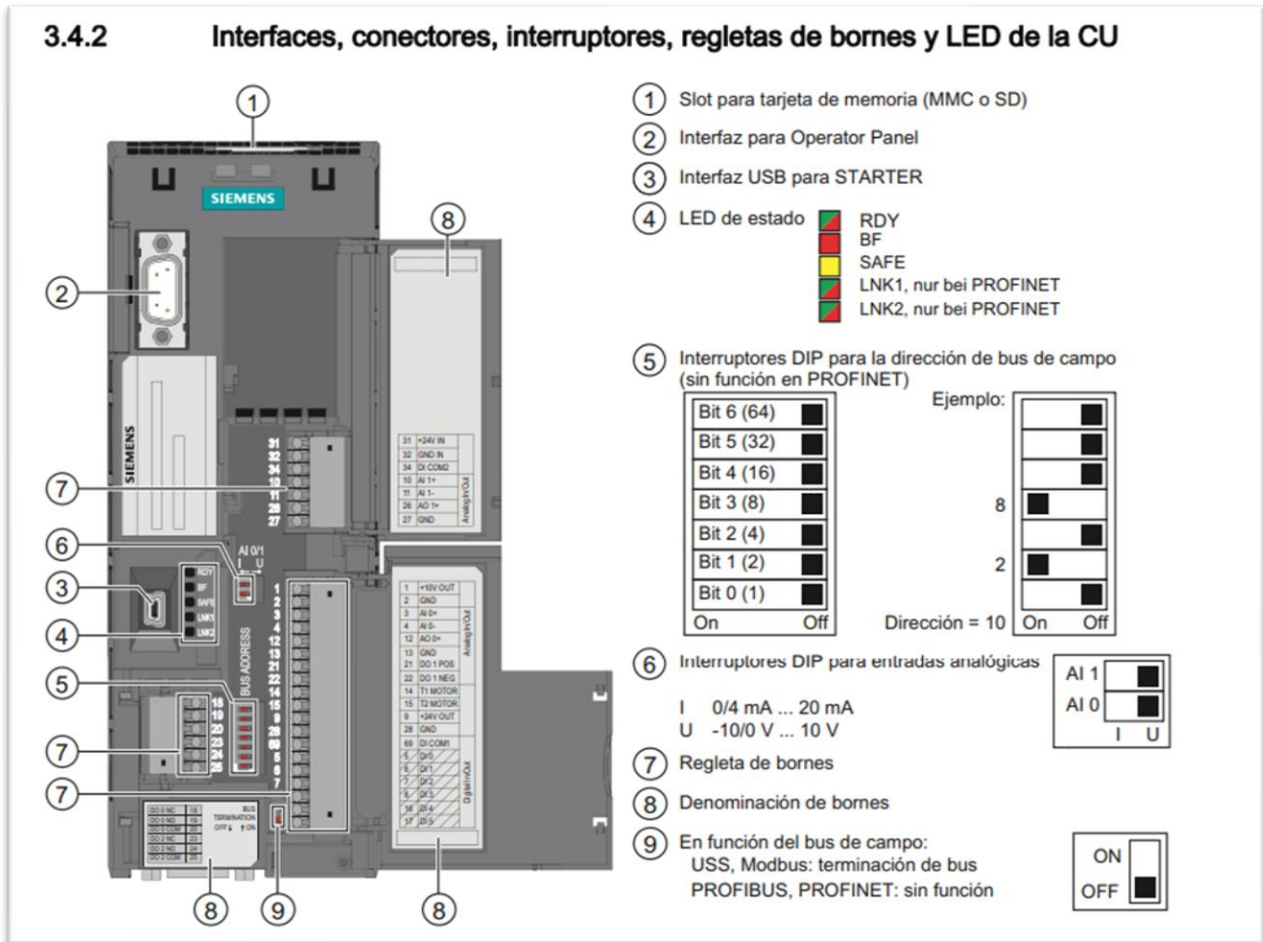


Figura 45 Partes de la CU del Sinamics G120.

Fuente: Manual Siemens Sinamics G120

### 3.11 Topología de red

La topología de red, es el método por el cual van a estar conectados dentro de una misma red de comunicación todos los dispositivos que se planean utilizar en el proyecto que se desea llevar a cabo, de manera tanto física como lógica. Los protocolos de comunicación y transmisión de información son normas que ayudan a transmitir datos entre los dispositivos de control y supervisión en entornos industriales (Jiménez, 2024).

La topología de red es importante debido a que puede definir la manera en la que viajan los datos, ayuda a saber que tan confiable es la red que se está empleando, también podemos determinar qué tan complicado o sencillo es ampliarla o mantenerla. La topología de red que se escogió para ser implementada en este proyecto es la topología en estrella ya que así todos los equipos se conectan a un mismo punto central como un switch, en la Figura 46 se observa cómo están conectados todos los equipos entre sí con un switch, de tal manera que, si se presenta fallas en un equipo, solo ese equipo fallará y no causará problemas a los demás.

Otras topologías de red que hay son el tipo bus que es en la cual todos los equipos comparten un solo cable y si dicho cable sufre una falla toda la red se cae, otra topología que existe es la tipo anillo donde todos los datos pasan de un equipo a otro y por último otra topología que existe es la tipo malla la cual es muy robusta ya que cada uno de los nodos que presenta tiene múltiples caminos.

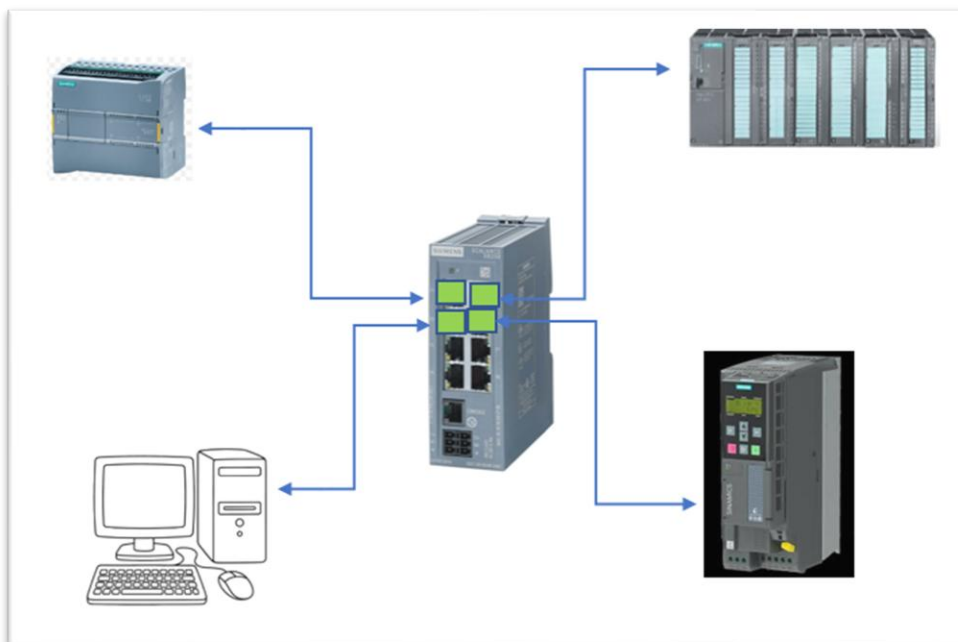


Figura 46 Topología de red.

### 3.11.1 Instrumentación de la Interfaz Scada

Como se observa en la Figura 47, para la automatización de esta planta de producción se utilizará una gama de Plcs de la familia de siemens los cuales incluye un PLC S7-1200 con el modelo 1215C el cual tiene una alimentación de voltaje DC, entradas y salidas DC de 24v, cuenta con 2 entradas analógicas que van de 0-10v para medir señales variables q pueden ser por ejemplo de temperatura y nivel, además de 2 salidas analógicas que sirven para el control de dispositivos.

Se cuenta también con un PLC 315-2 PN/DP perteneciente a la familia s7-300 el cual sobresale por sus interfaces profibus DP y profinet integradas lo que ayuda al momento de establecer comunicación con redes industriales. Su alimentación va de 20.4-28.8 VDC.

Incluye también un variador de Frecuencia Siemens G120 el cual cuenta con un diseño modular conformado por una unidad de control, el módulo de potencia y el panel de operador que es por el cual se realiza la configuración del tipo de motor que tenemos y se establecen parámetros de tensión y corriente, este variador de frecuencia nos ayuda ya que en el proceso de elaboración de carcasa de transformadores contamos con un gran número de motores los cuales trabajaran de manera más eficiente y tendrán un mejor consumo de energía con ayuda de los variadores de frecuencia que se están empleando. Por último, contamos con una ET 200s que nos ayuda a conectarnos con nuestro plc de manera remota a través de Profibus-DP.

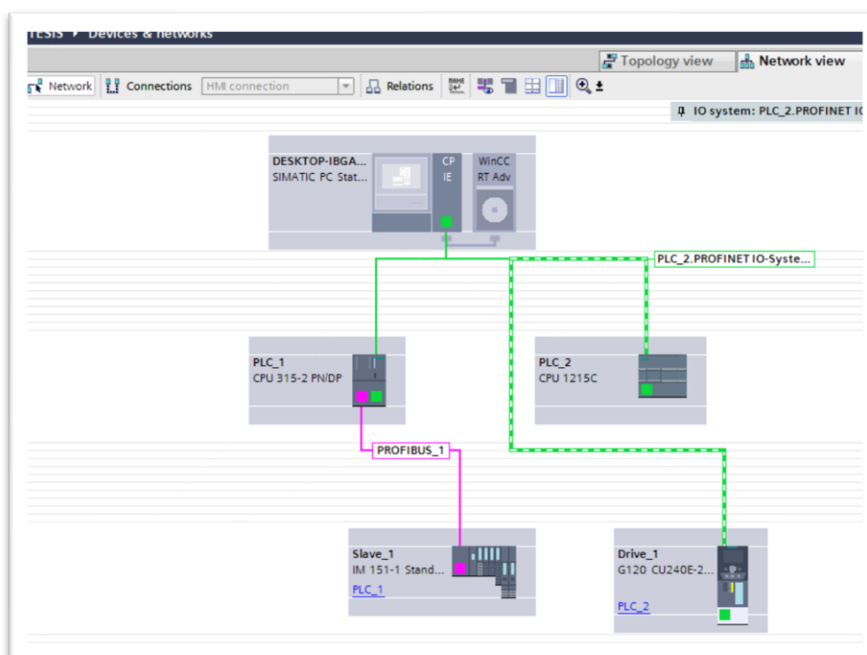


Figura 47 Instrumentación Interfaz Scada.

### 3.12 Variables establecidas para la programación

Las variables que se establecen en una programación son las que representan las entradas físicas, salidas físicas, memorias internas, valores numéricos, etc. En la Figura 48 y 49 se observa cada variable que se establece está siendo asociada a una memoria del PLC. Cuando definimos las variables establecemos parámetros como el nombre, el tipo de variables, es decir si es de tipo BOOL, INT, REAL, ETC. Establecemos una dirección es decir si es entrada, salida o una marca una vez establecidos estos parámetros se podrá realizar la respectiva programación.

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Visibl...	Comment
	boton abrir cerrar V1	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	boton abrir cerrar V2	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	boton abrir cerrar V3	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_apert_v1	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_apert_v2	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_apert_v3	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_cierre_v1	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_cierre_v2	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	conf_cierre_v3	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
0	ventana 1	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
1	ventana 2	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	ventana 3	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	ventana 4	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	ventana 5	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	ventana 6	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 48 Variables de tipo BOOL.

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Visibl...	Comr
1	valvula 1	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	valvula 2	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	valvula 3	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	valvula 4	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	valvula 5	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	valvula 6	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	valvula 7	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	valvula 8	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	valvula 9	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	valvula 10	Bool	%Q1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	valvula 11	Bool	%Q1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	valvula 12	Bool	%Q1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	valvula 13	Bool	%Q1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 49 Variables definidas como Salidas.

### 3.13 Diagrama de Flujo de la Programación

A continuación, en la Figura 50 se presenta el diagrama de flujo de la programación, donde se ven todos los pasos que ejecutan los PLC hasta llegar al resultado que se espera del producto.

