

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
TEMPERATURA, PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, BASADO EN LA RED PROFINET CON UN
SISTEMA DE PERIFERIA REMOTA”

AUTORES:

Campozano Pin José Luis

Velecela Arias Ingrid Talía

TUTOR: Ing. Byron Lima, MSC.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, CAMPOZANO PIN JOSÉ LUIS con cédula de identidad N° 1313103283 y VELECELA ARIAS INGRID TALÍA con cédula de identidad N° 0926536988, declaramos que este trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA, PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, BASADO EN LA RED PROFINET CON UN SISTEMA DE PERIFERIA REMOTA” ha sido implementado bajo los conceptos, análisis y conclusiones considerando los métodos de investigación, así como también el respeto a los derecho intelectuales a terceros, son de exclusiva responsabilidad de los autores; y la propiedad intelectual de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Guayaquil, marzo del 2021

Campozano Pin José Luis

C.I.: 1313103283

Velecela Arias Ingrid Talía

C.I.: 0926536988

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, CAMPOZANO PIN JOSÉ LUIS con cédula de identidad N° 1313103283 y VELECELA ARIAS INGRID TALÍA con cédula de identidad N° 0926536988, manifestamos nuestra voluntad de ceder la titularidad sobre los derechos patrimoniales de este trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA, PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, BASADO EN LA RED PROFINET CON UN SISTEMA DE PERIFERIA REMOTA” a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual y por la normativa institucional vigente.

Guayaquil, marzo del 2021



Campozano Pin José Luis

C.I.: 1313103283



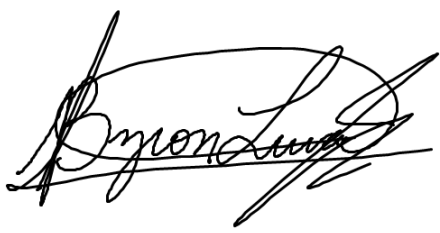
Velecela Arias Ingrid Talía

C.I.: 0926536988

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado este trabajo de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA, PARA PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL, BASADO EN LA RED PROFINET CON UN SISTEMA DE PERIFERIA REMOTA” realizado por los estudiantes CAMPOZANO PIN JOSÉ LUIS con cédula de identidad N° 1313103283 y VELECELA ARIAS INGRID TALÍA con cédula de identidad N° 0926536988, el mismo que cumple con los objetivos del diseño de aprobación y todos los requisitos pertinentes.

Guayaquil, marzo del 2021



Ing. Byron Lima, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIAS

A Dios, por permitirme llegar a esta etapa tan importante en mi carrera profesional; que con triunfos y momentos difíciles me llegó a enseñar que hay que valorar cada uno de ellos, ya que forman parte de este logro.

A mi mamá por estar presente en todo el trayecto de mi carrera estudiantil aconsejándome y apoyándome cuando más lo necesité. A mi papá que de igual forma estando presente en mi formación estudiantil supo guiarme de manera correcta para tomar las mejores decisiones. A mis hermanas Silvana y Karla quienes me demostraron que no necesitamos estar cerca para seguir ayudándonos.

A mis amigos Aurelio Parra, Ingrid Velecela y Ramón Lucio que me acompañaron en todo momento hasta lograr esta meta.

José Luis Campozano Pin

Dedicó esta tesis a mis familiares más cercanos: mi mami por guiarme día a día, mi papi por no abandonarme nunca, mi hermana menor por molestarme todos los días, mi tía Zoila por estar conmigo desde pequeña y mi tía Vilma por estar con mi mami cuando más la necesita.

A mis amigos José y Aurelio por ser parte de mi vida, y ser tan buenas personas, amables, amigables y le pido a Dios que nos guíe para que esta amistad dure hasta el fin de nuestras vidas.

Ingrid Talía Velecela Arias

AGRADECIMIENTOS

A Dios por acompañarme y darme fuerzas para poder cumplir los retos que se me presentaron durante esta etapa en mi vida y por darme alegrías en los momentos más indicados.

A mi mamá y a mi papá, por su amor incondicional que no me dejan caer en los mejores y peores momentos, por sus sabios consejos que me ayudaron a formarme para tomar las mejores actitudes frente a los problemas que he tenido durante el transcurso de mi vida. A mis hermanas por estar presente con sus alegrías, animándome en todo momento a ser mejor.

A mis amigos Ingrid y Aurelio quienes me han ayudado en todo momento hasta en la actualidad, a Gabriel, Ramon y Jair por acompañarme a alcanzar este gran logro. A mis compañeros de trabajo porque con los horarios que ellos me ayudaron a cubrir pude asistir a la mayoría de las clases.

Al Ing. Byron Lima, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de esta.

José Luis Campozano Pin

AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a Dios que les ha dado fuerza, sabiduría y salud a todos mis seres queridos, a mi papá que, a pesar de estar en otro país, me sigue apoyando tanto económicamente como emocionalmente, él es una de las personas que admiro mucho por su extensa sabiduría, valentía y paciencia. Gracias a mi linda madre que a su edad aún se levanta hacerme el desayuno y motivarme a su manera para que siga adelante y guiándome por buen camino, la admiro mucho por su gran fortaleza mental, emocional y física.

A mi entrañable amigo José por esta linda amistad que tenemos. Cuando lo conocí no sabía que íbamos a ser tan buenos amigos, pero si me di cuenta de que es una persona llena de conocimiento, experiencia y sabiduría. Gracias por tu inmensa paciencia hacia mí y poder culminar este proyecto. Espero seguir compartiendo más logros, anécdotas y recuerdos hasta el fin de nuestros días.

Al Ingeniero Byron Lima que acepto ser nuestro tutor y nos ayudó muchísimo para culminar esta tesis y poder graduarnos.

Ingrid Talía Velecela Arias

RESUMEN

Año	Alumnos	Tutor de Proyecto de Titulación	Proyecto de Titulación
2021	José Campozano P. Ingrid Velecela A.	Ing. Byron Lima MSc.	Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura, para prácticas en el Laboratorio de Automatización Industrial, basado en la red PROFINET con un sistema de periferia remota.

En el presente proyecto de titulación, se realiza la implementación de un sistema de calor para controlar la temperatura, el cual se basa en un túnel de calor diseñado a escala e implementado estructuralmente de metal con componentes industriales adecuados para el calentamiento y medición de la temperatura tales como: Calentador FIREROD WATLOW 240VAC 400W, PT100 con funda sellada industrial.

El sistema de calor tiene un monitoreo y control desde el Módulo repotenciado del laboratorio de automatización industrial de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, conectado a la Red industrial PROFINET entre el PLC1200, ET 200SP y el HMI. También posee un control PID para una mejor estabilización automática de la temperatura.

Los elementos principales del módulo del laboratorio son: Un Controlador Lógico Programable (PLC) Siemens Simatic s7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY, un Signal Board SB 1232 AQ, una fuente de poder Siemens PM 1207, un Switch Siemens CSM 1277 Simatic Net, un Simatic Touch Panel Siemens KTP600 Basic Color PN, dos puertos exteriores RJ45, un router TP-LINK y un panel frontal para simular entradas y salidas; digitales y analógicas respectivamente.

Se añade un segundo módulo para el sistema de periferia remoto el cual contiene los siguientes elementos: Sistema de periferia remota Siemens ET 200SP, módulo de entradas digitales 8X24VDC, Salidas digitales 8X24VDC/0.5, Entradas Analógicas 4XRTD/TC, Relé de estado sólido KONGIN y fuente de alimentación PHOENIX CONTACT 110VAC A 24VDC 2A.

El proyecto permite al estudiante realizar diferentes prácticas en el área de automatización industrial, con el fin de que logre familiarizarse a las situaciones reales del campo industrial conociendo nuevos módulos y además pueda reforzar conocimientos de las materias afines a la obtención del título.

PALABRAS CLAVES:

Automatización industrial, Túnel de calor, Termocuplas, Calentador FIREROD, PLC1200, ET 200SP, HMI, Control PID, Red PROFINET.

ABSTRACT

Year	Students	Degree Project Tutor	Technical degree Project
2021	José Campozano P. Ingrid Velecela A.	Ing. Byron Lima MSc.	Design and implementation of a temperature control system, for practices in the Industrial Automation Laboratory, based on the PROFINET network with a remote periphery system.

In this degree project, the implementation of a heat system to control temperature is carried out, which is based on a heat tunnel designed to scale and structurally implemented in metal with suitable industrial components for heating and temperature measurement. such as: FIREROD WATLOW 240VAC 400W Heater, Thermocouples with industrial sealed cover.

The heat system is monitored and controlled from the repowered Module of the industrial automation laboratory of the Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, connected to the PROFINET industrial network between the PLC1200, ET 200SP and the HMI. It also has a PID control for better automatic temperature stabilization.

The main elements of the laboratory module are: A Siemens Simatic s7-1200 CPU 1214C AC / DC / RLY Programmable Logic Controller (PLC), a Signal Board SB 1232 AQ, a Siemens PM 1207 power supply, a Siemens CSM 1277 Simatic Switch Net, a Simatic Touch

Panel Siemens KTP600 Basic Color PN, two external RJ45 ports, a TP-LINK router, and a front panel to simulate inputs and outputs; digital and analog, respectively.

A second module is added for the remote I / O system which contains the following elements: Siemens ET 200SP remote I / O system, 8X24VDC digital input module, 8X24VDC / 0.5 digital outputs, 4XRTD / TC analog inputs, KONGIN solid state relay and PHOENIX CONTACT power supply 110VAC A 24VDC 2A.

The project allows the student to carry out different practices in industrial automation, in order to become familiar with the real situations of the industrial field by learning about new modules and also being able to reinforce knowledge of the subjects related to obtaining the degree.