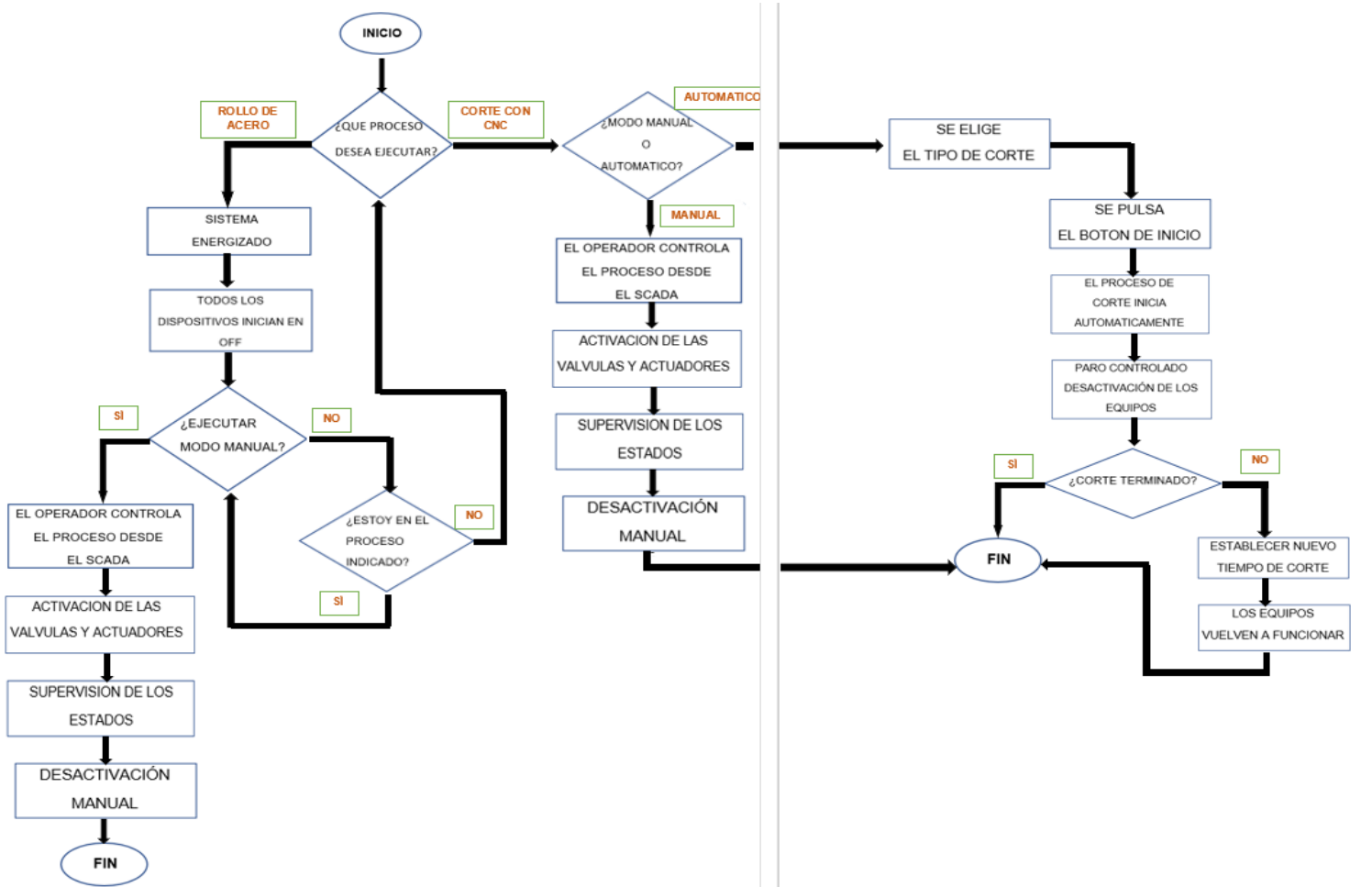


Figura 50 Diagrama de flujo de la programación.

### 3.14 Programación del PLC

A continuación, con ayuda de la Figura 50 se procederá a explicar la programación utilizada para la elaboración del sistema scada. Como se puede apreciar contamos con 5 bloques de funciones (Fc) y 2 bloques de datos (DB) los bloques de funciones Fc contienen un programa que se ejecuta cada vez que la función es llamada por algún otro bloque lógico, además las funciones se pueden utilizar varias veces, logrando así reutilizarlas una y otra vez ayudando así a evitar largas líneas de programación.

Una vez terminada la programación en el bloque Fc este bloque debe ser arrastrado al bloque principal el cual es el "Main" en dicho bloque es donde se ejecutan cíclicamente toda la programación, cualquier bloque que se programe ya sea un bloque Fc o un bloque FB, debe ser llevado al bloque principal "Main" para poder ejecutar la programación que previamente se haya realizado.

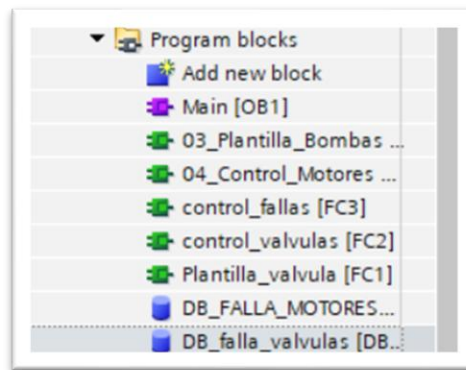


Figura 51 Bloques de programación Utilizados.

A continuación en la Figura 51 se muestra la programación que se realizó en el bloque de función Fc llamado "Plantilla\_válvulas\_Fc1" en el cual se ejecuta la activación de la válvula, ya sea de la válvula 1 a la válvula 6, dicha válvula se activará al pulsar "Boton\_abrir\_cerr" también se ejecuta la activación de la confirmación de apertura y cierre, dicha activación se concreta al activar el final de carrera de apertura y cierre, llamados en la línea de programación como "Fc\_apertura" y Fc\_cierr.

Al terminar estas líneas de programación en el bloque "Plantilla\_válvulas\_Fc1" procedemos a crear otro bloque, esta vez con el nombre "Control\_Valvulas" en este nuevo bloque Fc Procederemos arrastrar el bloque de plantillas que previamente realizamos para de esta forma tener la base del bloque de programación que usaremos para todas las válvulas. Esto nos ayuda a poder reutilizar la misma plantilla para todas las válvulas que se van a utilizar en la interfaz scada y programarlas de una manera mucho más rápido en lugar de estar realizando una programación individual para cada una de ellas logrando así ahorrar varias líneas de programación en Ladder.

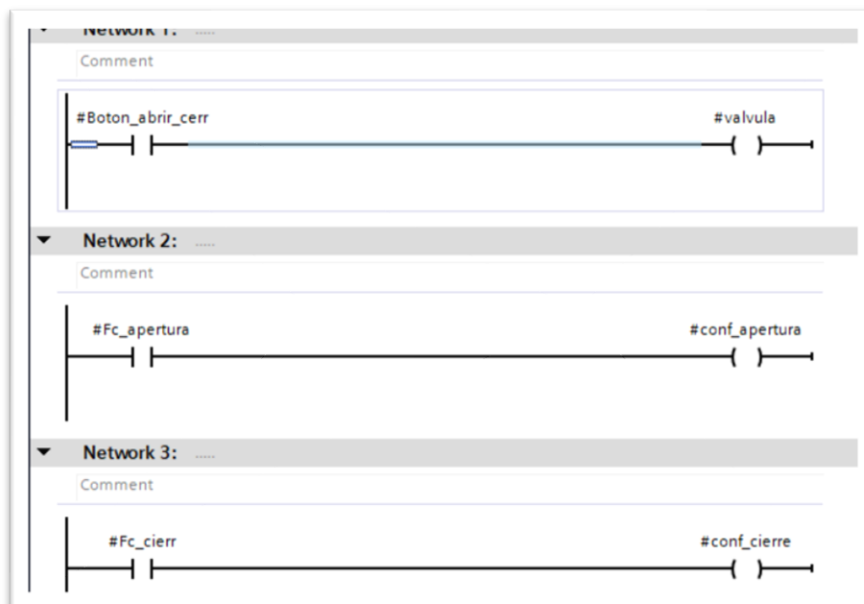


Figura 52 Plantilla válvulas Fc1.

A continuación, en la Figura 52 se presenta la programación del bloque Fc llamado "Control\_Valvulas" en el cual al arrastrar el bloque Fc "plantilla\_Valvulas" se nos va a generar ese bloque que se puede observar en la imagen y simplemente tendremos que ir buscando las respectivas variables del PLC que utilizaremos para la programación y vinculándolas unas con otras, de esta manera ya tendremos la programación para todas las válvulas que necesitemos de una manera mucho más rápida y eficiente.

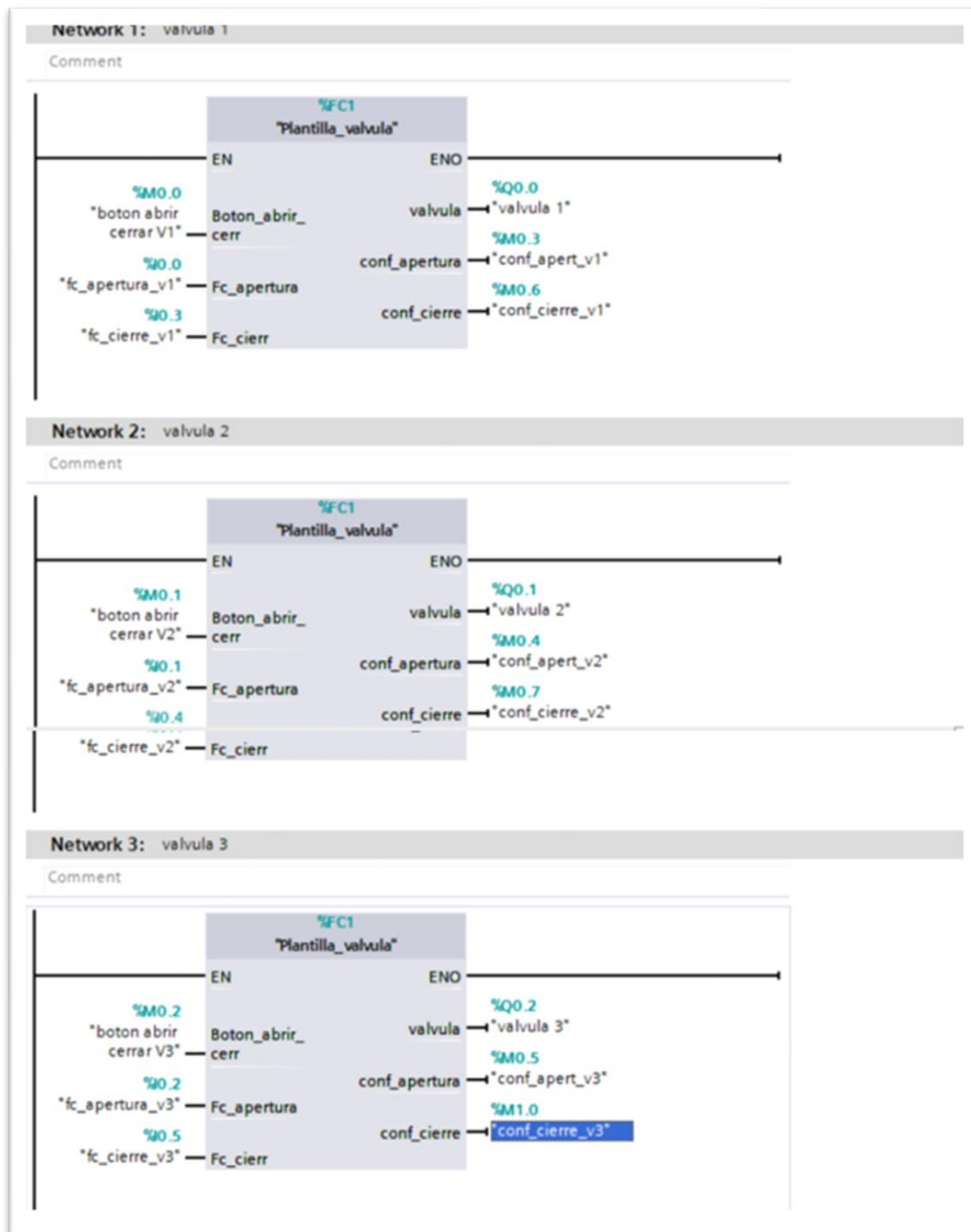


Figura 53 "Control\_Valvulas".

Para poder realizar la parte de fallo en las válvulas al no recibir una señal de confirmación de parte del contacto de final de carrera, nombrado en la programación como "Fc\_apertura" esto procederá a activar mi variable de error o fallo. Esto también podrá ocurrir si yo mando a cerrar la válvula y no tengo confirmación de cerrado por parte de mi variable de final de carrera "Fc\_Cierr\_V" al no tener confirmación esto también procederá a activar mi variable de error o fallo.

Es necesario crear un bloque de datos ya que en un sistema scada de siemens cuando se quiere realizar el enlace de un grupo de avisos de error no me permite enlazar las variables como Marcas, en siemens se trabaja con bloques de datos para realizar este tipo de acción, esa es la razón por la que se está creando el bloque de datos.

Para mi variable de error o fallo procederé a crear un bloque de datos DB donde se podrá almacenar dichos errores, dicho bloque de datos tendrá el nombre de "DB\_falla\_valvulas" en dicho bloque solo crearé las variables de fallas como se ve en la Figura 53 además podemos observar que las fallas son de tipo Bool es decir que pueden tomar valor de "1" o "0" en otras palabras encendido y apagado. También podemos observar que tenemos un offset, este offset es la dirección específica de cada variable dentro del bloque de datos DB es decir la dirección de cada variable de falla dentro del bloque de datos.

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Visible in ...	Setpoint	Corr
Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v1	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v2	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v3	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v4	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v5	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falla_v6	Bool	0.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 54 "DB\_Falla\_valvulas".

Luego de la creación de este bloque de datos se procederá a crear otro bloque de funciones para continuar con la respectiva programación de la interfaz del sistema scada, es lo que se presenta en la Figura 54.

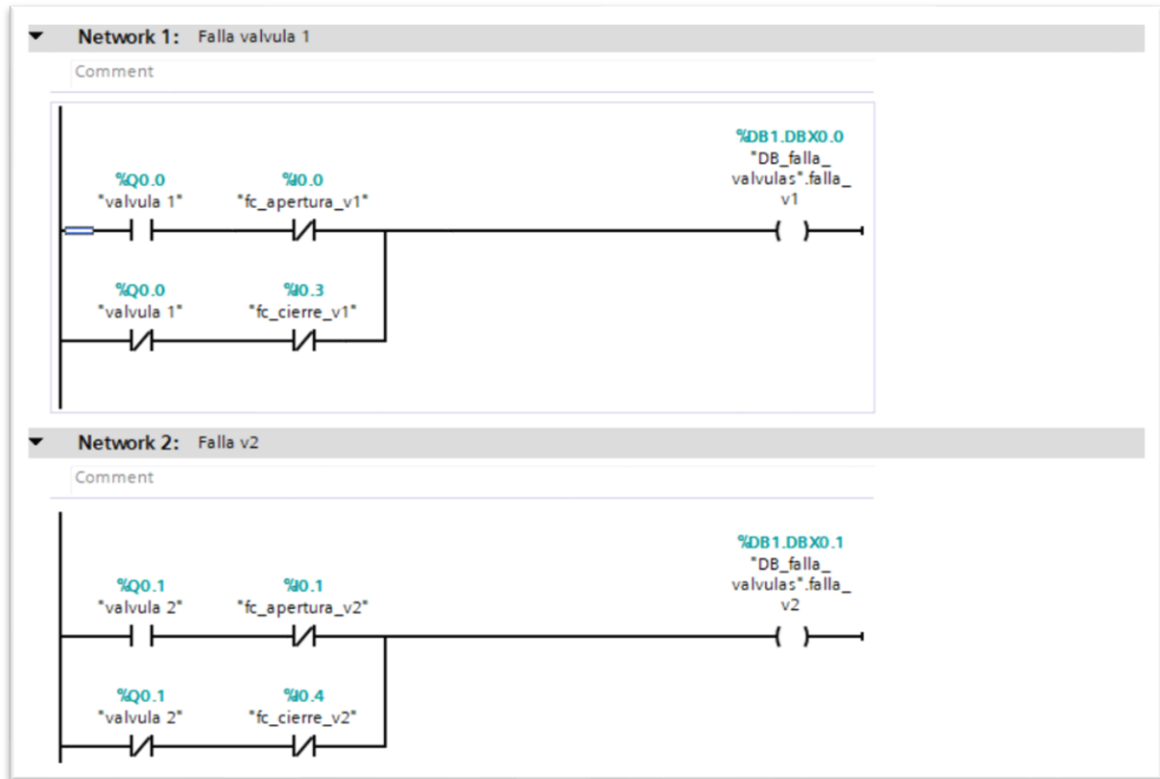


Figura 55 "Control\_Fallas".

Existe la posibilidad de que se produzca una falla por dos situaciones una es que no tenga confirmación de apertura y otra es que no tenga confirmación de cierre, si le digo a la válvula 1 que se abra entonces el contacto Q0.0 se cerrará, al mismo tiempo se necesitará una confirmación de que la válvula se haya abierto y eso lo obtendré del final de carrera de apertura I0.0, de no tener confirmación por las 2 partes entonces se activará la variable de falla que creamos en el diagrama de bloques de la Figura 53.

El otro caso en el que se puede producir el error es en el caso que le indique a la válvula que se cierre que se representa por la variable Q0.0 con un contacto NC y no tengo confirmación por parte del final de carrera que es la variable I0.3 entonces dicho contacto continuará cerrado y mandará a activar la falla por lo tanto cualquiera de las 2 condiciones que se lleguen a cumplir, mandarán automáticamente a encender la falla de cualquiera de las válvulas con las que se esté teniendo el problema.

La Figura 55 nos muestra la programación de la plantilla que será utilizada para todos los faceplates que nos representen motores, de esa manera será mucho más sencillo configurar los motores y no generar demasiadas líneas de programación en lenguaje Ladder.

La programación nos menciona que al operador presionar cualquier botón ya sea el botón automático o botón remoto se procederá a activar el motor de forma remota de la misma manera funciona en el estado 1 el cual tiene por título control local.

Por último, en el estado 3 nos hace referencia a que de cualquier manera ya sea que se active el motor de forma local o de forma remota se deberá activar a nuestro motor en general y así ya tendremos configurada la programación del motor de manera local o remota que es lo que se muestra en los faceplates que se realizaron.

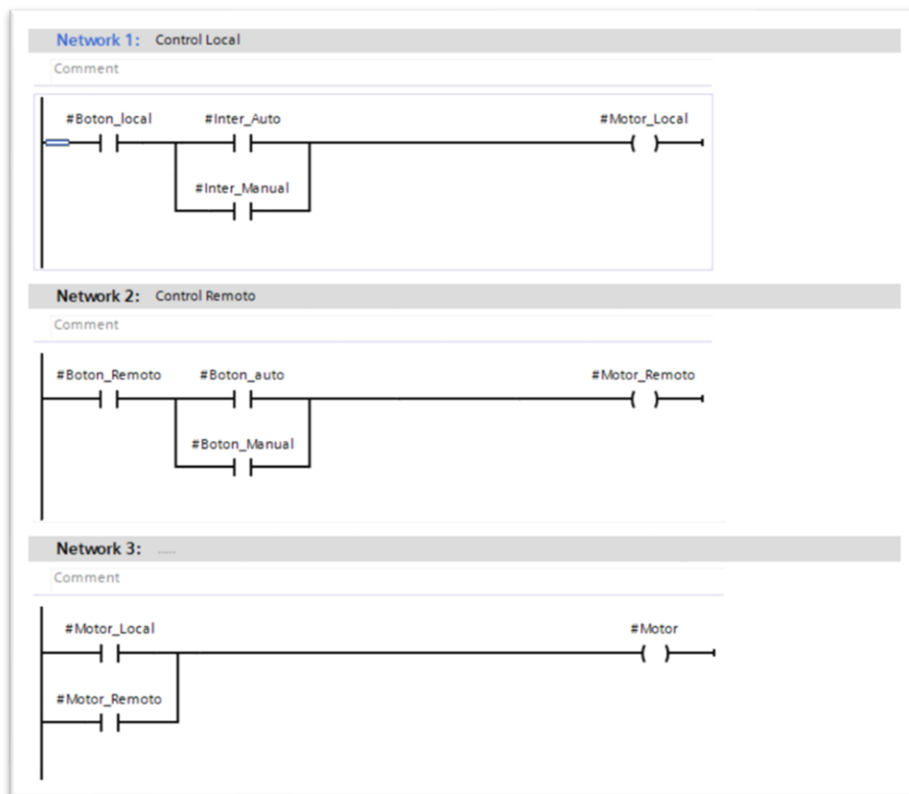


Figura 56 "Plantilla\_Motores".

La Figura 56 se muestra la creación del bloque que configurará los botones que serán enlazados con los faceplates que representen las bombas, dicha plantilla enlaza cada uno de los estados de la bomba y permite que sean controlados atreves del sistema scada.

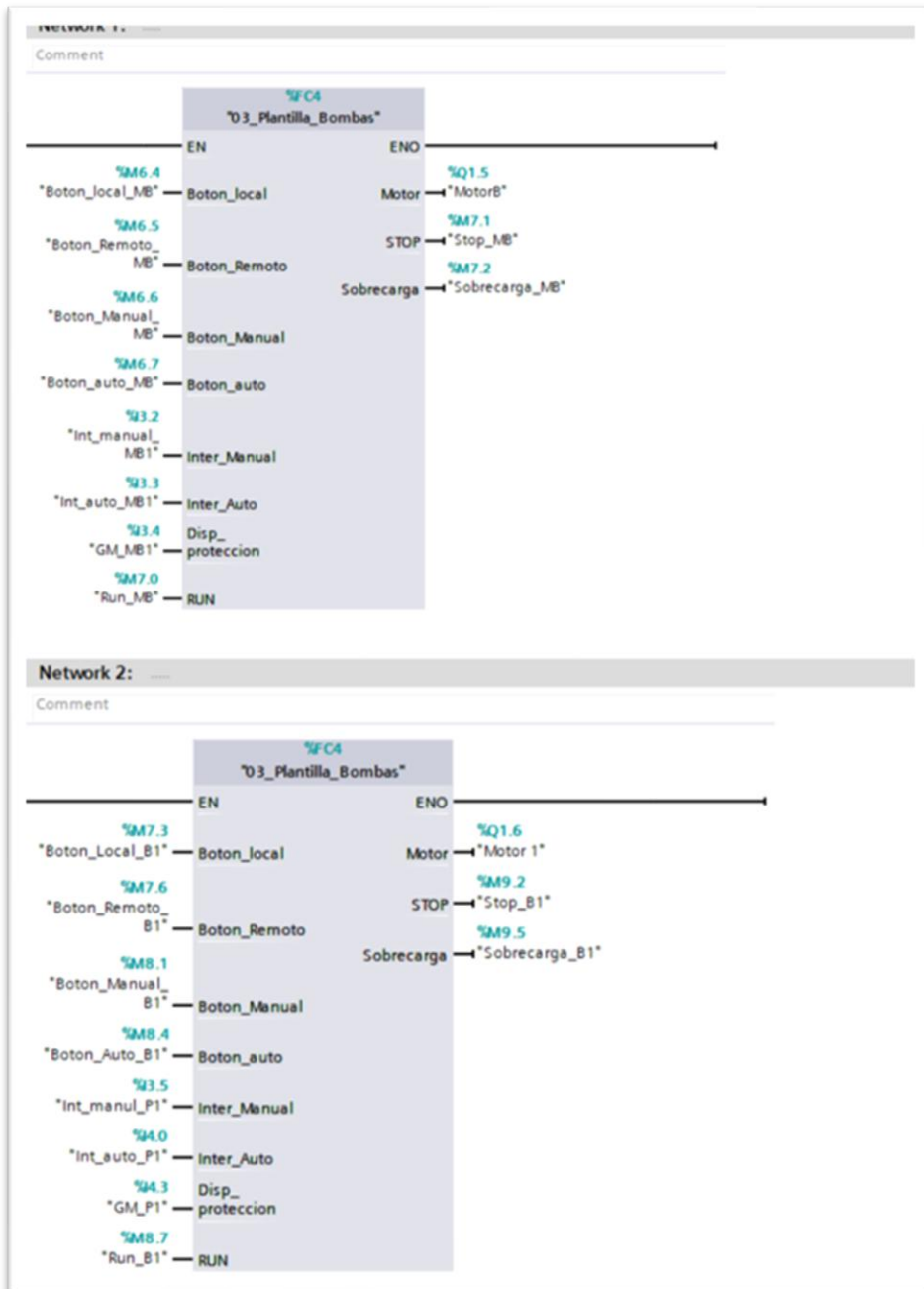


Figura 57 Control\_Motores.

Una vez creadas todas las plantillas que fueron programadas se procede a arrastrar cada una de las funciones creadas al “Main” que es el bloque principal, donde se ejecuta la programación que se realizó de manera cíclica durante todo el proceso, una vez terminado ese proceso ya podremos enlazar las variables de las bombas con el faceplate de bombas que se encuentra en la ventana del sistema scada. En la Figura 57 se observa cómo se ven los bloques creados una vez arrastrados al Main.

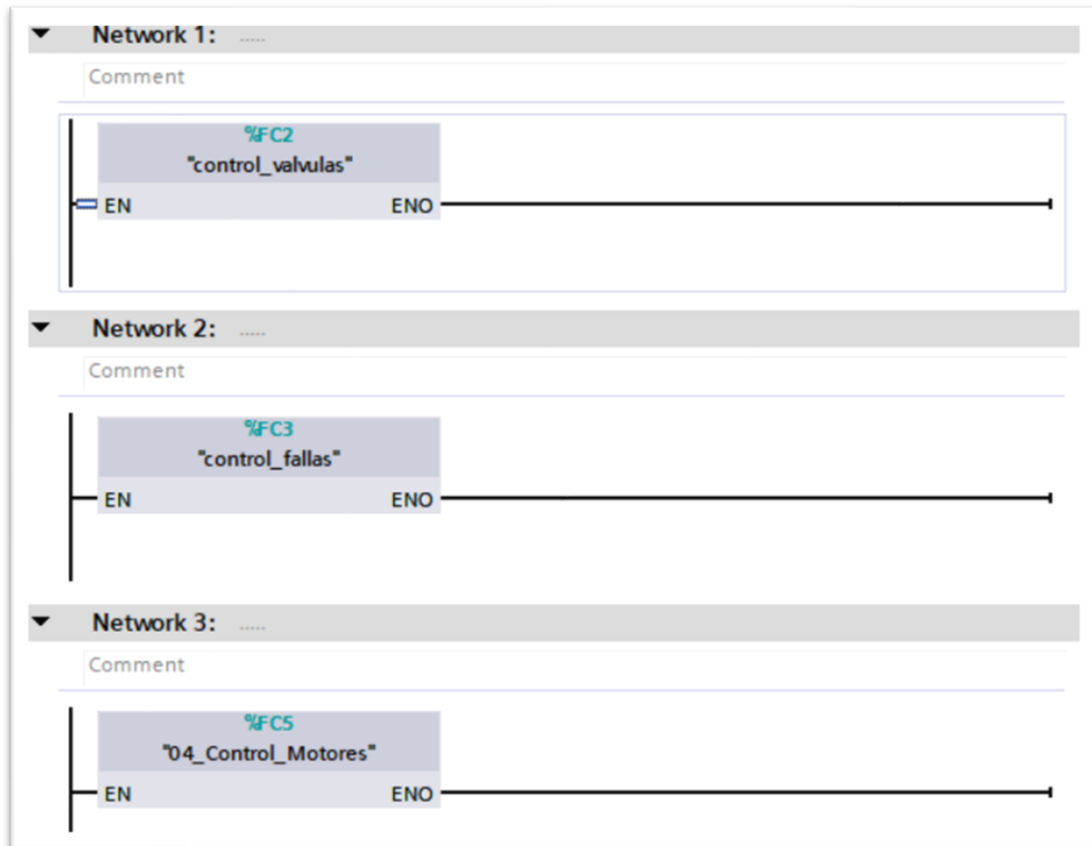


Figura 58 “Main”.