KEYWORDS:

Industrial Automation, Heat Tunnel, Thermocouples, FIREROD Heater, PLC1200, ET 200SP, HMI, PID Control, PROFINET Network.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIAS.....	V
AGRADECIMIENTOS	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN.....	VIII
PALABRAS CLAVES:.....	IX
ABSTRACT	X
KEYWORDS:.....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDO	XII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ABREVIATURAS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1. EL PROBLEMA	- 2 -
1.1. Planteamiento del problema.....	- 2 -
1.2. Delimitación	- 2 -
1.2.1 Delimitación temporal.....	- 2 -
1.2.2 Delimitación espacial	- 2 -
1.2.3 Delimitación académica	- 3 -
1.3. Beneficiarios.....	- 4 -

1.4. Objetivos	- 4 -
1.4.1. Objetivo general	- 4 -
1.4.2. Objetivos específicos.....	- 5 -
2. MARCO TEÓRICO	- 6 -
2.1. Proceso de temperatura	- 6 -
2.1.1. Termo sellado.....	- 7 -
2.1.2. Túnel de calor.....	- 7 -
2.1.3. Materiales aislantes	- 8 -
2.2. Sensores de temperatura	- 8 -
2.2.1. Termopares.....	- 9 -
2.2.2. RTD - PT100.....	- 10 -
2.3. Controlador Lógico programable.....	- 11 -
2.3.1. PLC S7 – 1200	- 11 -
2.4. Sistema de Periferia Remota	- 12 -
2.4.1. ET 200SP.....	- 12 -
2.5. Interfaz Humano Máquina (HMI).....	- 14 -
2.5.1. KTP 600 BASIC PN	- 14 -
2.6. Redes de comunicación industriales	- 16 -
2.6.1. Redes de comunicación industrial Ethernet	- 16 -
2.6.1.1. Profinet.....	- 16 -
2.7. Sistemas de control.....	- 17 -
2.7.1. Sistema de control en lazo abierto.....	- 17 -
2.7.2. Sistema de control en lazo cerrado.....	- 18 -
2.7.3. Tipos de controladores	- 18 -
2.7.3.1. Control Proporcional (P)	- 18 -
2.7.3.2. Control Proporcional Integral (PI)	- 20 -
2.7.3.3. Control Proporcional Derivativo (PD)	- 21 -
2.7.3.4. Control Proporcional Integral Derivativo (PID).....	- 21 -
3. MARCO METODOLÓGICO.....	- 23 -
3.1. Diseño e implementación del módulo didáctico PLC S7-1200	- 23 -
3.1.1. Componentes externos	- 23 -

3.1.1.1.	SIMATIC HMI KTP600 BASIC COLOR PN	- 23 -
3.1.1.2.	Botoneras.....	- 23 -
3.1.1.3.	Selectores	- 24 -
3.1.1.4.	Luces piloto.....	- 25 -
3.1.1.5.	Potenciómetros de precisión.....	- 25 -
3.1.1.6.	Voltímetro digital	- 26 -
3.1.1.7.	Jack banana hembra	- 27 -
3.1.1.8.	Jack para conector RJ45	- 27 -
3.1.1.9.	Jack para cable AC.....	- 28 -
3.1.2.	Componentes internos	- 28 -
3.1.2.1.	PLC S7-1200	- 28 -
3.1.2.2.	Switch CSM1277	- 29 -
3.1.2.3.	Fuente de alimentación conmutada PM 1207	- 30 -
3.1.2.4.	Relé de 24VDC	- 31 -
3.1.2.5.	Router TP-LINK	- 31 -
3.1.3.	Diagrama eléctrico de conexiones.....	- 32 -
3.1.4.	Diagrama de la estructura.....	- 35 -
3.1.5.	Software de programación.....	- 36 -
3.1.5.1.	TIA PORTAL V14.1	- 36 -
3.2.	Diseño e implementación de planta didáctica simulador túnel de calor.	- 37 -
3.2.1.	Componentes de planta didáctica	- 37 -
3.2.1.1.	Ventilador 110VAC	- 37 -
3.2.1.2.	PT100	- 37 -
3.2.1.3.	Resistencia.....	- 38 -
3.2.2.	Diagrama de la estructura.....	- 38 -
3.3.	Diseño e implementación de Módulo ET200SP	- 39 -
3.3.1.	Componentes internos del Módulo.....	- 39 -
3.3.1.1.	ET200SP.....	- 39 -
3.3.1.2.	Módulos de entradas y salidas para SIMATIC ET 200SP	- 40 -
3.3.1.3.	Control de botoneras desde sistema de periferia remoto.....	- 42 -
4.	GUÍA DE PRÁCTICAS.....	- 43 -
4.1.	PRÁCTICA 1:	- 43 -
4.2.	PRÁCTICA 2:	- 45 -

4.3.	PRÁCTICA 3:	- 47 -
4.4.	PRÁCTICA 4:	- 50 -
4.5.	PRÁCTICA 5:	- 53 -
4.6.	PRÁCTICA 6:	- 56 -
4.7.	PRÁCTICA 7:	- 58 -
4.8.	PRÁCTICA 8:	- 62 -
4.9.	PRÁCTICA 9:	- 65 -
4.10.	PRÁCTICA 10:	- 69 -
5.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	- 74 -
5.1.	Repotenciar el módulo didáctico PLC S7 1200.....	- 74 -
5.2.	Implementación de módulo didáctico generador de calor.....	- 76 -
5.3.	Funcionabilidad de la red PROFINET	- 79 -
5.4.	Prácticas de laboratorio.....	- 79 -
	CONCLUSIONES.....	- 83 -
	RECOMENDACIONES.....	- 85 -
	BIBLIOGRAFÍA.....	- 86 -
	ANEXOS	- 89 -
	Anexo 1: Práctica #1	- 89 -
	Anexo 2: Práctica #2	- 97 -
	Anexo 3: Práctica #3	- 104 -
	Anexo 4: Práctica #4	- 113 -
	Anexo 5: Práctica #5	- 130 -
	Anexo 6: Práctica #6	- 145 -
	Anexo 7: Práctica #7	- 153 -
	Anexo 8: Práctica #8	- 176 -

Anexo 9: Práctica #9	- 191 -
Anexo 10: Práctica #10	- 222 -

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Señal de Salida de un Control Proporcional	- 19 -
Ecuación 2 Función de transferencia en un Control Proporcinal	- 19 -
Ecuación 3 Señal resultante Control proporcional integral	- 20 -
Ecuación 4 Reemplazo de Td en la ecuación del Control Proporcional Integrativo.....	- 20 -
Ecuación 5 Control Proporcional Derivativo	- 21 -
Ecuación 6 Reemplazo de Td en la ecuación del Control Proporcional Derivativo	- 21 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Casa de José Campozano, fuente: Google Maps.	- 3 -
Figura 2: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.	- 4 -
Figura 3: Termómetro bimetálico,.....	- 6 -
Figura 4: Esquema del principio de medición de los termopares.....	- 9 -
Figura 5 Componentes de un PLC SIMATIC S7-1200.....	- 12 -
Figura 6 Componentes de sistema E T200SP	- 13 -
Figura 7: Componentes del KTP 600 Basic mono/color PN, fuente:.....	- 15 -
Figura 8 Sistema de Control de Lazo Abierto	- 17 -
Figura 9 Sistema de Control	- 18 -
Figura 10 Respuesta del Control proporcional con $k=15$	- 19 -
Figura 11 Control PI con $K=10$, $K_i=2$	- 21 -
Figura 12 Respuestas en Sistemas PI vs PID	- 22 -
Figura 13 TOUCH PANEL SIEMENS KTP600	- 23 -
Figura 14 Botoneras rasantes de contacto normalmente abierto	- 24 -
Figura 15 Selectores de dos posiciones con contactos normalmente abiertos.	- 24 -
Figura 16 Selector de 3 posiciones con contactos normalmente abiertos	- 25 -
Figura 17 Luces piloto verdes de 24Vdc	- 25 -
Figura 18 Potenciómetro de precisión de diez vueltas (vista frontal)	- 26 -
Figura 19 Potenciómetro de precisión de diez vueltas (vista posterior).....	- 26 -
Figura 20 Voltímetro digital de panel de e dígitos	- 26 -
Figura 21 Jack banana de distintos colores para chasis.....	- 27 -
Figura 22 Faceplate doble categoría 6A	- 28 -
Figura 23 Jack macho para cable de poder AC	- 28 -
Figura 24 Controlador Lógico Porgramable S7-1200	- 29 -
Figura 25 Signal Board SB 1232 AQ (Salidas digitales)	- 29 -
Figura 26 Switch de cuatro puertos a 24Vdc Siemens CSM 1277.....	- 30 -
Figura 27 Fuente SIEMENS conmutada 110VAC a 24Vdc / 2.5Amp	- 30 -
Figura 28 Relés de 14 pines a 24Vdc	- 31 -
Figura 29 Router TP-LINK	- 31 -
Figura 30 diagrama eléctrico para control del módulo didáctico PLC S7-1200	- 32 -

Figura 31 Conexión de entradas y salidas digitales al PLC S7-1200.....	- 33 -
Figura 32 Conexión de entradas y salidas analógicas del PLC S7-1200.....	- 34 -
Figura 33 Diagrama y cotas para la construcción del módulo PLC S7-1200.....	- 35 -
Figura 35 Módulo PLC S7-1200 previa a la implementación de los elementos.	- 36 -
Figura 36 Ventilador 110VAC con marco metálico.....	- 37 -
Figura 37 PT100 con recubrimiento y funda metálica de alta resistencia térmica.....	- 37 -
Figura 38 Resistencia tipo cartucho de 940W a 230V	- 38 -
Figura 39 Modelado 3D del túnel de calor para fabricación	- 38 -
Figura 40 Construcción del túnel de calor.....	- 39 -
Figura 41 Túnel de calor.....	- 39 -
Figura 42 ET 200SP IM 155-6 PN ST	- 40 -
Figura 43 Entradas analógicas AI 4xRTD/TC 2-,3-,4-wire HF	- 40 -
Figura 44 Salidas digitales DQ 8x24VDC/0.5A ST.....	- 41 -
Figura 45 Entradas Digitales DI 8x24VDC BA_1	- 42 -
Figura 46 Botoneras de control de la Planta ET 200SP	- 42 -
Figura 47 Conexión PROFINET entre PLC S71200 y ET200SP	- 44 -
Figura 48 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 46 -
Figura 49 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 48 -
Figura 50 Imagen del HMI de la práctica 3.....	- 49 -
Figura 51 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 51 -
Figura 52 Imagen 1 del HMI de la práctica 4.....	- 52 -
Figura 53 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 54 -
Figura 54 Imagen 1 del HMI de la práctica 5.....	- 55 -
Figura 55 Conexión del Router	- 57 -
Figura 56 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 60 -
Figura 57 Imagen 1 del HMI de la práctica 7.....	- 60 -
Figura 58 Imagen 2 del HMI de la práctica 7.....	- 61 -
Figura 59 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 63 -
Figura 60 Imagen del HMI de la práctica 8.....	- 64 -
Figura 61 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 67 -
Figura 62 Imagen 1 del HMI de la práctica 9.....	- 67 -
Figura 63 Imagen 2 del HMI Práctica 9.	- 68 -

Figura 64 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP	- 71 -
Figura 65 Pantalla HMI de la práctica 5.....	- 71 -
Figura 66 Imagen 2 del HMI Práctica 10.	- 72 -
Figura 67 Imagen 3 del HMI Práctica 10.	- 72 -
Figura 68 Imagen 4 del HMI Práctica 10.	- 73 -
Figura 69 Imagen 5 del HMI Práctica 10.	- 73 -
Figura 70 Vista frontal real del módulo PLC S7 1200.....	- 75 -
Figura 71 Vista interna real del módulo PLC S7 1200.....	- 75 -
Figura 72 Vista frontal real de planta generadora de calor.....	- 76 -
Figura 73 Vista interna real de planta generadora de calor	- 77 -
Figura 74 Vista frontal real del módulo ET200 SP	- 78 -
Figura 75 Vista interna real del módulo ET200 SP.....	- 78 -
Figura 76 Ventana "iniciar" para crear el proyecto	- 89 -
Figura 77 Ventana Primeros pasos del software TIA Portal	- 90 -
Figura 78 Ventana "Agregar dispositivo" del software TIA Portal.....	- 90 -
Figura 79 Ventana para seleccionar controlador PLC S7-1200	- 91 -
Figura 80 Catálogo de hardware del software TIA Portal.....	- 92 -
Figura 81 Vista de dispositivos del sistema de periferia remota.	- 92 -
Figura 82 Vista de redes entre PLC S71200 Y ET 200SP	- 93 -
Figura 83 Dirección IP del PLC práctica #1.....	- 93 -
Figura 84 opción de modo online para la configuración de ET 200SP	- 94 -
Figura 85 Modo online de la ET 200SP	- 94 -
Figura 86 Asignación de dirección IP de la ET 200SP en modo online	- 95 -
Figura 87 Asignar nombre del dispositivo en modo online de la ET 200SP	- 95 -
Figura 88 Estado online de la red entre los dispositivos.	- 96 -
Figura 89 Dirección de E/S del PLC S7-1200.....	- 97 -
Figura 90 Dirección E/S módulo de entradas analógicas	- 98 -
Figura 91 Dirección E/S módulo de salidas digitales.....	- 98 -
Figura 92 Dirección E/S módulo de salidas digitales.....	- 99 -
Figura 93 Árbol de proyecto para agregar tabla de variables.....	- 99 -
Figura 94 Tabla de Variables para la práctica #1	- 100 -
Figura 95 Árbol del proyecto del PLC_1	- 100 -

Figura 96 Programación en LADDER de una marcha paro con enclavamiento.....	- 101 -
Figura 97 Selectores que activan las resistencias, el ventilador y luces piloto.	- 102 -
Figura 98 Conversión de señal analógica para la lectura de temperatura de la resistencia 1 ..	- 102 -
Figura 99 Conversión de señal analógica para la lectura de temperatura de la resistencia 2...	- 103 -
Figura 100 Agregar dispositivo HMI para Práctica #3.....	- 104 -
Figura 101 Ventana para buscar dispositivo HMI Práctica #3	- 104 -
Figura 102 Asignación de IP para el HMI en práctica #3	- 105 -
Figura 103 Agregar imagen en HMI	- 105 -
Figura 104 Ventana de configuración para imágenes del HMI.....	- 106 -
Figura 105 Vista de Herramientas para diseñar una imagen en el HMI.....	- 106 -
Figura 106 Imagen del HMI para la práctica #3.....	- 107 -
Figura 107 Botones Paro Marcha de la práctica #3.....	- 107 -
Figura 108 Botones para controlar elementos en modo manual práctica #3.....	- 108 -
Figura 109 Indicador Marcha en HMI práctica #3	- 108 -
Figura 110 Indicador de on/off en el HMI del ventilador práctica #3.....	- 108 -
Figura 111 Tabla de variables adicionando HMI Práctica #3	- 108 -
Figura 112 Árbol del proyecto del PLC_1 para la Práctica #3.....	- 109 -
Figura 113 Programación en LADDER de una marcha paro con enclavamiento Práctica #3.	- 110 -
.....	
Figura 114 Activación de elementos de la planta desde PLC y HMI.....	- 111 -
Figura 115 Programación de entradas analógicas de la Práctica #3.....	- 112 -
Figura 116 Árbol del proyecto del PLC_1 para la Práctica #3.....	- 113 -
Figura 117 Segmento 1 de programación LADDER en práctica #4	- 114 -
Figura 118 Segmento 2 de programación LADDER en práctica #4	- 115 -
Figura 119 Segmento 3 de programación LADDER en práctica #4	- 116 -
Figura 120 Segmento 4 de programación LADDER en práctica #4	- 116 -
Figura 121 Segmento 5 de programación LADDER en práctica #4	- 117 -
Figura 122 Segmento 6 de programación LADDER en práctica #4	- 119 -
Figura 123 Segmento 7 de programación LADDER en práctica #4	- 120 -
Figura 124 Segmento 8 de programación LADDER en práctica #4	- 121 -
Figura 125 Segmento 9 y 10 de programación LADDER en práctica #4	- 121 -

Figura 126 Segmento 11 de programación LADDER en práctica #4	- 122 -
Figura 127 Agregar imagen en HMI Práctica #4	- 123 -
Figura 128 Ventana de configuración para imágenes del HMI Práctica #4	- 123 -
Figura 129 Vista de Herramientas para diseñar una imagen en el HMI Práctica #4.....	- 124 -
Figura 130 Imagen HMI para Práctica #4	- 124 -
Figura 131 Propiedades del objeto agregado a una imagen en HMI Práctica #4	- 125 -
Figura 132 Indicador Marcha en HMI práctica #4	- 125 -
Figura 133 Indicadores de manual - automático práctica #4.....	- 125 -
Figura 134 Selector Manual - Automático práctica #4.....	- 126 -
Figura 135 Botones Paro Marcha de la práctica #4.....	- 126 -
Figura 136 Botones para controlar elementos en modo manual práctica #4.....	- 126 -
Figura 137 Propiedades para la animación de los botones en HMI práctica #4.....	- 127 -
Figura 138 Indicador de on/off en el HMI del ventilador práctica #4.....	- 127 -
Figura 139 Indicador de resistencias apagadas en el HMI de la práctica #4.....	- 127 -
Figura 140 Indicador de resistencias encendidas en el HMI de la práctica #4.....	- 128 -
Figura 141 Indicadores de lectura en números y barras de las resistencias práctica #4	- 128 -
Figura 142 Botones para control on/off de las resistencias. Práctica #4	- 129 -
Figura 143 control numérico para definir el valor de setting de las resistencias práctica #4...- 129 -	
Figura 144 Árbol del proyecto del PLC_1 para la práctica #5	- 130 -
Figura 145 Segmento 1 de programación LADDER en práctica #5	- 131 -
Figura 146 Segmento 2 y 3 de la práctica #5	- 132 -
Figura 147 Agregar nuevo bloque práctica #5	- 133 -
Figura 148 Bloque de Función T_Arranque Práctica #5	- 133 -
Figura 149 Contenido del bloque de función de la Práctica #5.....	- 134 -
Figura 150 Segmento 4 de programación LADDER en práctica #5	- 135 -
Figura 151 Segmento 5 de programación LADDER en práctica #5	- 135 -
Figura 152 Segmento 6 de programación en el Main [OB1] en práctica #5	- 136 -
Figura 153 Función Controles Práctica #5	- 136 -
Figura 154 Segmento 1 de la función controles de la práctica #5.....	- 137 -
Figura 155 Segmento 2 de la función controles de la práctica #5.....	- 139 -
Figura 156 Segmento 3 de la función controles de la práctica #5.....	- 140 -
Figura 157 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #5.....	- 140 -

Figura 158 Segmento1 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5	- 141 -
Figura 159 Segmento 1 del bloque de Función Conversión_PT100 para la resistencia 1 Práctica #5	- 141 -
Figura 160 Segmento2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5	- 142 -
Figura 161 Segmento 1 del bloque de Función Conversión_PT100 para la resistencia 2 Práctica #5	- 142 -
Figura 162 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5	- 143 -
Figura 163 Bloque de datos para el cálculo de temperatura de la resistencia 1	- 144 -
Figura 164 Red PROFINET entre PLC, HMI y ET 200SP.....	- 145 -
Figura 165 Árbol de proyectos Práctica #6	- 145 -
Figura 166 Opción de "Utilizar router" en PLC	- 146 -
Figura 167 Panel de control del ordenador.....	- 146 -
Figura 168 Ventana de Redes e Internet.....	- 147 -
Figura 169 Ventana de propiedades de red Wifi	- 148 -
Figura 170 Ventana de propiedades de protocolo de internet TCP/IP	- 148 -
Figura 171 Icono de la aplicación "Theter"	- 148 -
Figura 172 Opción "Herramientas" de la aplicación "Theter"	- 149 -
Figura 173 Opción de Punto de Acceso de la aplicación "Tether"	- 150 -
Figura 174 Configuración de la red inalámbrica en la aplicación "Theter"	- 151 -
Figura 175 Datos de la red inalámbrica del Router.	- 151 -
Figura 176 Diagrama de red inalámbrica de los dispositivos usados en la práctica #6	- 152 -
Figura 177 Tarjeta de red Wireless en Tia Portal.	- 152 -
Figura 178 Árbol del proyecto del PLC_1 para la práctica #7	- 153 -
Figura 179 Segmento 1 de la práctica #7	- 153 -
Figura 180 Función Controles Práctica #7	- 154 -
Figura 181 Segmento 1 de la función controles de la práctica #7.....	- 154 -
Figura 182 Segmento 2 de la función controles de la práctica #7.....	- 155 -
Figura 183 Segmento 3 de la función controles de la práctica #7.....	- 155 -
Figura 184 Segmento 1 del bloque de función Auto_Res de la práctica #7.....	- 156 -
Figura 185 Segmento 4 de la función controles de la práctica #7.....	- 157 -
Figura 186 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.....	- 157 -
Figura 187 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.	- 158 -
Figura 188 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.	- 159 -