El PLC trabaja con ciclos que tienen por nombre Scan Cycle en cada uno de estos ciclos se lee las entradas físicas que fueron programadas, se actualizan las salidas físicas y se repite todo ese proceso miles de veces por segundo.

Una diferencia que hay entre el Main y los bloques de funciones es que el main es el control principal de los procesos, el bloque FB es una función con memoria, el bloque FC es una función sin memoria y por último el DB se encarga de almacenar datos.

### 3.15 SISTEMA SCADA

Como se puede observar en la Figura 58 lo que se tiene es la interfaz de la pantalla del sistema scada que se está elaborando. Los sistemas SCADA es un conjunto de software y hardware que se utilizan para controlar y supervisar de manera remota todo un proceso industrial (Pérez, 2020). A primera vista en la interfaz se ve el logo de la empresa por la que se está desarrollando el scada, además de un boto de inicio de sesión al aplastar el botón blanco de inicio de sesión este nos llevará a la imagen que está debajo del botón de inicio de sesión, dicho botón está configurado para llevarnos al menú principal donde se encontraran los 2 procesos que se están desarrollando para ser controlados.

En dicho menú como podemos observar se ven flechas de distintos colores, a continuación, se procederá a describir para que sirve cada una. La flecha negra nos dirige a la ventana principal sin importar en que ventana nos encontremos, esta nos llevará al menú principal.

La flecha amarilla es del botón de inicio de sesión, al presionarla esta bloqueará la navegación del sistema scada y pedirá ingresar usuario y contraseña para poder continuar en la interfaz.

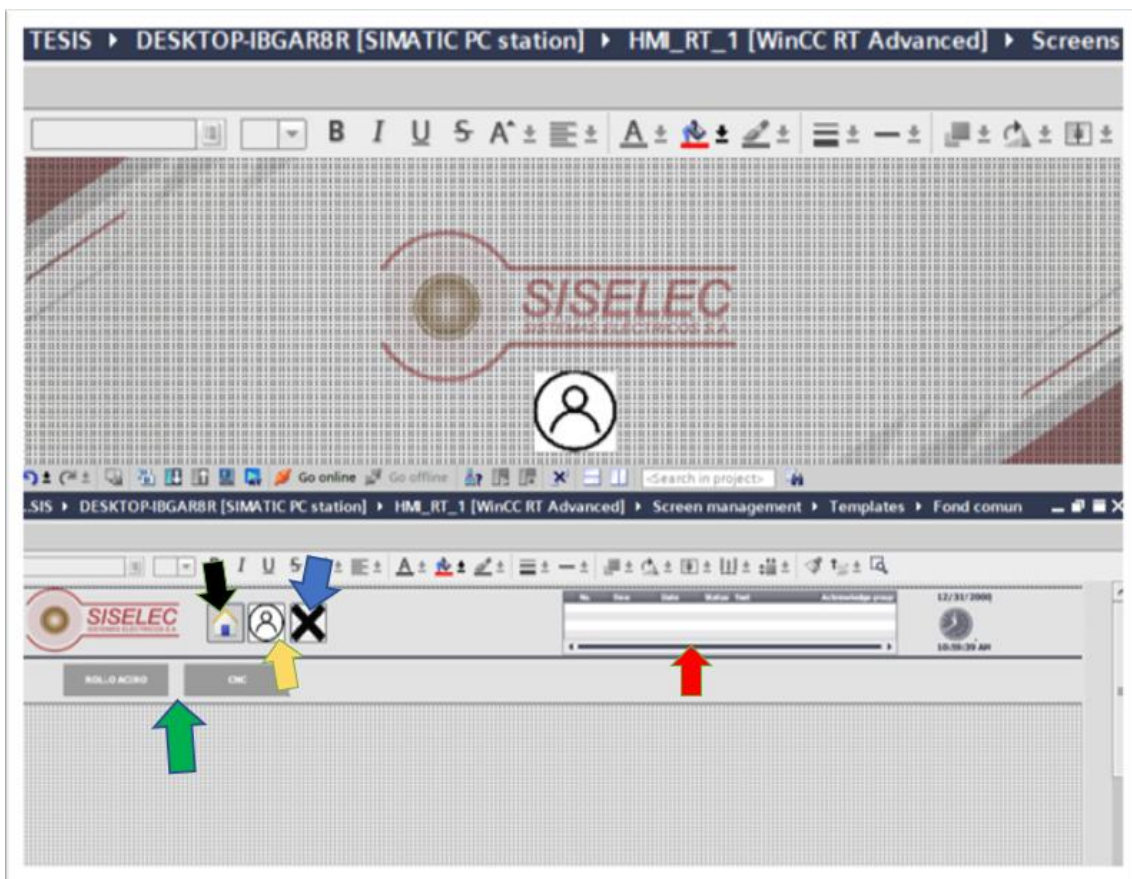


Figura 59 Vista del menú del sistema SCADA.

En botón azul serviría para salir del sistema scada directo a la ventana de bloqueo donde se encuentra el logo de la empresa en este caso SISELEC, pero en este caso se la configuró para detener la simulación por completo.

La flecha roja que se observa señala el historial de navegación, que es donde muestra el registro de toda la actividad que se realiza y la almacena en un registro en Excel.

Por último, la flecha verde nos muestra 2 botones llamados 'Rollo de acero' y 'CNC' dichos botones nos llevan de una ventana a otra, para poder monitorear los distintos procesos que se desean controlar e interactuar en toda la interfaz del sistema SCADA.

Lo que se observa en la Figura 59 es la interfaz del menú principal del sistema scada, como se puede apreciar se muestra el proceso de corte de la lámina de acero y en la parte inferior derecha se ve el proceso de corte con la maquina CNC, ambos sistemas están conformados por sus respectivos dispositivos como válvulas, motores, sensores, cilindros neumáticos, banda transportadora entre otros.

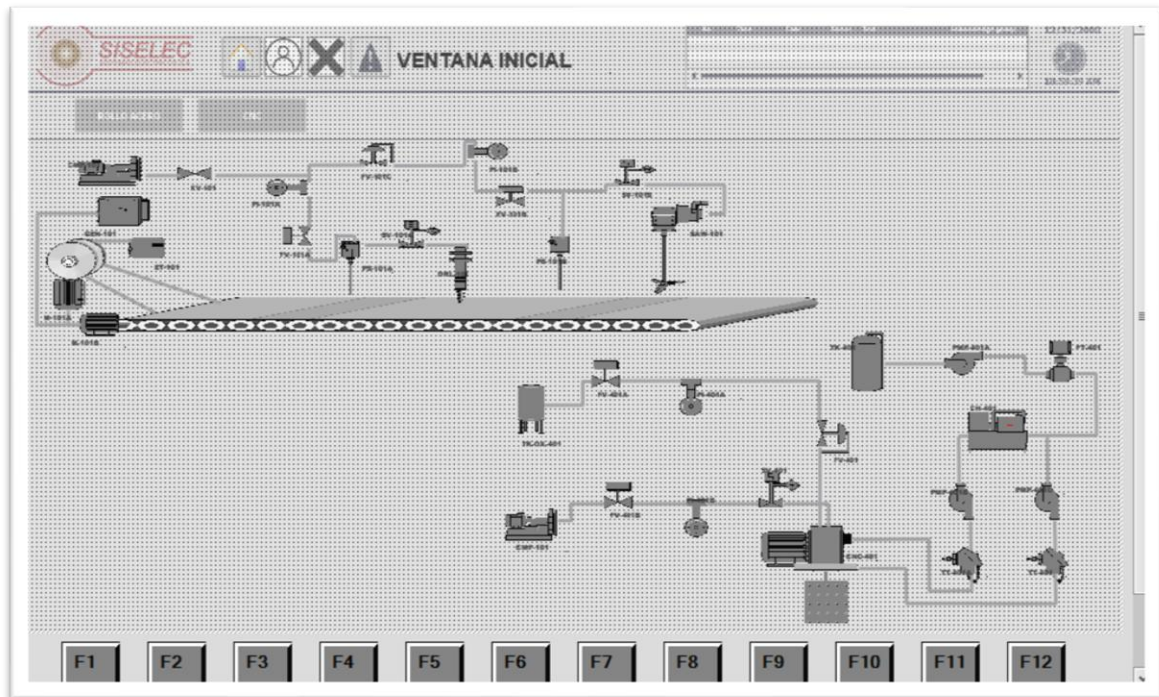


Figura 60 Menú Principal.

Como se puede apreciar en la Figura 60 se puede observar la ventana del proceso de perforación y corte de las láminas de acero, lo que se tiene son válvulas neumáticas y electroneumáticas, una banda transportadora por donde pasaran las láminas de acero, el rollo de acero, motores que son los responsables de mover la lámina de acero y la banda transportadora, además de sensores y una cortadora que se ubica al final de la banda transportadora.

Cada uno de los elementos que conforman el sistema de corte del rollo de acero están enlazadas con su respectiva variable y su respectivo Faceplate el cual es una ventana que aparecerá para determinar el estado de los elementos como las válvulas y los motores, a continuación, en la Figura 61 se procederá a explicar el proceso de elaboración de los faceplates.

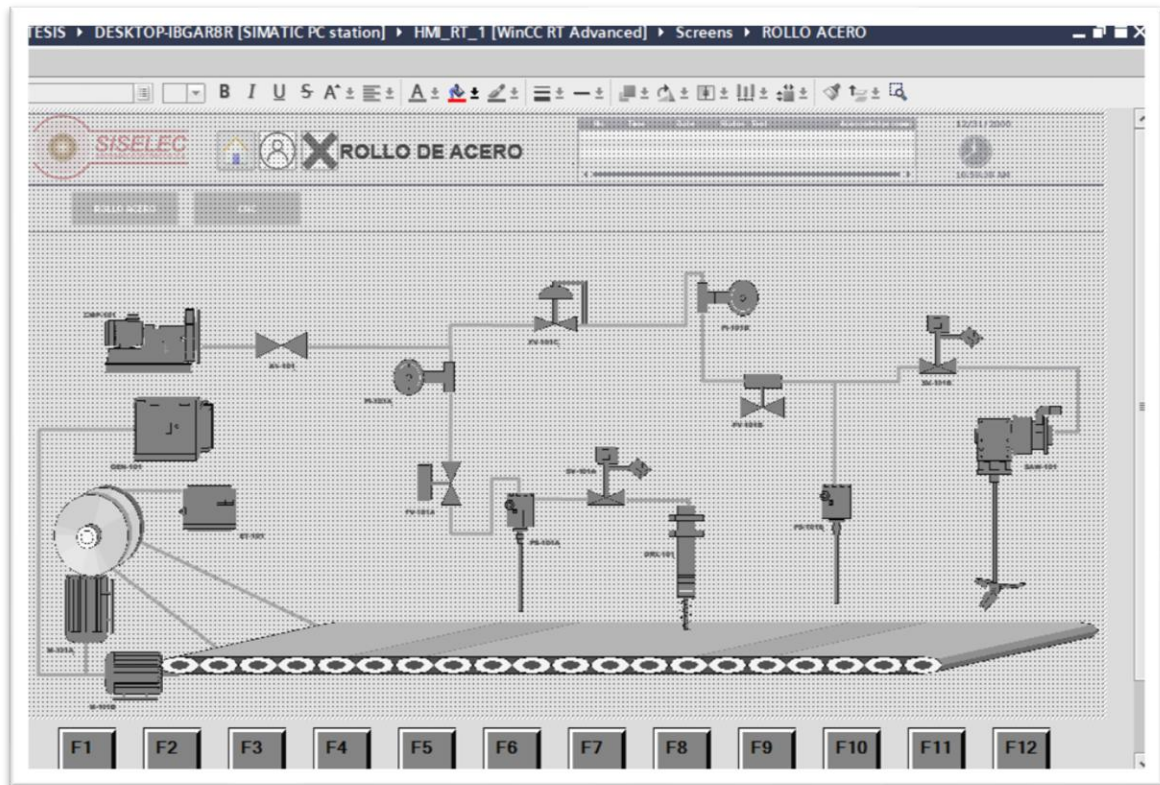


Figura 61 Ventana del proceso de perforación y corte.

### 3.16 Faceplates

Un faceplate para el diseño de la interfaz del sistema scada, es una plantilla grafica que se puede reutilizar múltiples veces para objetos similares entre si, por ejemplo, si en mi sistema scada tengo 4 motores, puedo usar un faceplate para todos ya que son el mismo objeto y tienen la misma función en el proceso que se está desarrollando, es similar a un bloque de funciones como los que se programan para así evitar demasiadas líneas de código.

En tía portal un faceplate es una interfaz que se utiliza mucho en WinCC ya que es muy útil para representar estados de objetos, ya sea encendidos o apagados dentro de un proceso, los faceplates sirven para visualizar estados, mostrar valores como velocidad o presión, reutilizar diseños si tener la necesidad de volver a programar, entre muchas cosas más. En la Figura 61 se muestra la creación de los faceplates para la apertura y cierre de las valculas.