Figura 189 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.	- 160 -
Figura 190 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.....	- 161 -
Figura 191 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.....	- 162 -
Figura 192 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #7.....	- 162 -
Figura 193 Segmentos de la Función Alarmas_advertencias Práctica #7	- 163 -
Figura 194 segmento 1 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.	- 164 -
Figura 195 segmento 2, 3, 4 y 5 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.	- 166 -
Figura 196 Segmento 6, 7 y 8 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.	- 167 -
Figura 197 Segmento 9 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.	- 168 -
Figura 198 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #7	- 169 -
Figura 199 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #7	- 169 -
Figura 200 Segmento 4 del Main [OB1] en la práctica #7	- 170 -
Figura 201 Contenido del bloque de función T_Arranqu de la Práctica #7.	- 170 -
Figura 202 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #7	- 171 -
Figura 203 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #7	- 171 -
Figura 204 Árbol de proyectos de la Práctica #7.....	- 172 -
Figura 205 Icono de advertencias de alarmas Práctica #7.....	- 172 -
Figura 206 Imagen_2 del HMI para la práctica #7.....	- 173 -
Figura 207 Panel de alarmas de la práctica #7.	- 174 -
Figura 208 Árbol de proyectos para avisos HMI práctica #7.....	- 174 -
Figura 209 Tabla de avisos HMI práctica #7.	- 175 -
Figura 210 Bloque cíclico para el control PID Práctica #8.....	- 176 -
Figura 211 PID_Compact.....	- 177 -
Figura 212 Bloque PID para el control de la resistencia 1 en la práctica #8.....	- 177 -
Figura 213 Bloque PID para el control de la resistencia 2 en la práctica #8.....	- 178 -
Figura 214 Árbol del proyecto para revisar la configuración del control PID.	- 179 -
Figura 215 Configuración inicial del bloque PID práctica #8.....	- 179 -
Figura 216 Configuración 2 del bloque PID práctica #8.....	- 179 -
Figura 217 Configuración 3 del bloque PID práctica #8.....	- 180 -
Figura 218 Configuración final del bloque PID práctica #8	- 180 -
Figura 219 Segmento 1 del Main [OB1] en la práctica #8.....	- 181 -
Figura 220 Función Controles Práctica #8	- 181 -

Figura 221 Segmento 1 de la función controles de la práctica #8.....	- 182 -
Figura 222 Segmento 2 de la función controles de la práctica #8.....	- 182 -
Figura 223 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #8.....	- 183 -
Figura 224 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.....	- 184 -
Figura 225 Figura 183 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.-	185 -
Figura 226 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.	- 185 -
Figura 227 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #8.....	- 185 -
Figura 228 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #8.	- 186 -
Figura 229 Segmento 4 del Main [OB1] en la práctica #8.	- 186 -
Figura 230 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #8.	- 187 -
Figura 231 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #8.....	- 187 -
Figura 232 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #8.	- 188 -
Figura 233 Árbol de proyectos de la Práctica #8.....	- 189 -
Figura 234 Imagen_2 del HMI para la práctica #8.....	- 190 -
Figura 235 Bloque cíclico para el control PID Práctica #9.	- 191 -
Figura 236 PID_Compact.....	- 192 -
Figura 237 Bloque PID para el control de la resistencia 1 en la práctica #9.....	- 192 -
Figura 238 Bloque PID para el control de la resistencia 2 en la práctica #9.....	- 193 -
Figura 239 Árbol del proyecto para revisar la configuración del control PID.	- 194 -
Figura 240 Configuración inicial del bloque PID práctica #9.....	- 194 -
Figura 241 Configuración 2 del bloque PID práctica #9.....	- 195 -
Figura 242 Configuración 3 del bloque PID práctica #9.....	- 195 -
Figura 243 Configuración final del bloque PID práctica #9.	- 195 -
Figura 244 Segmentos del Main [OB1 de la Práctica #9.]	- 196 -
Figura 245 Segmento 1 del Main [OB1] de la Práctica #9.....	- 196 -
Figura 246 Función Controles Práctica #9.	- 197 -
Figura 247 Segmento 1 de la función controles de la práctica #9.....	- 197 -
Figura 248 Segmento 2 de la función controles de la práctica #9.....	- 198 -
Figura 249 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #9.....	- 199 -
Figura 250 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #9.....	- 199 -
Figura 251 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #9.	- 200 -
Figura 252 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #9.	- 201 -

Figura 253 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.	- 201 -
Figura 254 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.....	- 202 -
Figura 255 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.....	- 203 -
Figura 256 Segmentos del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.	- 203 -
Figura 257 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.....	- 204 -
Figura 258 Segmento 2 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.	- 205 -
Figura 259 Segmento 3 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.	- 205 -
Figura 260 Segmento 3 y 4 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9. -	206 -
Figura 261 Segmento 5 y 6 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9. -	207 -
Figura 262 Segmento 7 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.....	- 208 -
Figura 263 Segmentos de la Función Alarmas_mensajes Práctica #7	- 208 -
Figura 264 Segmento 1 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #9.....	- 209 -
Figura 265 segmento 2, 3, 4 y 5 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.	- 212 -
Figura 266 segmento 6, 7, 8 y 9 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.	- 213 -
Figura 267 segmento 10,11 y 12 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.	- 214 -
Figura 268 segmento 13 y 14 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.	- 214 -
Figura 269 segmento 15 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.	- 215 -
Figura 270 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #9.....	- 216 -
Figura 271 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #9.	- 216 -
Figura 272 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #9.....	- 217 -
Figura 273 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #9.	- 217 -
Figura 274 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #9.	- 218 -
Figura 275 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #9.	- 218 -
Figura 276 Imagen_2 del HMI para la práctica #9.....	- 219 -
Figura 277 Icono de advertencias de alarmas Práctica #9.....	- 219 -
Figura 278 Panel de alarmas en el HMI de la práctica #9.....	- 220 -
Figura 279 Signo del panel de alarmas Práctica #9.....	- 220 -
Figura 280 Signo informativo del panel de alarmas Práctica #9.....	- 220 -
Figura 281 Tabla de avisos HMI práctica #9.	- 221 -
Figura 282 Texto informativo de alarmas en HMI Práctica #9.....	- 221 -
Figura 283 Segmentos del Main [OB1] Práctica #10.....	- 222 -
Figura 284 Segmento 1 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 222 -

Figura 285 Función Controles Práctica #10.	- 223 -
Figura 286 Segmento 1 de la función controles de la práctica #10.	- 223 -
Figura 287 Segmento 2 de la función controles de la práctica #10.	- 224 -
Figura 288 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #10.	- 225 -
Figura 289 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.	- 225 -
Figura 290 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.	- 226 -
Figura 291 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.	- 227 -
Figura 292 Segmentos de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.	- 228 -
Figura 293 Segmento 1 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.	- 229 -
Figura 294 Segmento 2 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.	- 230 -
Figura 295 Segmento 3, 4, 5 y 6 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10. ...	- 232 -
Figura 296 Segmento 7, 8, 9 y 10 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10. .	- 233 -
Figura 297 segmento 11, 12 y 13 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10. ...	- 234 -
Figura 298 segmento 14 y 15 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.	- 235 -
Figura 299 segmento 16 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.	- 237 -
Figura 300 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.	- 237 -
Figura 301 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.	- 238 -
Figura 302 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.	- 238 -
Figura 303 Segmentos del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.	- 239 -
Figura 304 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.	- 239 -
Figura 305 Segmento 2 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.	- 240 -
Figura 306 Segmento 3 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.	- 241 -
Figura 307 Segmento 3 y 4 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.-	241
-	
Figura 308 Segmento 5 y 6 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.-	242
-	
Figura 309 Segmento 7 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.	- 243 -
Figura 310 Secuencia de tiempo de los bloques DataLog.	- 243 -
Figura 311 Apartado de Instrucciones para crear el bloque DataLogOpen Práctica #10-	244
-	
Figura 312 Segmentos de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.	- 245 -
Figura 313 Segmento 1 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.	- 245 -
Figura 314 Segmento 2 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.	- 246 -

Figura 315 Segmento 3 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 247 -
Figura 316 Segmento 4 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 247 -
Figura 317 Segmento 5 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 248 -
Figura 318 Segmento 6 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 248 -
Figura 319 Segmento 7 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 249 -
Figura 320 Segmento 8 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.....	- 249 -
Figura 321 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 250 -
Figura 322 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 250 -
Figura 323 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 251 -
Figura 324 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #10.....	- 251 -
Figura 325 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 252 -
Figura 326 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 252 -
Figura 327 Apartado de Instrucciones para crear el bloque DataLogCreate Práctica #10.....	- 253 -
Figura 328 Segmento 7 del Main [OB1] en la práctica #10.....	- 254 -
Figura 329 Árbol de proyecto con visualización de las imágenes de la Práctica #10...	- 255 -
Figura 330 Variables y direccionamiento del HMI y PLC Práctica #10.....	- 256 -
Figura 331 Botón de advertencias y alarmas de la Práctica #10.....	- 256 -
Figura 332 Imagen_2_Principal de la Práctica #10.....	- 256 -
Figura 333 Definición de categorías de las alarmas y advertencias Práctica #10.....	- 257 -
Figura 334 Imagen_3_Alarmas de la Práctica #10.....	- 257 -
Figura 335 Imagen_4_Advertencias de la Práctica #10.....	- 258 -
Figura 336 Imagen_5_Graficas_R1 de la Práctica #10.....	- 259 -
Figura 337 Imagen_6_Graficas_R2 de la Práctica #10.....	- 259 -

ABREVIATURAS

A	Amperio(s).
CA	Corriente Alterna.
CC	Corriente Continua.
C.I.	Cédula de Identidad.
COVID-19	Coronavirus 2019.
CSV	Comma Separated Values
Cu	Cobre.
DC	Corriente Directa.
ET 200SP	Sistema de Periferia Descentralizada.
Fem	Fuerza Electromotriz.
HMI	Interfaz Humano Máquina.
Ing.	Ingeniero/a – Ingeniería.
KB	KiloByte.
KOP	Lenguaje de Contactos
LCD	Pantalla de Cristal Líquido.
MSc.	Máster en Ciencia.
N°	Número.

Ni	Níquel.
PID	Controlador Proporcional, Integral Y Derivativo.
PLC	Controlador Lógico Programable.
Pt	Platino.
RTD(s)	Detector de Temperatura de Resistencia.
TC	Termocupla
TIA PORTAL	Totally Integrated Automation Portal
TFT	Transistores de Película Fina.
TR	Unión de Referencia.
VAC	Voltio(s) en Corriente Alterna.
W	Watt(s).
Wi-Fi	Wireless Fidelity

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de titulación está basado en el diseño e implementación de una planta didáctica referente a un sistema de calor conectado por una red industrial PROFINET, hacia el PLC1200, al sistema de periferia remoto ET200SP y finalmente un HMI.

En base a la experiencia obtenida en los últimos semestres de las materias afines de la carrera, se observa que en el laboratorio de automatización industrial; a pesar de estar relativamente completo para que los estudiantes puedan realizar las respectivas prácticas estos aún le faltan que sean más interactivos. Por lo tanto, se desarrolla el presente proyecto de titulación, teniendo como primera parte repotenciar un módulo de PLC - 1200 ya que su estructura esta descontinuada y antigua. Como segunda parte se realiza un módulo de sistema de periferia remota con una ET200SP y una planta didáctica representativa a un túnel de calor el cual; por medio de la programación en el software TIA PORTAL se controla la temperatura.

En el presente proyecto se integra el módulo ET200SP con el objetivo de que el estudiante pueda adquirir conocimientos de un sistema de periferia descentralizado, el cual ayuda a entender que en varias fábricas el cableado de un sistema de automatización no siempre suele darse directamente del controlador hacia las diferentes entradas y salidas ya que estas conexiones suelen darse en distancias muy extensas, por lo tanto pueden obtener diferentes problemas y verse afectado por interferencias electromagnéticas. Los estudiantes tendrán un ambiente más interactivo y por lo consiguiente estarán familiarizados con un ambiente habitual del campo laboral además de permitirles desarrollar nuevas habilidades que le será de gran ayuda para su desenvolvimiento profesional.

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el laboratorio de automatización industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil los estudiantes tienen la oportunidad de practicar los conocimientos obtenidos en los módulos diseñados para el aprendizaje de la materia, con la principal limitante de realizar prácticas que no alcanzan una visualización de un proceso físico.

Por lo tanto, para alcanzar un nivel de aprendizaje más integro y profundo de la materia es necesario proyectarse lo más posible a un proceso real industrial, por ello es necesario implementar plantas didácticas que cumplan con lo requerido y que se adapten a los módulos en el laboratorio.

1.2. Delimitación

1.2.1 Delimitación temporal

El proyecto de titulación fue implementado en un periodo de 10 meses entre octubre 2020 a mayo 2021.

1.2.2 Delimitación espacial

Debido a la emergencia sanitaria COVID-19 se realizó una solicitud para retirar los módulos que debía otorgarnos la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, dichos módulos estaban ubicados en el laboratorio Automatización Industrial. Luego de la debida aprobación del retiro de los módulos se procede a llevarlos a casa y poder empezar el proyecto de titulación.

La ubicación -2.147157, -79.900772 Urdenor 1.

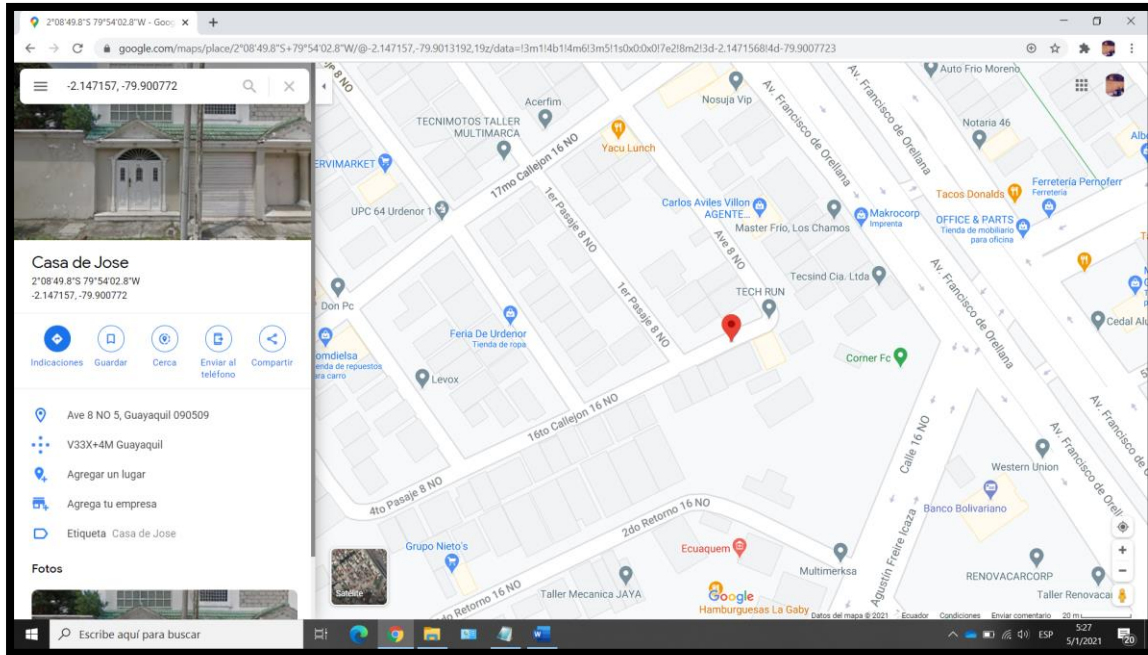


Figura 1: Ubicación de la Casa de José Campozano, fuente: Google Maps.

1.2.3 Delimitación académica

El proyecto de titulación abarca varias materias estudiadas en la carrera Ingeniería Electrónica las cuales competen a Redes de comunicaciones 3, Automatización industrial 1 y 2, estos conocimientos conjuntos a la experiencia adquirida en las aulas y a su vez en el campo laboral dan como resultado la culminación del proyecto. Añadiendo un arduo trabajo investigativo para así obtener mejores soluciones a los problemas presentados durante la ejecución del proyecto.

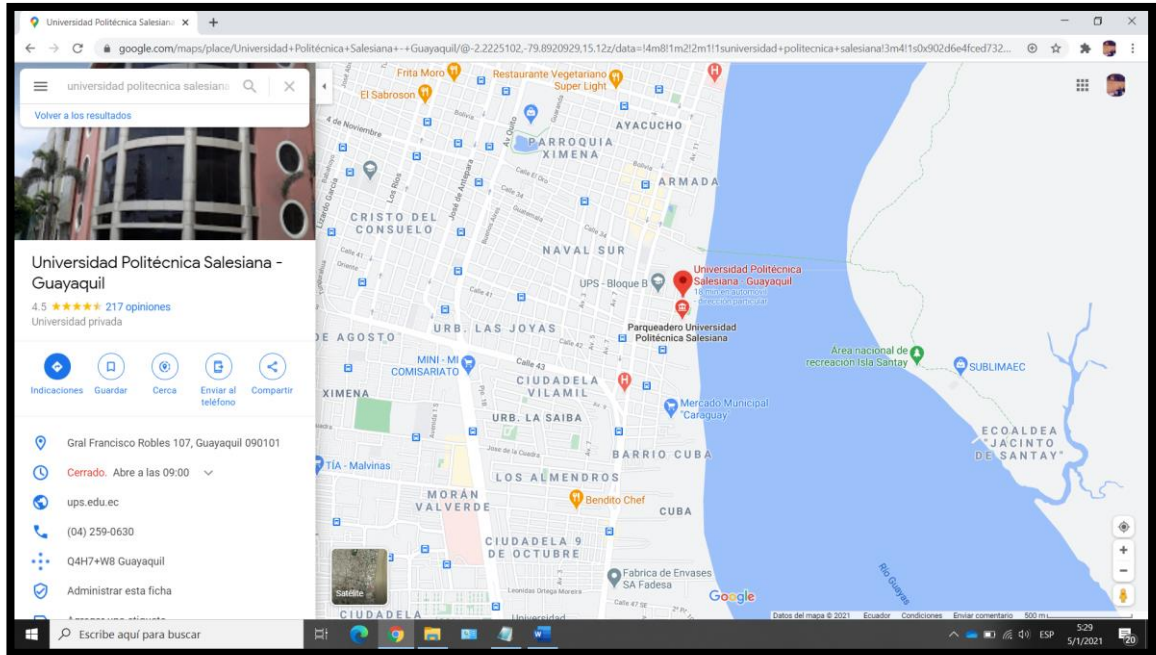


Figura 2: Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, fuente: Google Maps.

1.3. Beneficiarios

Los beneficiarios del presente proyecto de titulación serán los estudiantes de la carrera Ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana que cursan las materias afines como: Automatización industrial I o II, Redes 3, Seminarios paracadémicos o profesionales. Ya que realizando las Prácticas que se plantean en este proyecto podrán mejorar sus habilidades y conocimientos como profesionales de la carrera.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema didáctico generador de calor, controlado por un módulo del Laboratorio de Automatización industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, conectado mediante un sistema de periferia remota basado en la Red Industrial PROFINET.

1.4.2. Objetivos específicos

- Repotenciar un módulo actual mediante la implementación adicional de la red PROFINET y el sistema de periferia en el PLC Siemens S7-1200.
- Diseñar y construir un módulo didáctico generador de calor.
- Diseñar un sistema de control PID para el módulo didáctico generador de calor.
- Levantar una red PROFINET que comunique el módulo generador de calor con el módulo del PLC.
- Diseñar un conjunto de 10 prácticas con un grado de dificultad ascendente, mostrando las distintas aplicaciones que se le puede dar a la PROFINET y el sistema de periferia remota.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Proceso de temperatura

De acuerdo a (Giancoli, 2008, pág. 456) diariamente nos encontramos con procesos de cambios de temperatura, esto no es más que un valor medido que indica que tan caliente o frío puede estar un objeto estático o en movimiento, las propiedades de un objeto van cambiando con el pasar del tiempo, cuando los objetos se expanden su proceso de temperatura interna se eleva (es más caliente), las calles o veredas se expanden y se contraen ligeramente en función de la temperatura, por lo que es necesario colocar espaciadores compresibles o vigas de expansión, Lo mismo ocurre con el color radiado por los objetos, al menos a temperaturas altas: tal vez haya notado que el elemento calefactor de una estufa eléctrica brilla con un color rojo cuando está caliente. A temperaturas más altas, los sólidos como el hierro tienen brillo anaranjado o incluso blanco. Los instrumentos diseñados para medir la temperatura se llaman termómetros.