En este caso se está desarrollando un faceplate para todos los tipos de válvulas que se tienen en la interfaz SCADA, de ese modo se tendrá una plantilla para todas las válvulas y no se tendrá la necesidad de crear cada plantilla individualmente.

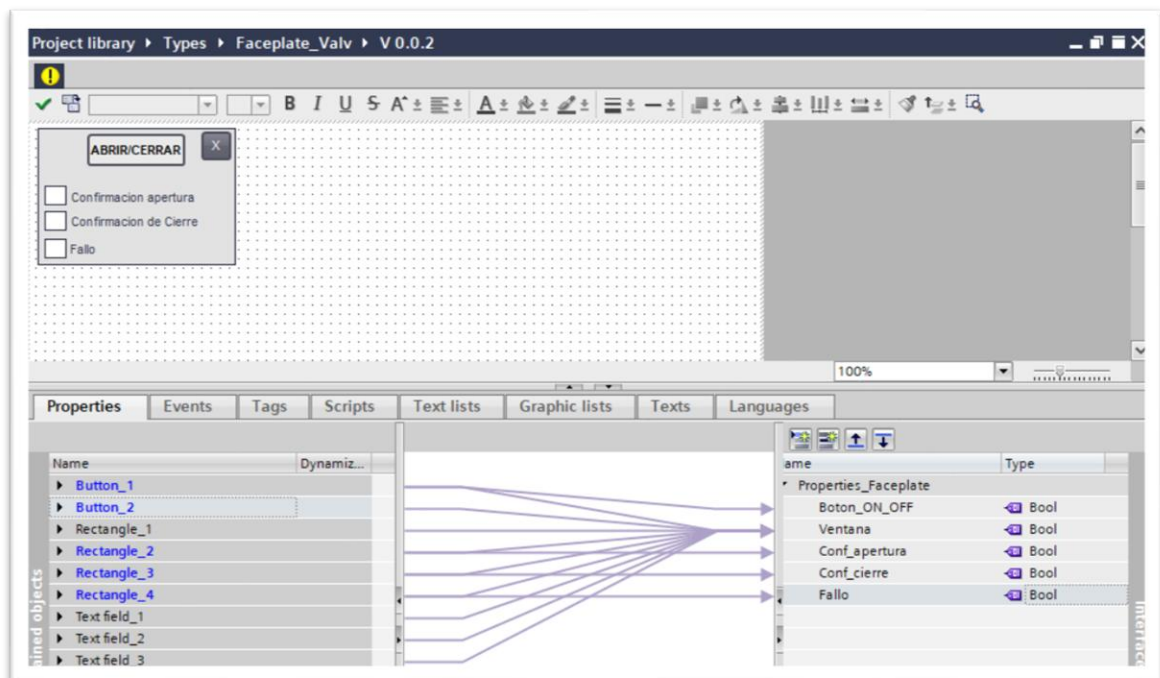


Figura 62 Creación de Faceplate para válvulas.

A continuació, en la Figura 62 se muestra el diseño del faceplate que se usará para todos los tipos de válvulas que se observan en el sistema. Como se puede observar se puede visualizar estados de confirmacion de apertura, confirmacion de cierre y fallo, además de poder abrir y cerrar el faceplate desde su respectivo boton y por ultimo cerrarlo pulsando en el icono de la "X" ubicado en la parte superior derecha.

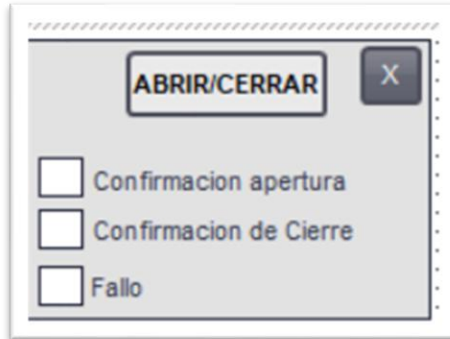


Figura 63 Faceplate para válvulas.

Como se puede apreciar en la Figura 63 es la ventana del proceso de corte con la CNC, se puede apreciar válvulas en las cuales se utilizaran los mismos faceplates del proceso pasado ya que cumplen el mismo funcionamiento en este proceso, también se pueden ver motores, un chiller que es una máquina de intercambio de enfriamiento para así mantener a buena temperatura la maquina CNC y evitar que se sobrecaliente, también se tiene un compresor, un tanque de reservorio de agua que es la que utilizara el chiller para mantener a una óptima temperatura la CNC, medidores de presión, medidores de flujo de líquidos que serán utilizados para medir el flujo del agua.

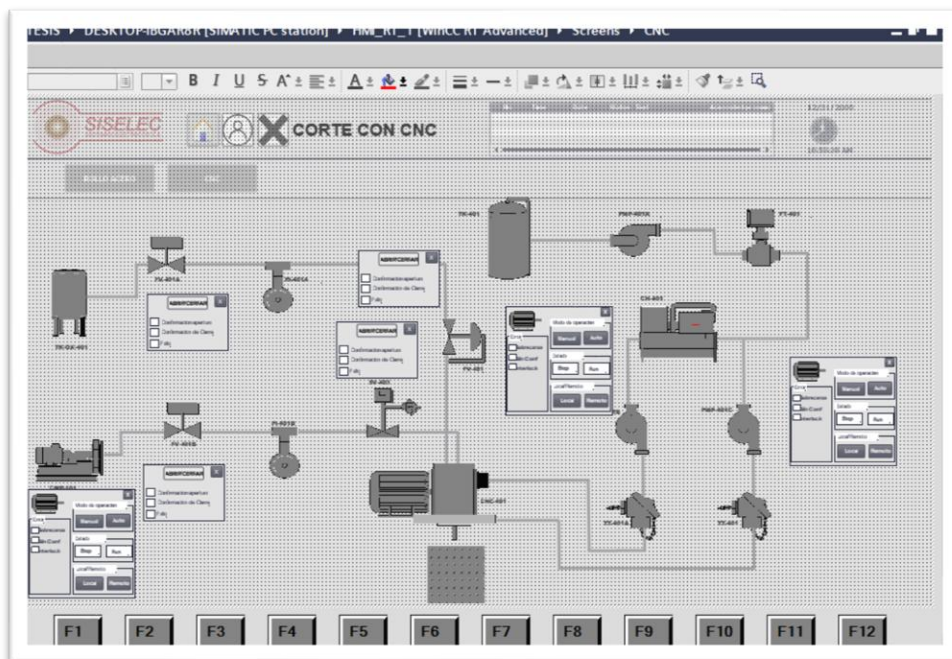


Figura 64 Ventana del proceso de corte con CNC.

Todos estos equipos son los que formaran parte de la interfaz del sistema de corte de la CNC para de esta manera realizar un buen acabado de corte en las láminas de acero previamente perforadas y cortadas en el proceso anterior.

La Figura 64 muestra el diseño del faceplate para todos los actuadores del proceso número 2 que es el corte de las láminas de metal con la CNC, como existe una gran variedad de actuadores en dicho proceso, este faceplate será reutilizado varias veces para simular este proceso.

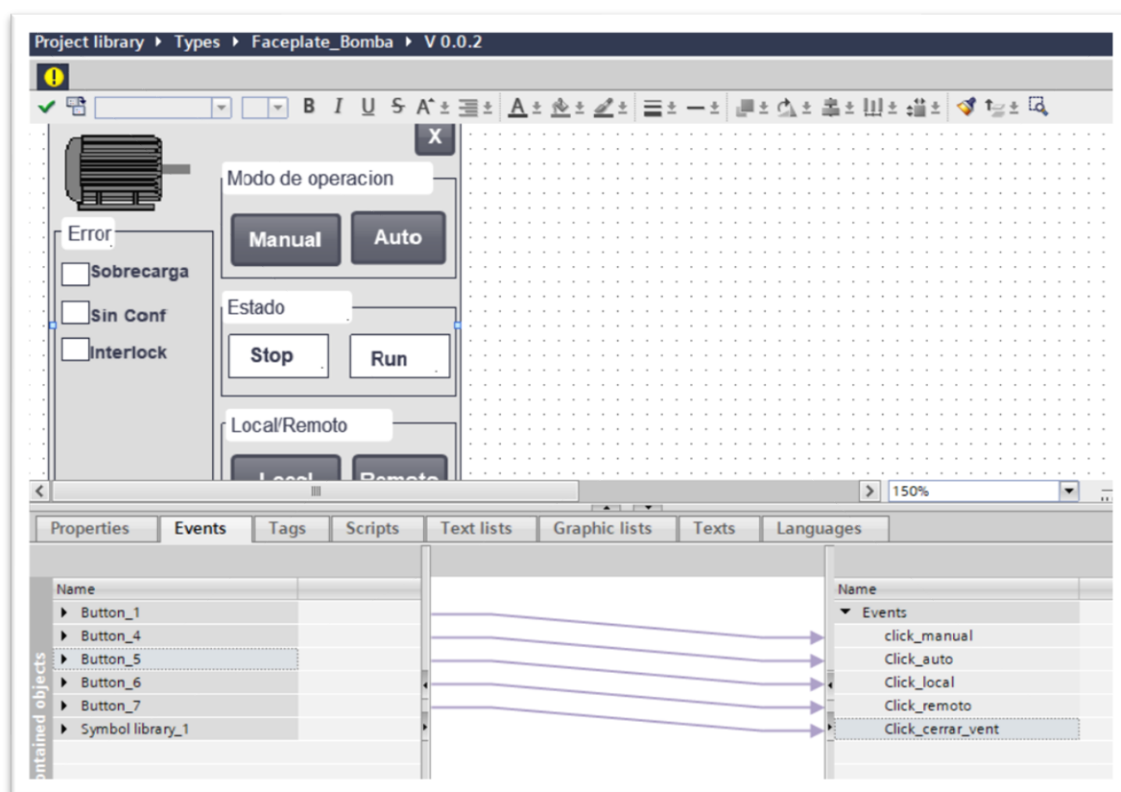


Figura 65 Faceplate para Actuadores.

Como se puede ver tiene modos de operación, estados, modos de operación entre local y remoto además de una ventana donde podremos identificar los posibles errores que puedan ocurrir. El diseño de los faceplates es de gran ayuda para poder tener una interfaz scada mucho más completa y tener un mayor control entre los equipos que se están controlando.

La Figura 65 muestra la venta de rollo de hace ya completa con todos los elementos que la conforman, desde válvulas, motores trifásicos, sensores, una banda transportadora, un generador, en la parte superior cuenta con los iconos de la marca de la empresa que está desarrollando el proyecto que en este caso es SISELEC S.A, también se puede apreciar los iconos de inicio de sesión, alarma, home y detener simulación.

Otro aspecto que se puede apreciar son los faceplates ya ubicados en su respectivo objeto a controlar, para esto previamente el faceplate fue enlazado respectivamente con cada variable hasta poder quedar completamente enlazada y así al momento de realizar la simulación todo pueda funcionar automáticamente solo pulsando los estados que se requieran.

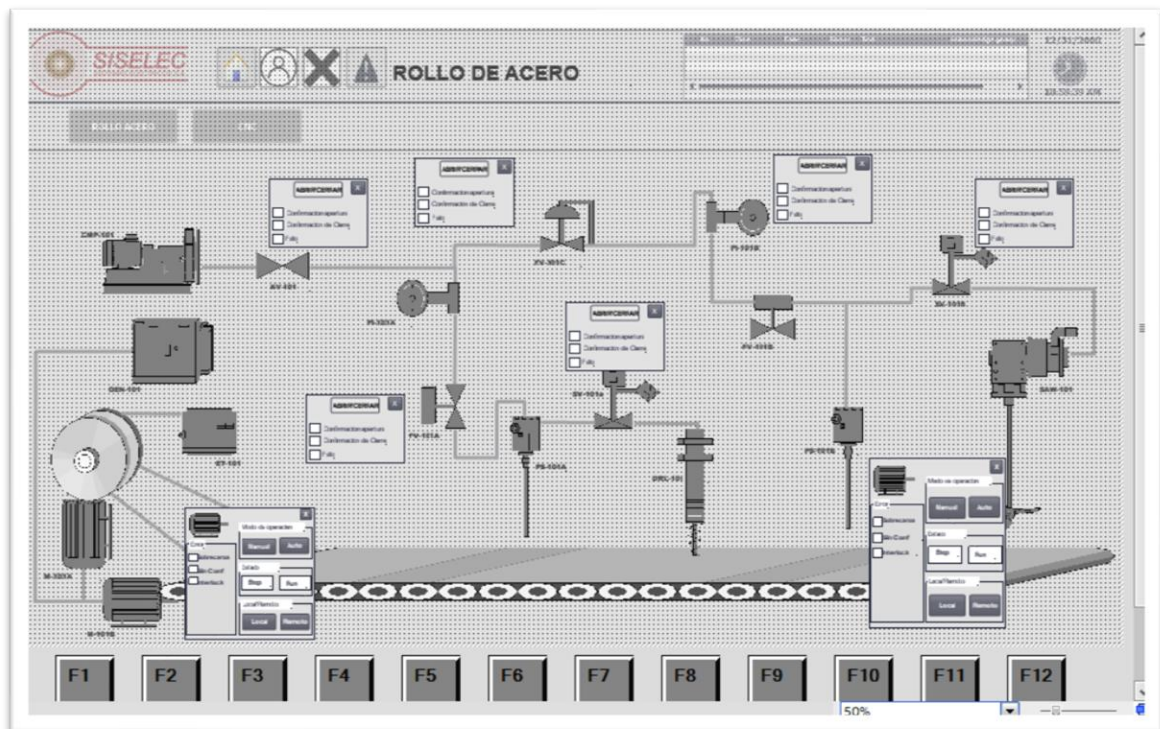


Figura 66 Ventana proceso del rollo de Acero.