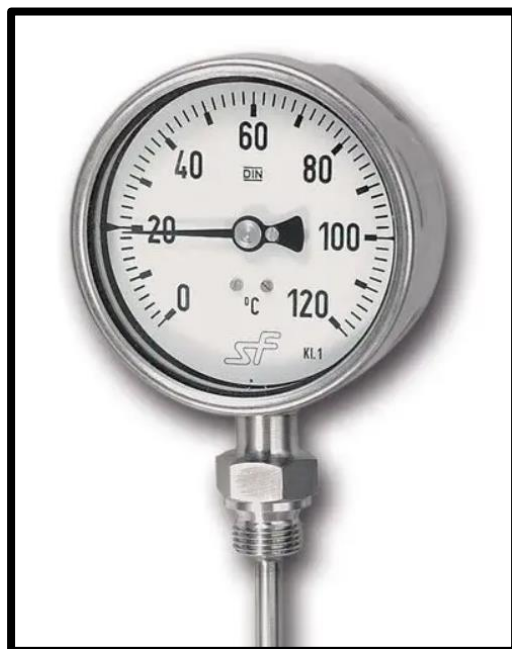


Figura 3: Termómetro bimetálico, (Giancoli, 2008, pág. 456)

2.1.1. Termo sellado

(Calderón Godoy & Gallardo Lozano, 2007) Nos explica que el termo sellado es un proceso minucioso que debe de tener mucho cuidado, ya que su función es la detección de defectos en el sellado de productos envasados herméticamente cerrados que funciona dando una alta temperatura (calor) en el material sensible.

(Parra Higueta, 2014) Indica que este proceso está afectado por diversos factores como son; características de los elementos y la tecnología que se emplea en el mismo, dentro de las características fundamentales tenemos; porosidad del material, superficies de contacto, adhesión, proceso de temperatura y la presión de cierre, para esta última característica se emplean métodos que son no destructivos como es la inspección visual y detección de micro fugas.

2.1.2. Túnel de calor

(Parra Higueta, 2014, pág. 44) Indica que el túnel de calor es conocido como una máquina diseñada con el fin de generar un ambiente de aire turbulento dentro de una recámara, esto se produce absorbiendo el aire del ambiente acelerado por medio de un ventilador y calentar el aire por medio de un resistor eléctrico o algún equipo que genere dicho intercambio de calor.

(Alarcón Terán & Mena Murillo, 2012, pág. 10) Indica que el diseño, construcción y adquisición de un Túnel de calor va a depender de los parámetros y las diversas características del requerimiento por parte del usuario. El objetivo fundamental de los túneles de calor es buscar obtener una rápida contracción de los diferentes materiales termo-incogibles con el fin de brindar fiabilidad, seguridad y eficacia, además mejora su presentación y aumento del volumen de producción.

2.1.3. Materiales aislantes

(Parra Higuera, 2014, pág. 47) Nos enseñan que los diversos materiales que tienen como función ser aislantes térmicos están fabricados exclusivamente con materiales que tienen un bajo coeficiente de conductividad térmica y son empleados en diferentes casos que tienen como objetivo impedir el flujo de calor, con el fin de limitar la transferencia de calor por conducción, convección o ambos. Y para la radiación se emplea barreras de radiación que consiste en materiales que reflejan la radiación, dando así la disminución de flujo de calor de fuentes térmicas.

Para obtener un material aislante térmico es primordial saber su densidad como su temperatura y debe cumplir con dos importantes propiedades, las cuales son:

- ✓ Baja conductividad térmica.
- ✓ Alta capacidad para retener calor.

2.2.Sensores de temperatura

(Creus, 2010, pág. 235) Nos indica que la medición de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella.

La temperatura se utiliza, frecuentemente, para inferir el valor de otras variables del proceso. De este modo, se emplean varios instrumentos como: termómetros de vidrio, termómetros bimetalicos, elementos primarios de bulbo y capilar rellenos de líquido, gas o vapor, termómetros de resistencia, termopares, pirómetros de radiación, termómetros ultrasónicos y termómetros de cristal de cuarzo.

2.2.1. Termopares

(Harper, 2013, pág. 114) Define a un termopar como el dispositivo eléctrico más simple y sensible a la temperatura, básicamente consiste en un par de alambres, hechos de material diferente, estos alambres se unen en un extremo y en el otro están conectados a un instrumento de medición o un circuito.

Cuando la llamada unión caliente (el extremo unido de los alambres) se calienta, un voltaje medible se genera a través de la unión fría (el extremo de los alambres conectados al medidor circuito), esta unión fría se conoce también como "la unión de referencia", si esta unión de referencia se mantiene a una temperatura constante, el voltaje no varía. En la siguiente Figura, se muestra esquemáticamente el principio de medición de los termopares, se muestran todos los elementos esenciales para llevar a cabo una medición de temperatura.

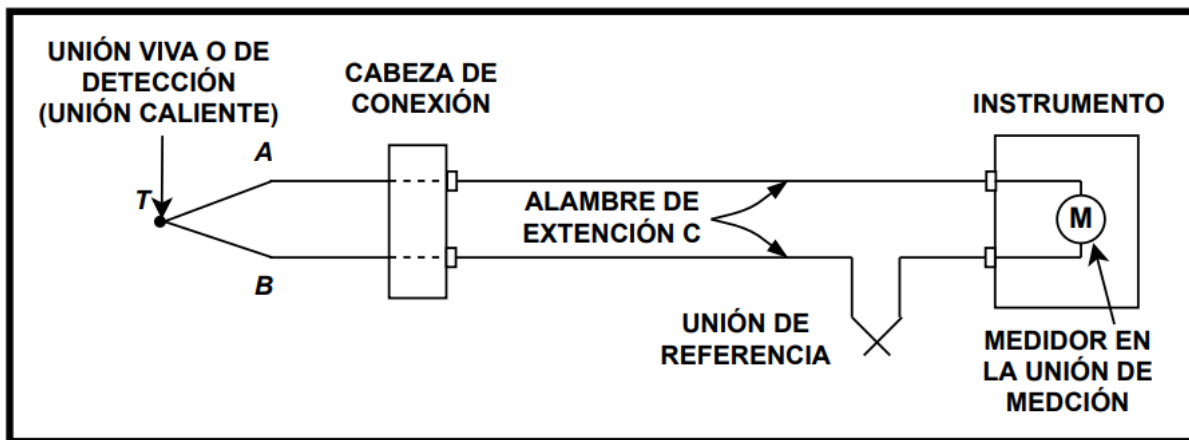


Figura 4: Esquema del principio de medición de los termopares (Harper, 2013)

(Harper, 2013, pág. 115) La figura anterior, el termopar T presenta los conductores diferentes A y B unidos en la unión caliente a los alambres de extensión C, que van desde la cabeza conectada de la unión caliente, hasta la unión de edición que incluye el medidor M y la unión

de referencia TR. El medidor M mide la diferencia de fuerza electromotriz (F_{em}) entre la unión caliente y la de referencia T-TR.

El medidor usado con el termopar se conoce como milivóltmetro, este es un instrumento hecho con un imán permanente y una bobina móvil, es extremadamente sensible a los cambios en el voltaje eléctrico.

2.2.2. RTD - PT100

De acuerdo con (López & Moyón, 2011, págs. 44-45) los detectores de temperatura basados en la variación de una resistencia eléctrica se suelen designar con sus siglas inglesas RTD (Resistance Temperature Detector).

El fundamento de las RTD es la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. En un conductor, el número de electrones libres no cambia apreciablemente con la temperatura. Pero si ésta aumenta, las vibraciones de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio son mayores, y así dispersan más eficazmente a los electrones, reduciendo su velocidad media. Esto implica un coeficiente de temperatura positivo, es decir, un aumento de la resistencia con la temperatura. Los detectores de temperatura resistivos (RTDs) operan bajo el principio de los cambios en la resistencia eléctrica de los metales puros y se caracterizan por un cambio lineal positivo en la resistencia con la temperatura. Los elementos típicos utilizados para RTDs incluyen el níquel (Ni) y cobre (Cu), pero el platino (Pt) es mucho más común debido a su amplio rango de temperaturas, precisión y estabilidad.

Los RTDs son populares debido a su excelente estabilidad, y muestran la señal más lineal con respecto a la temperatura de cualquier sensor electrónico de temperatura.

2.3. Controlador Lógico programable

También llamada autómeta programable en el cual encontramos como partes principales de la CPU (Unidad Central de Procesos) son: Módulo de E/S, Alimentación AC o DC y Unidad lógica de programación.

Para que el PLC realice una acción este debe tener una carga previa de la programación realizada en un software que se adapte a la marca.