Como se muestra en la Figura 66 y 67 se observa el enlace del faceplate que corresponde a los motores. Se observa que se realizó el enlace respectivamente con cada una de las variables que se crearon previamente, esto quiere decir que mi faceplate que representa a los estados de los motores está totalmente funcional.

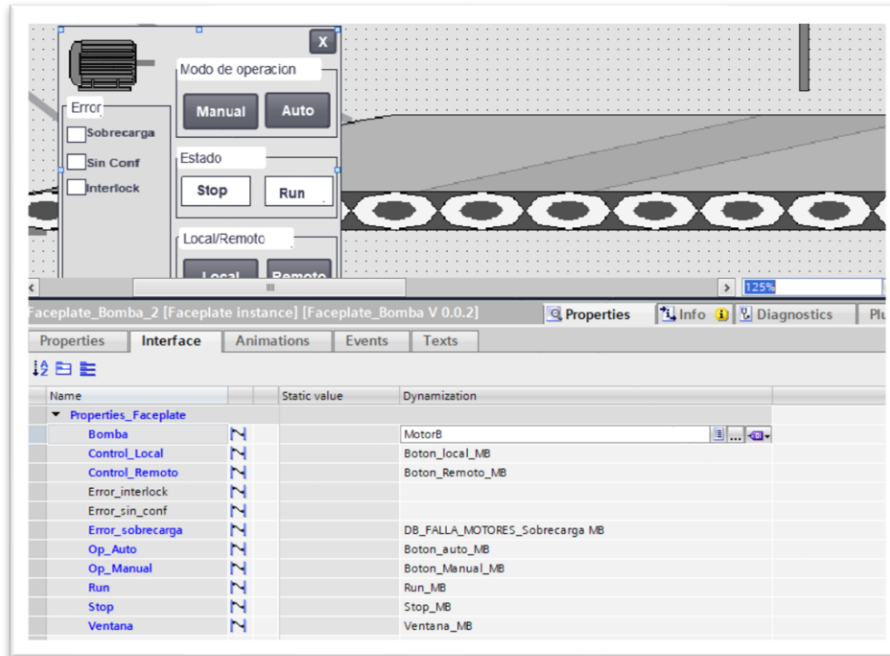


Figura 67 Enlace de faceplate de Motor.

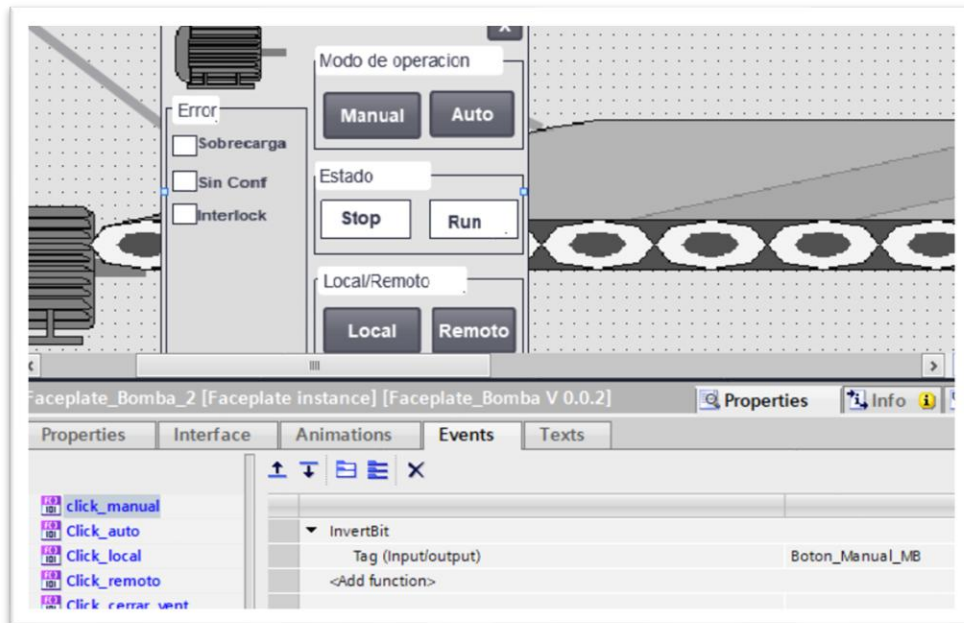


Figura 68 Creación de evento.

Se procedió a crear un evento de cada una de las funciones de los motores y posteriormente invertimos el bit de cada uno de los estados, de esta manera como al inicio el botón se encuentra en estado de apagado y posteriormente se configuró para invertir bit, al presionar el botón pasará de apagado a encendido gracias a la función de invertir bit, de esta manera pasarán a activarse cada uno de los botones que se encuentran en el faceplate y funcionará de manera automática nuestro sistema scada.

### 3.17 Elaboración de las RECETAS

Como una de las partes finales en el desarrollo de la interfaz del sistema scada que se está desarrollando, está la implementación de las recetas las cuales son muy importantes, ya que son una herramienta muy usada en la automatización debido a que permite guardar y cambiar configuraciones sin tener que alterar la programación del PLC que se desarrolla en el Main.

En otras palabras, una receta es un conjunto de variables que simulan la configuración completa de una maquina o proceso que forma parte de un proceso industrial.

En esta ocasión se configura una receta para configurar los tiempos de corte de la maquina CNC que se empleará, como se puede observar en la Figura 68, se agregaron 3 tiempos los cuales representan el tiempo que durará el corte que se realizará por la CNC en la lámina de acero. Con las recetas el operador de una industria solo necesita seleccionar cual receta quiere aplicar y la maquina se configurará automáticamente a los valores que fueron programados para dicha receta.

The screenshot shows the 'Recipes' configuration window in WinCC RT Advanced. The main table lists the following recipe:

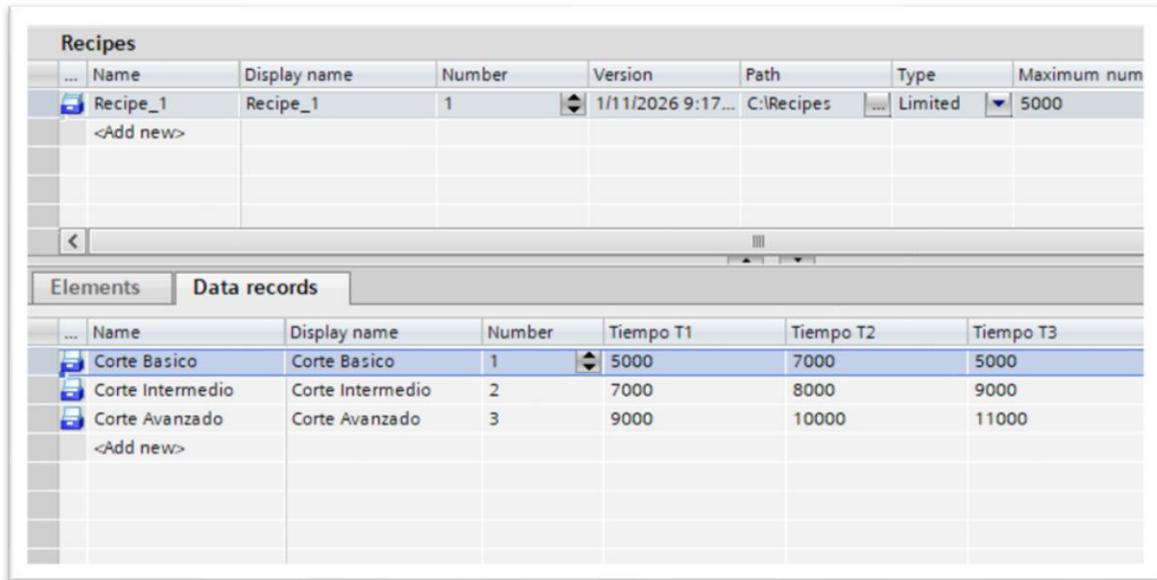
Name	Display name	Number	Version	Path	Type	Maximum number of d..	Communication type	Toolti
Recipe_1	Recipe_1	1	1/11/2026 9:17...	C:\Recipes	Limited	5000	Tags	
<Add new>								

Below the main table, the 'Elements' sub-table is visible, showing the configuration for the selected recipe:

Name	Display name	Tag	Data type	Data length	Default value	Minimum value	Maximum value	De
Tiempo T1	Tiempo T1	Tiempo1	Time	4	0	-2147483648	2147483647	0
Tiempo T2	Tiempo T2	TIEMPO2	Time	4	0	-2147483648	2147483647	0
Tiempo T3	Tiempo T3	TIEMPO3	Time	4	0	-2147483648	2147483647	0
<Add new>								

Figura 69 Elaboración de Receta.

A continuación, en la Figura 69 se muestra la elaboración de la receta que se usó durante la configuración del sistema scada, como previamente se observó en la Figura 68 se configuraron 3 tiempos diferentes, ahora en la pestaña de "Data records" procedemos a colocarle nombres a cada uno de los tipos de corte que se desean realizar, como se observa en la imagen los hemos nombrado como: Corte Básico, Corte Intermedio y Corte Avanzado.



Recipes							
...	Name	Display name	Number	Version	Path	Type	Maximum num
	Recipe_1	Recipe_1	1	1/11/2026 9:17...	C:\Recipes	Limited	5000
	<Add new>						
...							
Elements							
Data records							
...	Name	Display name	Number	Tiempo T1	Tiempo T2	Tiempo T3	
	Corte Basico	Corte Basico	1	5000	7000	5000	
	Corte Intermedio	Corte Intermedio	2	7000	8000	9000	
	Corte Avanzado	Corte Avanzado	3	9000	10000	11000	
	<Add new>						

Figura 70 Configuración de Receta.

En cada uno de los nombres asignados se muestra los 3 tiempos antes creados y en cada uno de ellos se deberá colocar la duración que se desea para realizar los cortes en la lámina de acero.

El tiempo está definido en milisegundos por lo que se deberá colocar el tiempo términos de mil entonces de ser así el "Corte Básico" tendrá una duración de 5 segundos un cierto grupo de dispositivos, después de ese tiempo se apagarán los dispositivos que ya no son necesarios, luego se tendrá 7 segundos para otro número de dispositivos y por último se tendrá nuevamente 5 segundos. El tiempo corre igual para todos los dispositivos es decir que al pasar 7 segundos ya todo se habrá apagado y corte habrá terminado.

Como se observa en la Figura 70 se presenta el visor de recetas, este nos permite seleccionar las recetas que previamente fueron configuradas en la parte de "Recipe Name" en esa sección podremos seleccionar las recetas que hayamos configurado. En la sección de "Data Record Name" podremos elegir los diferentes tipos de corte que previamente configuramos con su respectivo tiempo, al seleccionar un corte en específico el tiempo se colocará automáticamente y solo tendremos que cargarlo al PLC para probar la simulación, de esa manera estaría completada la elaboración de las recetas en nuestro sistema SCADA.



Figura 71 Visor de Recetas.

Como parte final, en la Figura 71 se observa el visor de recetas listo para funcionar en la simulación.

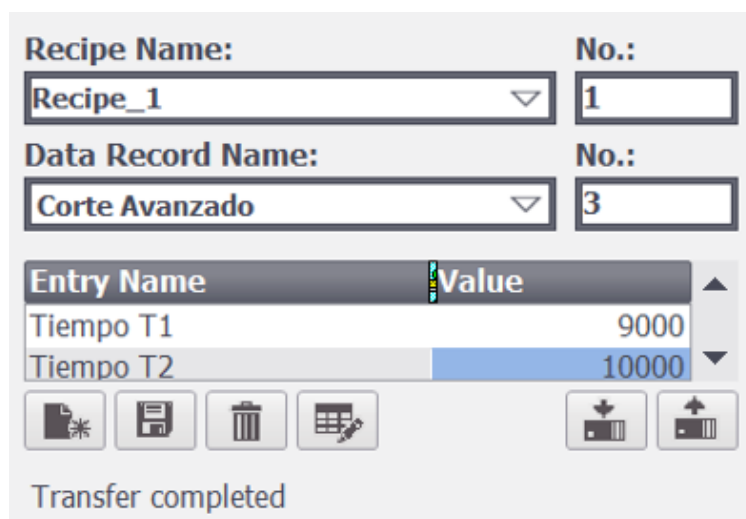


Figura 72 Visor de Recetas Configurado.

# CAPITULO 4

## SIMULACION Y PUESTA EN MARCHA

### 4.1 Simulación del PLC en Tía Portal

Para poder realizar la simulación primero debemos realizar la conexión entre nuestra PC y el PLC, una vez que tengamos los 2 dispositivos enlazados podremos ejecutar la simulación en el software tia portal y empezar a realizar las pruebas respectivas. En la Figura 72 se muestra el proceso de simulación en tia portal.

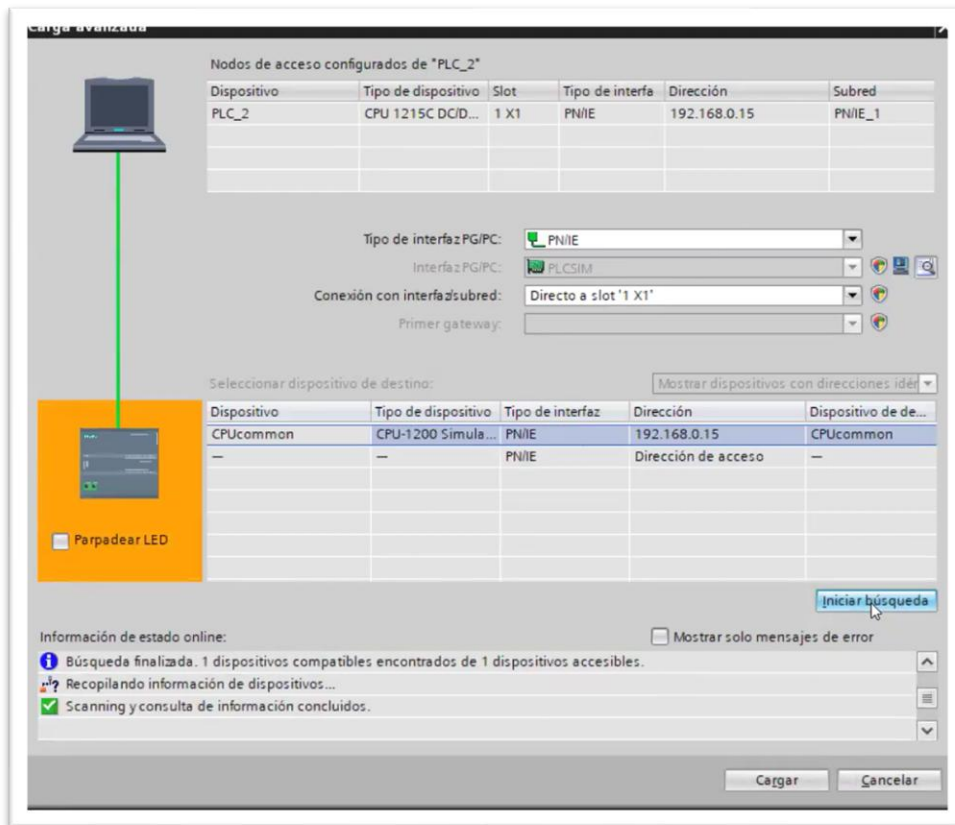


Figura 73 Enlace de simulación con el PLC.

Como se observa se busca el dispositivo en este caso es el PLC y una vez que es encontrado por medio de su dirección IP este es enlazado con la PC y ya podremos realizar la simulación por medio de del simular de tia portal que es PLCSIM.

Como se observa en la figura 73 es una pantalla previa a la simulación, donde simplemente debemos darle al botón de cargar para que se compile todo el programa y si no hay ninguna falla entonces podremos simular nuestro programa.

Para concluir en el proceso de simulación podemos ver el simulador de PLCSIM el cual es el que está en el lado superior izquierdo al cual una vez esté cargada la compilación de tendremos que dar el botón que dice "RUN" para completar el proceso de simulación y que el programa puede fluir con normalidad.

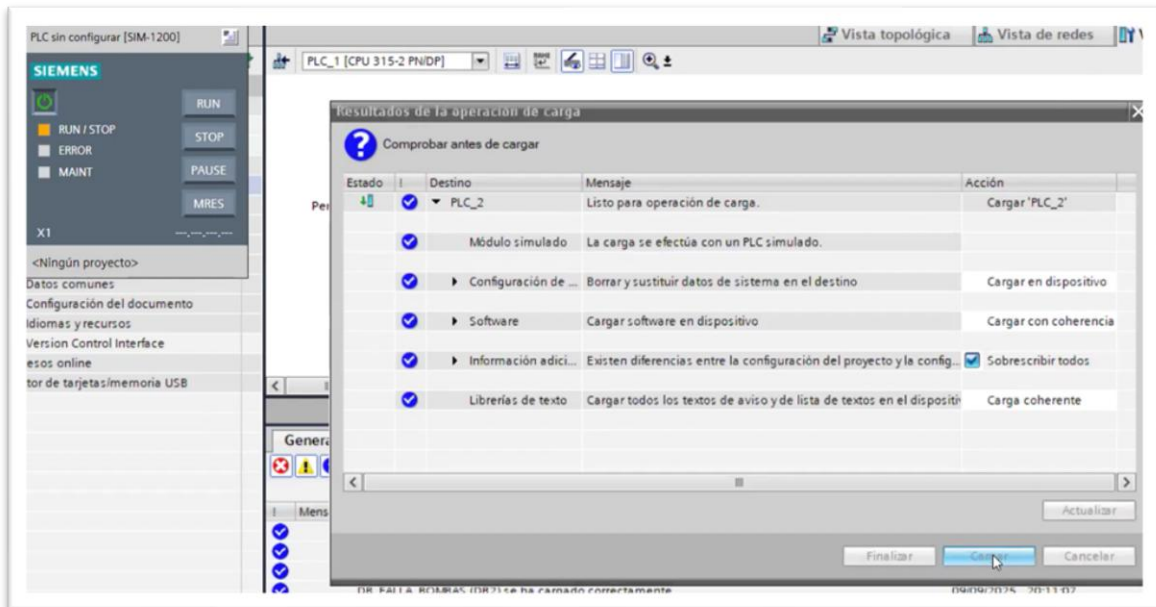


Figura 74 Vista Previa de Simulación.

## 4.2 Diagrama de Bloques de la Simulación.

A continuación, en la figura 75 se presenta el diagrama de bloques de todo el proceso de simulación.

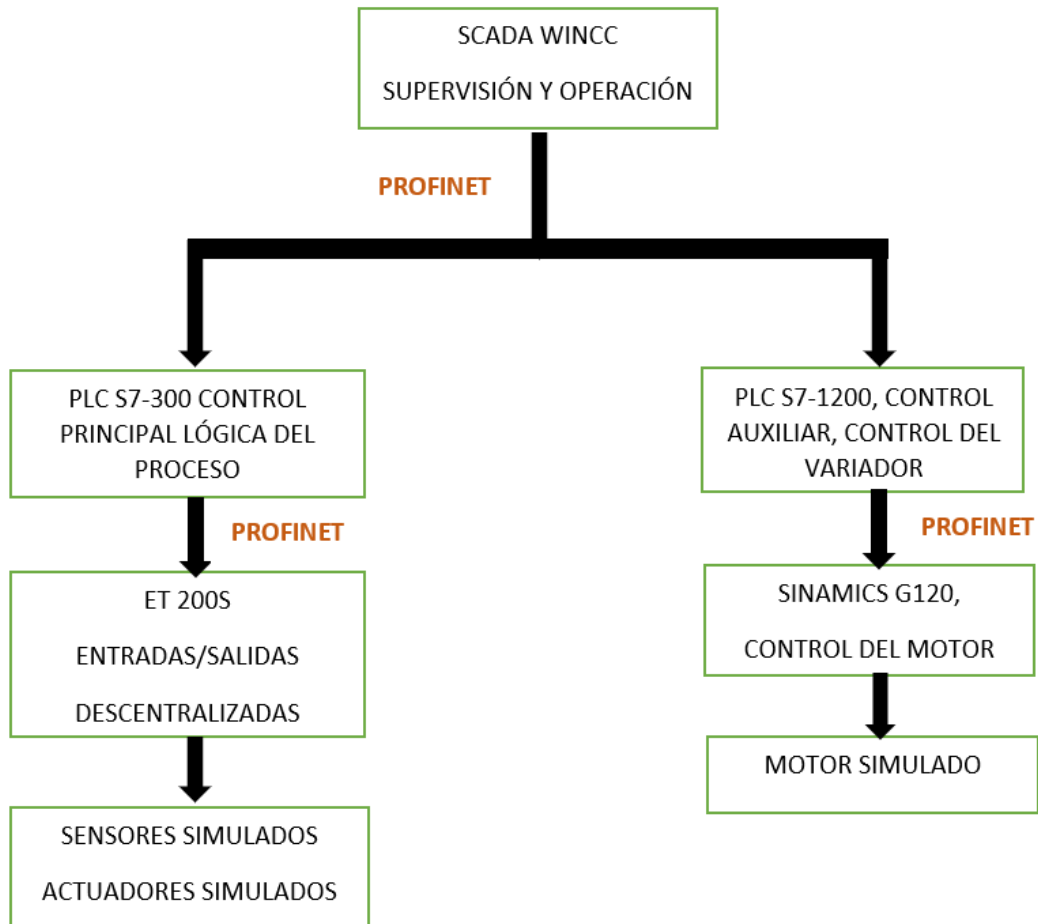


Figura 75 Diagrama de Bloques

### 4.3 Simulación de la Interfaz Scada

En la Figura 74 se puede ver el proceso que se está controlando por medio del sistema scada, el cual es el rollo de acero el cual se despliega a lo largo de la banda transportadora para por medio de está proceder a ser perforado y luego cortado.

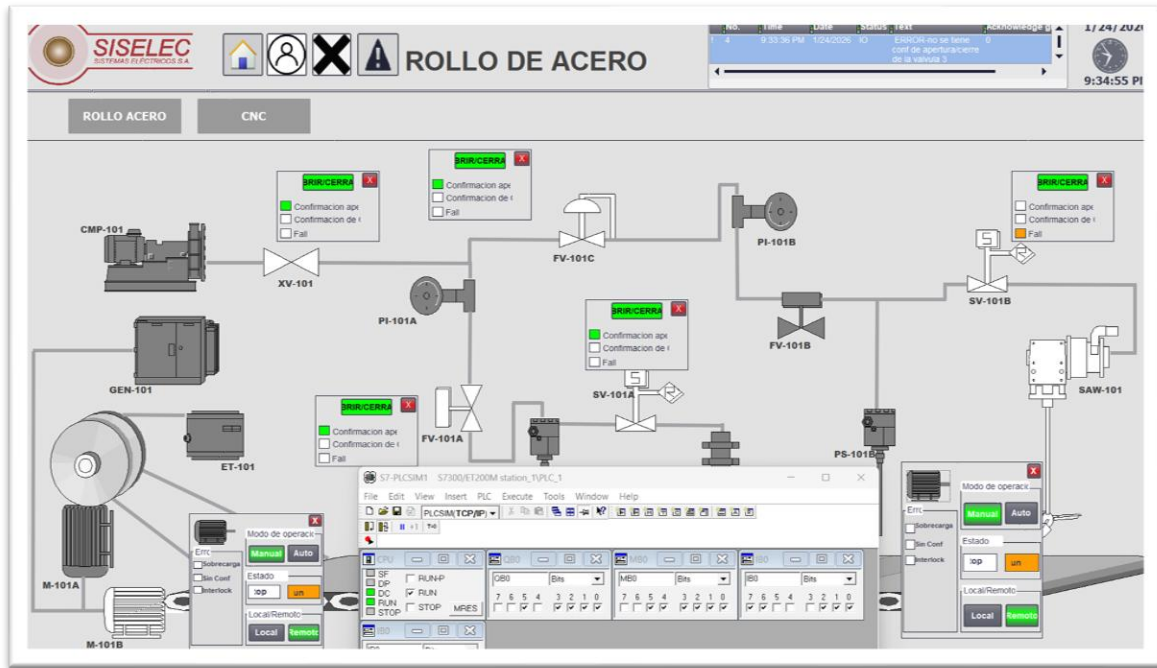


Figura 76 Proceso "Rollo de Acero".

Como se puede ver en la ventana tenemos todos los faceplates que se diseñaron previamente, cada uno con su respectivo dispositivo a controlar, para distinguir el funcionamiento del sistema scada, los dispositivos como válvulas y actuadores están de color blanco el cual representa que están activados y funcionando, mientras los que están de color gris oscuro están apagados en espera de ser activados.

La pequeña ventana que se muestra en la parte central inferior es el módulo de simulación del PLC s7-300, con el cual podemos interactuar para determinar que válvulas se activas y cuáles no.

En la Figura 75 tenemos la ventana del sistema Scada, podemos notar que es la sección de corte de las láminas de metal con la maquina CNC, donde el sistema funciona de igual manera como la imagen anterior, lo único que cambia son los faceplates ya que se decidió dejarla así para tener una imagen más clara del proceso que se está simulando.