2.3.1. PLC S7 – 1200

(SIEMENS, MEDIA AUTOMATION, 2014, p. 23) Nos enseña las ventajas de la gama S7-1200 y que pueden utilizarse para numerosas tareas por su amplio juego de instrucciones. Cuando se carga el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

La CPU valida las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

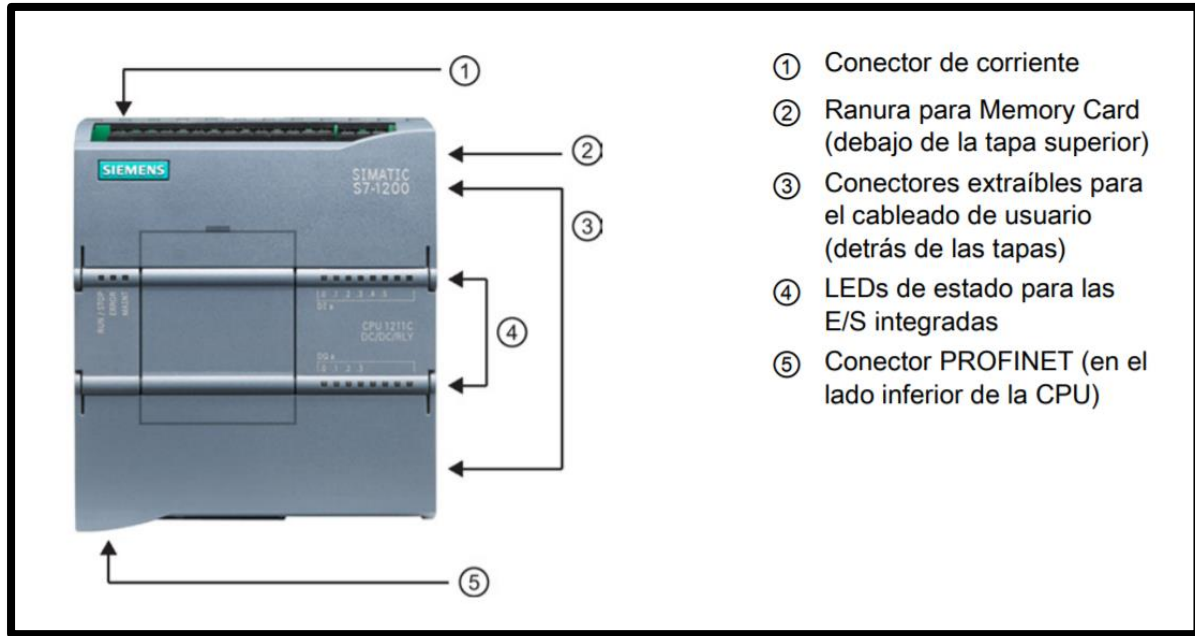


Figura 5 Componentes de un PLC SIMATIC S7-1200 (SIEMENS, MEDIA AUTOMATION, 2014)

2.4. Sistema de Periferia Remota

Es un sistema de entradas y salidas remotas; o conocido a nivel industrial por sus siglas en ingles RIO (Remote In/Out). Utilizado para reducir el cableado de las señales de entrada y próximos a instrumentos, sensores y actuadores de un sistema de control.

2.4.1. ET 200SP

(SIEMENS, Industry Online Support, 2018) Nos da a conocer el SIMATIC ET 200SP que es un sistema de periferia escalable y altamente flexible.

Permite conectar las señales a un controlador con un bus de campo.

Además, favorables ventajas dependiendo del uso del sistema a implementar, entre ellas tenemos:

- Estándares de comunicación: PROFINET IO, PROFIBUS DP, AS-I. Entre otras.
- Seguridad integrada.
- Diseño compacto con máxima claridad en mínimo espacio
- Alto rendimiento PROFINET IO.

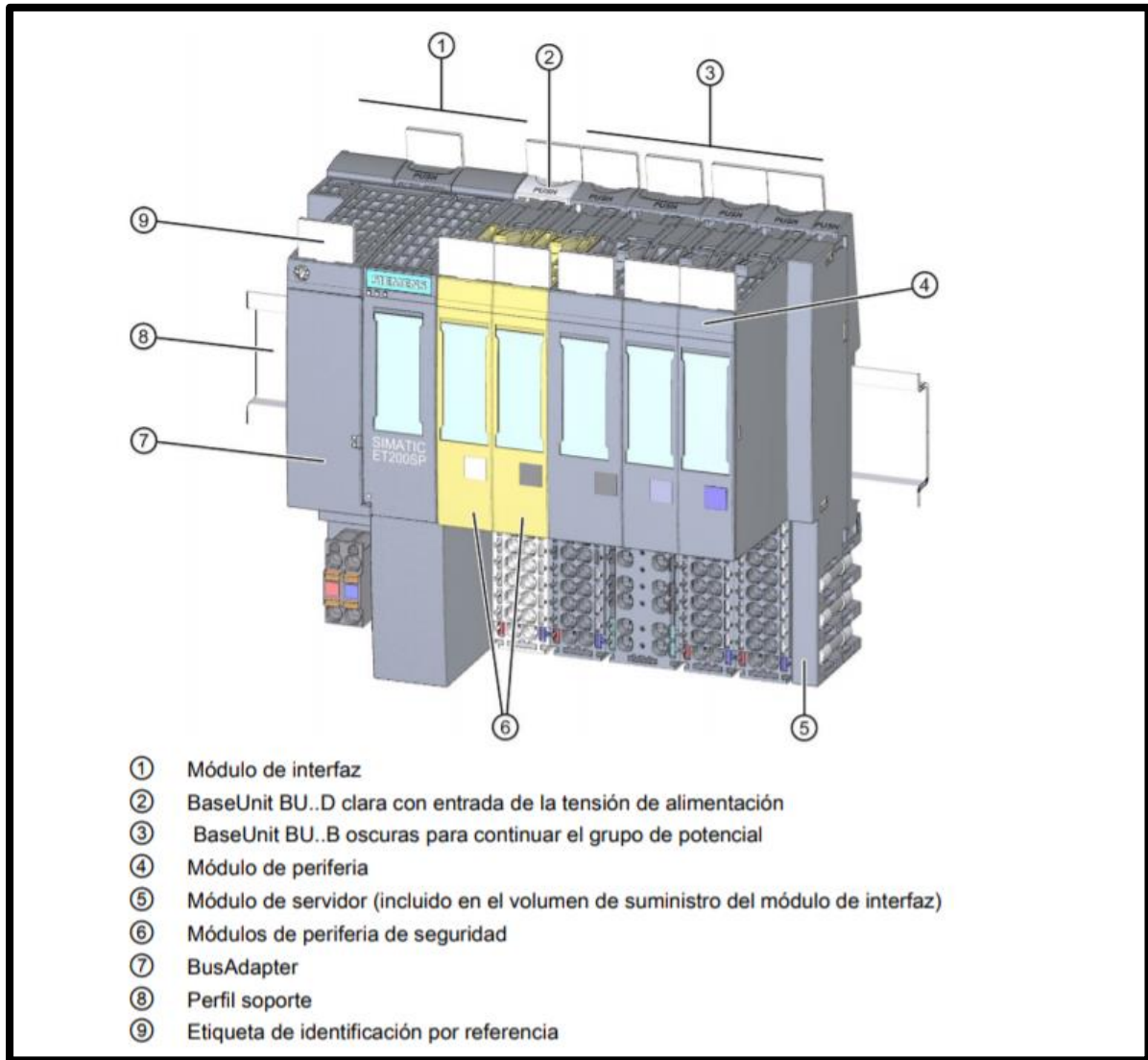


Figura 6 Componentes de sistema E T200SP (SIEMENS, Industry Online Support, 2018)

2.5. Interfaz Humano Máquina (HMI)

(Wonderware, 2021) Indica que el HMI es aquella interfaz entre un proceso y diferentes operarios, se basa únicamente de un panel de instrumentos para los operarios, y es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar e ir controlando los diferentes procesos industriales y de fabricación, una ventaja es que el HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable. La función principal del HMI es ir monitorean información operativa en tiempo real, y debe de proporcionar ilustraciones con gráficas de los procesos, otra de sus ventajas es que son capaces de suministrar la información operativa de n procesos que permiten controlarlos y optimizarlos.

2.5.1. KTP 600 BASIC PN

(Torres Vásquez & Vega Soto, 2015, pág. 50) Indica que el KTP 600 Basic PN es una pantalla LCD-TFT con un área de 115.2 mm x 86.4 mm (5.7”) y que posee una resolución de al menos 320 x 240 pixeles, una de sus ventajas que puede representar hasta 256 colores e incluye 6 teclas de función que pueden adaptarse al usuario e internamente posee una memoria de aplicación de 512 KB.

(SIEMENS, 2012, pág. 17) Nos da a conocer que la comunicación del KTP 600 Basic PN incorpora una interfaz ethernet RJ45 10/100 Mbit/s, maneja un voltaje de +24 VDC, y que posee un reloj en tiempo real sin respaldo y su presentación puede ser horizontal o vertical.