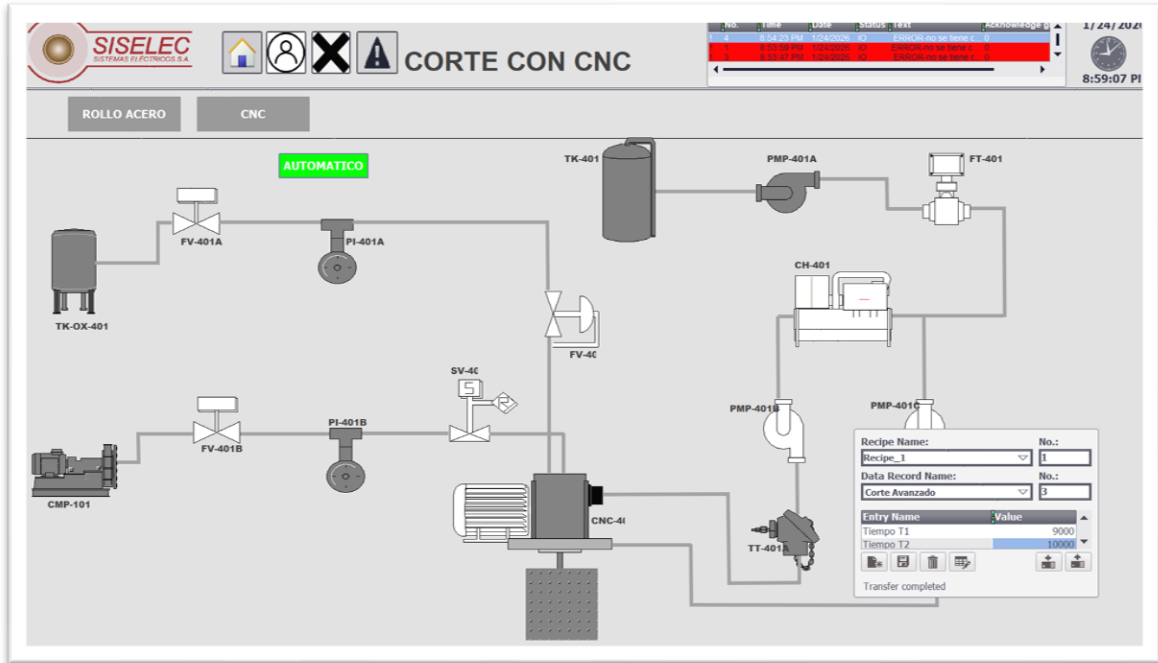


Figura 77 "Corte con CNC".

Podemos notar además que está ventana se está empleando el uso de las recetas para controlar el tiempo de encendido de cada una de las válvulas o actuadores que se presentan en la imagen. Por último en la parte superior derecha podemos observar la ventana de avisos pintada de rojo por alarmas que se detectan en la simulación

Como parte final de la simulación se observa la Figura 76 donde se observa el registro de alarmas del sistema Scada, donde se guardarán los registros de cualquier problema que suceda al momento de monitorear los procesos previamente mostrados, de esta manera podremos tener un mayor control de nuestra planta de producción y llevar un historial preciso de cualquier error o problema que se genere a cualquier hora del día.

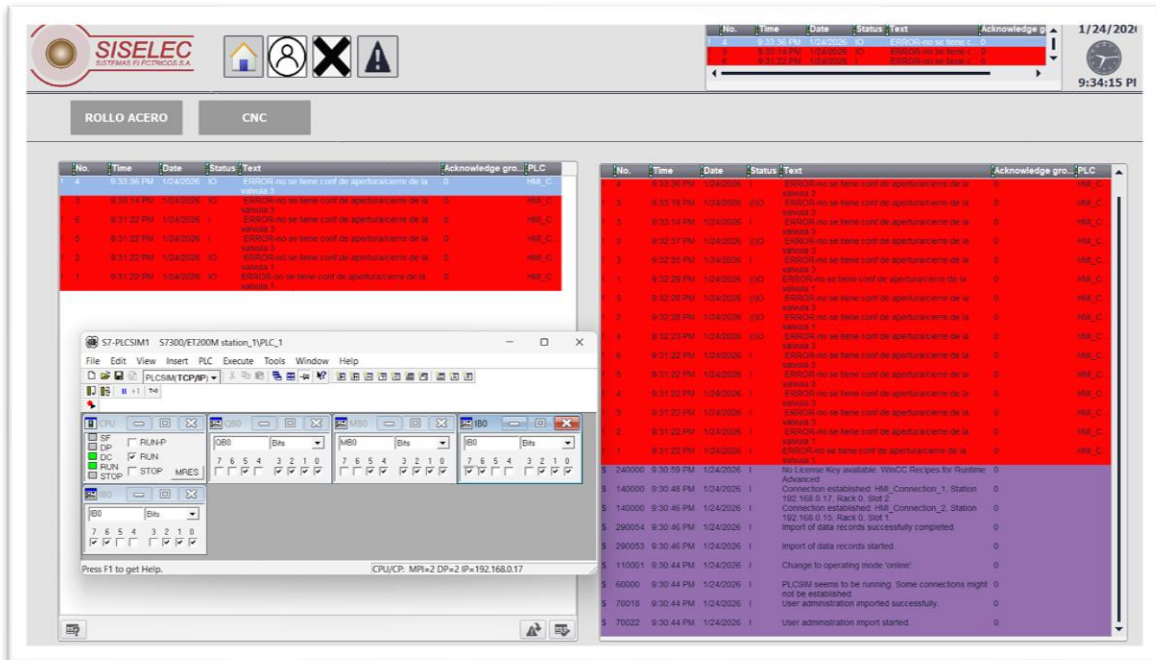


Figura 78 Ventana de Alarmas.

## CONCLUSIONES

- Se logró diseñar una arquitectura SCADA estructurada por niveles de supervisión, control y campo, permitiendo una organización modular y coherente con estándares de automatización industrial.
- El sistema scada se realizó mediante el software de siemens tia portal, en el cual se emplearon 2 PLC, uno es el s7-1200 y otro es el s7-300, ambos con gran tecnología para el monitoreo y control de procesos industriales, logrando de esta manera poder controlar la planta de transformadores para que sea automatizada y no sea necesaria la intervención humana, además se logró mejorar los tiempos de producción en los transformadores, aumentando así la eficiencia de distribución de los equipos.
- Se realizó con éxito las pruebas en la simulación, los plc respondieron correctamente a sus enlaces entre entradas y salidas, además desde la interfaz del sistema scada, se pudo controlar correctamente los equipos que se pretenden monitorear y operar de manera remota en la planta de producción, logrando de esta manera tener un control automatizado completo de la fábrica.

## RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de este trabajo investigativo se implementaron PLC medianamente fuertes en ambientes industriales, pero Moretran al ser una empresa dedicada a la elaboración en gran cantidad de transformadores padmounted monofásicos o trifásicos, transformadores convencionales o tipo secos, va a requerir en un futuro cercano un ampliamiento de su línea de producción, debido a que comercializan para todo el Ecuador incluso llegan a exportar transformadores a países de Sudamérica, por lo que se recomienda para trabajos futuros emplear PLC de mayor potencia, como los S7-1500 o si es un proceso mucho más robusto emplear S7-400 donde ya no existen módulos de entradas y salidas, si no interfaces de entradas y salidas.
- En el caso de que este proyecto de simulación llegara a ser elaborado de manera física, se recomienda realizar un estudio de que tanta potencia y tecnología se necesita para el proceso de elaboración de transformadores, debido a que de ser el caso se podrían emplear PLC mucho más robustos o con protecciones debido al ambiente de trabajo, como es el caso de la línea SIPLUS de Siemens que son PLC con altos grados de IP para ambientes industriales complejos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo, N., Tano, G, & Vargas, C.A. (s.f.). *Historia de la automatización*. Universidad ECCI. <https://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- Borbor Suárez, G. A. (2023). *Diseño y simulación de la automatización del proceso de la fabricación del papel mediante PLC en la etapa de preparación de la pulpa [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10629>
- Boylestad, R. L., & Louis, N. (2009). *Electronica: Teoria de Circuitos Y Dispositivos Electronicos*. PEARSON.
- Carballo Sierra, J., & Romero Lara, D. (2011). *Tutorial norma ISA S5.1 y diagramas P&ID*. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://repositorio.utb.edu.co/server/api/core/bitstreams/fc2f2aa4-2033-437c-92be-6d89885ce942/content>
- Carvajal Vargas, Y. M. (2022). *Implementación de un sistema SCADA para la optimización de la gestión de mantenimiento y producción, aplicado a la planta de productos autoadhesivos C.I. ARclad S.A de Rionegro (Antioquia)[Tesis de Maestría, Universidad de Antioquia ]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10495/25688>
- Corella Zamora, J. P. (2022). *Elaboración de un sistema SCADA para el monitoreo y control en una línea automatizada de snacks fritos y acceso a tecnología 4.0 [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]*. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54280>
- García López, A. (2022). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SCADA REMOTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL MEDIANTE COMUNICACIONES MQTT [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Cartagena]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/11701/tfm-gar-dis.pdf?sequence=1>
- Jiménez Sánchez, J. A. (2024). *DISEÑO DE SISTEMA SCADA PARA CONTROLAR Y MONITOREAR UN PROCESO INDUSTRIAL A TRAVÉS DE GRAFANA MEDIANTE UN PLC S7 1215C DC/DC/DC [Tesis de grado, Benemerita Universidad Autonoma de Puebla]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/25066>
- Lliguicota Rivera, O. D. (2024). *Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para el Monitoreo y Supervisión de la Producción de camarones en una granja ubicada en la provincia del Guayas-Los Ríos [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]*. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65798>
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de Control Moderna*. PEARSON.
- Pérez-López, E. (2015). *Los sistemas SCADA en la automatización industrial*. Tecnología en Marcha, 28(4), 3-14. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://www.redalyc.org/pdf/6998/699878519001.pdf>

- Perez Mondragon, M. A. (2021). *Diseño de un sistema SCADA para el mejoramiento del control y monitoreo de los procesos de esterilización, desfrutación y prensado en una planta extractora de aceite de palma [Tesis de Grado, Universidad de los Llanos]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/4269>
- Rashid, M. H. (1995). *Electrónica de Potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Soto Valencia, K. R. (2024). *Diseño y simulación de un biodigestor mediante PLC y pantalla HMI [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]*. Repositorio Institucional. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29176>
- Siemens AG. (2012). *SINAMICS G120 convertidor de frecuencia con las Control Units CU240B-2 y CU240E-2: Instrucciones de servicio (Firmware V4.5, A5E02299792E AC)*. Siemens AG. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/61618946/convertidor-de-frecuencia-sinamics-g120-con-las-control-units-cu240b-2-y-cu240e-2?dti=0&lc=es-EC>
- Siemens AG. (2015). *SIMATIC ET 200S: Módulo de interfaz IM151-1 STANDARD (6ES7151-1AA06-0AB0) – Manual de producto (A5E01278532-AD)*. Siemens AG. [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/25548014/et200s\\_im151\\_1\\_standard\\_manual\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/25548014/et200s_im151_1_standard_manual_es-ES_es-ES.pdf)
- Siemens AG. (2025). *SIMATIC S7-1200, CPU 1215C DC/DC/DC (6ES7215-1AG40-0XB0): Hoja de datos*. Siemens AG. <https://sieportal.siemens.com/en-bg/products-services/detail/6ES7215-1AG40-0XB0?tree=CatalogTree>
- Siemens AG. (2024). *SIMATIC S7-300 CPU 315-2 PN/DP (6ES7315-2EH14-0AB0): Hoja de datos*. Siemens AG. <https://sieportal.siemens.com/es-ww/products-services/detail/6ES7315-2EH14-0AB0?tree=CatalogTree>
- Siemens AG. (2018). *SIMATIC NET PC software: Commissioning PC Stations – Manual and Quick Start (Configuration Manual, C79000-G8976-C156-19)*. Siemens AG. [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/601/77377601/att\\_1002169/v1/PH\\_PC-Stations\\_76.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/601/77377601/att_1002169/v1/PH_PC-Stations_76.pdf)
- Universidad Nacional de la Plata. (s.f.). *Controlador lógico programable (PLC): Clase 13 – Electricidad*. Escuela Universitaria de Oficios, Universidad Nacional de la Plata. <https://unlp.edu.ar/institucional/politicasociales/oficios/fichas-educativas-17882-22882/>



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes




## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Concha Quispilema Angel Alexander** con C.C: # 0931139158 autor del Trabajo de Titulación: **Simulación de un sistema automatizado para el control y monitoreo de la elaboración de la carcasa metálica de los transformadores Moretran** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 2 de marzo de 2026

f.  \_\_\_\_\_

Nombre: **CONCHA QUISPILEMA ANGEL ALEXANDER**

C.C: **0931139158**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Simulación de un sistema automatizado para el control y monitoreo de la elaboración de la carcasa metálica de los transformadores Moretran		
<b>AUTOR(ES)</b>	Concha Quispilema Angel Alexander		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Vega Ureta Nino Tello, Msc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Electrónica y Automatización		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electrónica y Automatización		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	2 de marzo de 2026	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	<b>82</b>
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	SISTEMAS SCADA, AUTOMATIZACIÓN, PROGRAMACIÓN		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	AUTOMATIZACIÓN, ELECTRÓNICA, PLC, SCADA, HMI, PROGRAMACIÓN.		
<p>El presente proyecto tiene como objetivo, simular una línea de automatización remota, mediante un sistema scada, enfocada en la elaboración de transformadores de la empresa Moretran. En la visita a la planta se pudo visualizar el proceso de elaboración de las carcasas de los transformadores, el cual es realizado en gran parte por trabajadores, los cuales están expuestos a sufrir accidentes por las maquinas industriales que operan, por este motivo el objetivo de este proyecto de titulación es desarrollar un sistema para la producción automatizada de carcasa metálica de transformadores. En la visita se pudo detectar los equipos que serán usados para este proceso y las posibles líneas de automatización que se van simular. La metodología por utilizar es tipo mixta cualitativa para el análisis y sinterización del sistema y cualitativa para el análisis de los elementos a usar en el desarrollo de esta propuesta. Para el diseño de la interfaz del sistema scada se utilizó WinCC Runtime Advanced de Siemens, el cual es un software de visualización para sistemas de control y monitoreo basados en PC.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTORES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 985194564	E-mail: alexander_16ac@hotmail.com angel.concha@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	Nombre: Ubilla González, Ricardo Xavier		
	<b>Teléfono:</b> +593 99 952 8515		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			