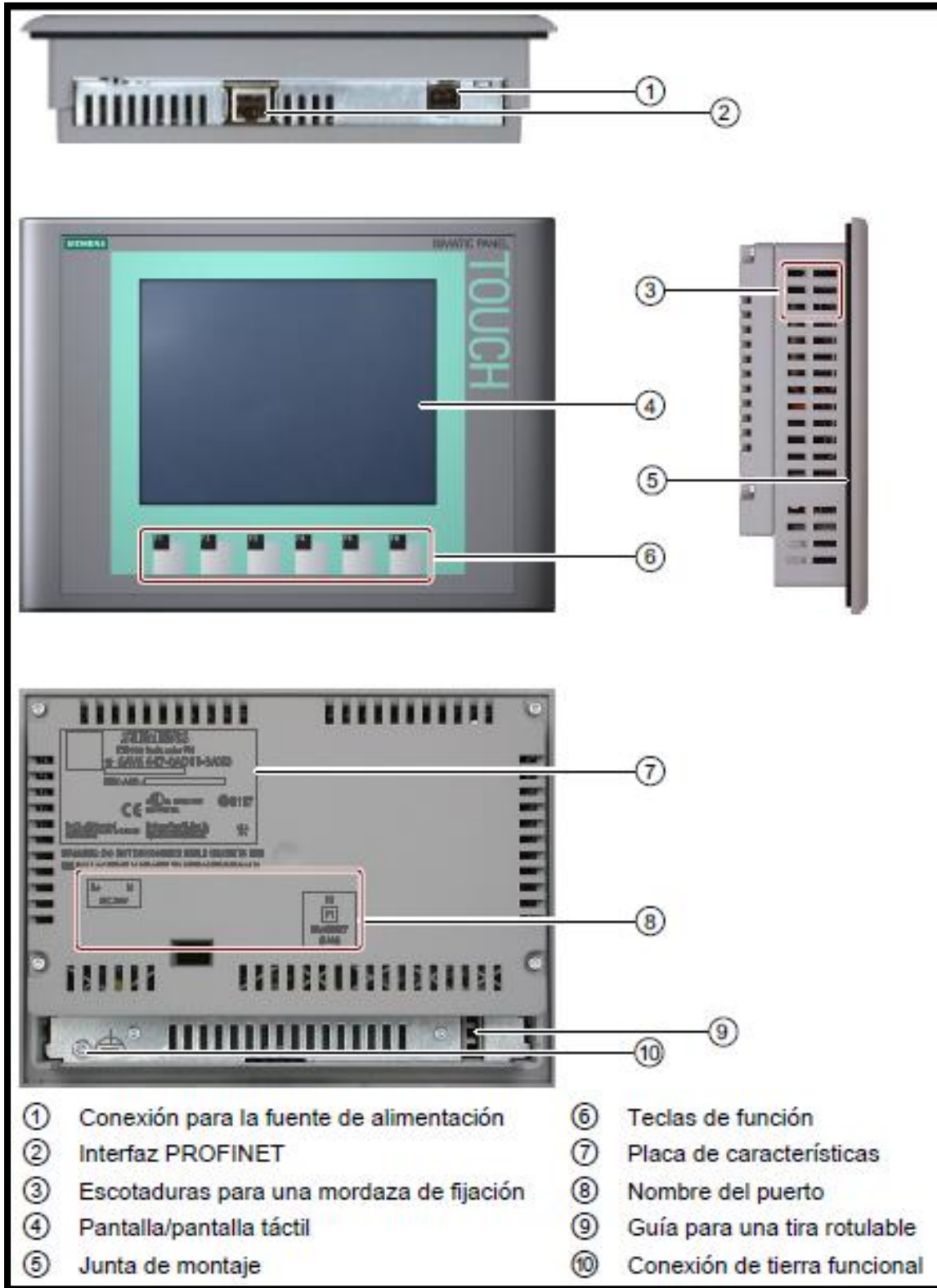


Figura 7: Componentes del KTP 600 Basic mono/color PN, fuente: (SIEMENS, 2012, pág. 17)

2.6. Redes de comunicación industriales

La red de comunicación industrial se las define como una red en tiempo real de intercambio de datos a través de un enlace, utilizadas en procesos industriales para; mejorar la integridad de comunicación entre Hombre- Máquina y asegurar la supervisión del proceso productivo, añadiendo protocolos capaces de administrar restricciones.

2.6.1. Redes de comunicación industrial Ethernet

(Gómez & Paneluisa, 2015) Nos enseñan acerca de Industrial Ethernet detallando sobre la eficiencia en soluciones de automatización. Actualmente llegando a ser el número uno en todo el mundo entre las redes LAN, por lo va permitiendo crear potentes redes de comunicación.

2.6.1.1. Profinet

(Viteri, 2014, pág. 38) Nos enseña acerca del estándar Profinet; “PROFINET es el estándar Ethernet abierto que cumple la especificación IEC 61158 para la automatización industrial. Profinet es basado en protocolos Ethernet, UDP, TCP y IP.”

Hay dos versiones de redes Profinet:

- **La Profinet I/O** trata con la integración de dispositivos simples de campo distribuidos y aplicaciones críticas.
- **La Profinet CBA** trata con integración de componentes basados en sistemas de automatización distribuidos.

2.7. Sistemas de control

(Perez, Perez, & Perez, 2007, pág. 7) Nos enseña los conceptos que conforman un sistema, entendiendo el significado de sistema de control como: un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera que el arreglo pueda comandar, dirigir o regular, asimismo o a otro sistema. Estos sistemas comandan dirigen o controlan dinámicamente.

2.7.1. Sistema de control en lazo abierto

(Perez, Perez, & Perez, 2007, pág. 10) Nos permite comprender que los sistemas de control de lazo abierto son sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la señal o acción de control.

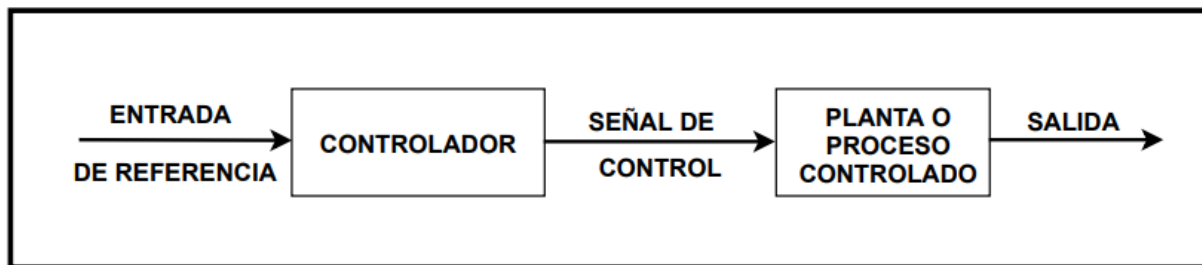


Figura 8 Sistema de Control de Lazo Abierto (Perez, Perez, & Perez, 2007, pág. 10)

(Morales & Ramírez, 2013, pág. 13) La Figura anterior nos indica que la entrada del sistema actúa directamente sobre el controlador, para producir mediante el actuador el efecto deseado en la salida.

(Perez, Perez, & Perez, 2007, pág. 10) Nos explica que el sistema de control de lazo abierto es insensible a las perturbaciones; y que un sistema de control de este tipo es útil cuando se tiene la seguridad que no existen perturbaciones actuando sobre el mismo.

En la práctica solo se puede usar el control de lazo abierto si la relación entre la entrada y la

salida es conocida, y si no hay perturbaciones internas ni externas importantes.

2.7.2. Sistema de control en lazo cerrado

(Perez, Perez, & Perez, 2007, pág. 11) Nos enseña que un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control. Esto es, los sistemas de control de lazo cerrado son sistemas de control realimentados. La diferencia entre la señal de entrada y la señal de salida se la denomina señal de error del sistema; esta señal es la que actúa sobre el sistema de modo de llevar la salida a un valor deseado. En otras palabras, el término lazo cerrado implica el uso de acción de realimentación negativa para reducir el error del sistema.

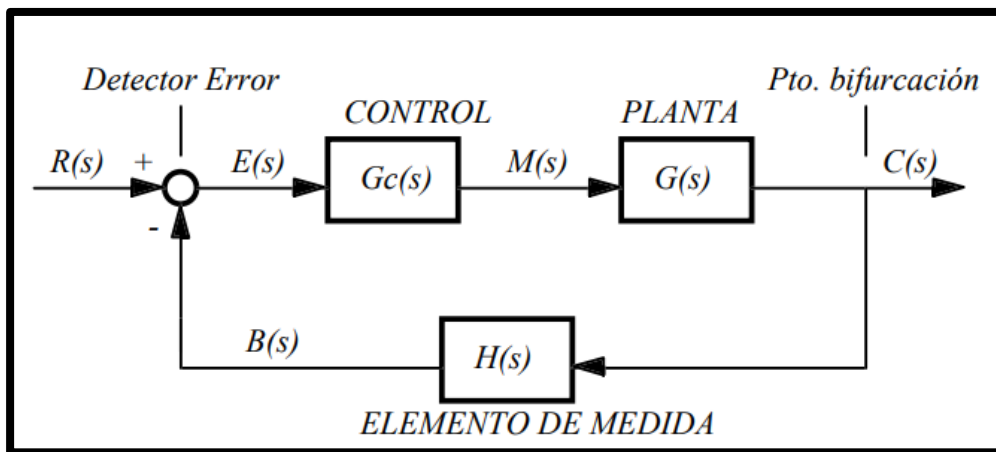


Figura 9 Sistema de Control (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

2.7.3. Tipos de controladores

2.7.3.1. Control Proporcional (P)

(Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998, p. 130) Nos indica que, la salida de una señal de control es proporcional a la señal de error. Con la siguiente ecuación:

$$m(t) = k * e(t) \Rightarrow M(s) = k * E(s) \quad (1)$$

Ecuación 1 Señal de Salida de un Control Proporcional (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

Con lo cual, la función de transferencia del control proporcional es:

$$Gc(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = k \quad (2)$$

Ecuación 2 Función de transferencia en un Control Proporcional (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

donde, $e(t)$: señal de error, $m(t)$: señal de control y k : sensibilidad o ganancia proporcionales.

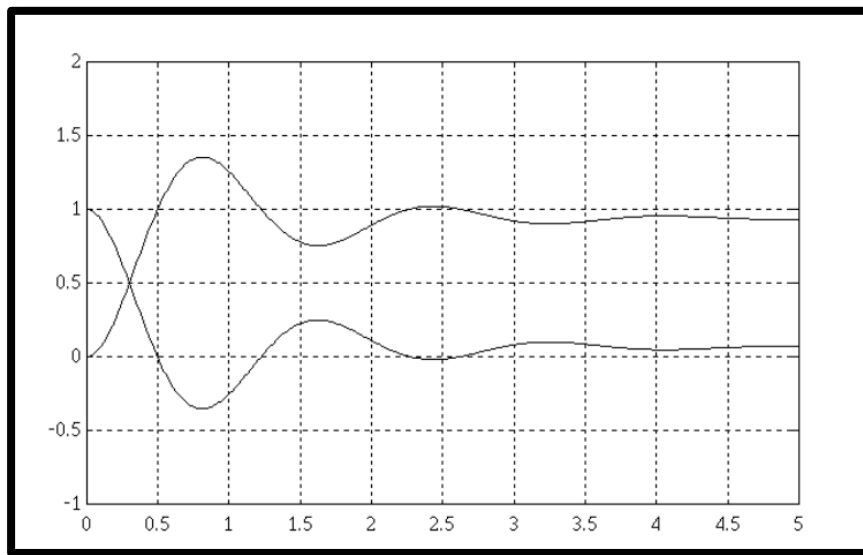


Figura 10 Respuesta del Control proporcional con $k=15$ (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

(Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998, p. 130) Nos enseña que cuanto mayor es la ganancia del control proporcional, mayor es la señal de control generada para un mismo valor de señal de error. De este modo, se puede decir que para una señal de control determinada cuanto mayor es la ganancia del control proporcional, menor es la señal de error actuante.

2.7.3.2. Control Proporcional Integral (PI)

(Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998, p. 137) Nos explica sobre la acción de control proporcional integral (PI) la cual genera una señal resultante de la combinación de la acción integral eliminando el error estacionario, mientras que la acción proporcional reduce el riesgo de inestabilidad que conlleva la introducción de la propia acción integral. Donde sus ecuaciones son: (3), (4)

$$m(t) = k * e(t) + ki \int_0^t e(t) * dt = k \left[e(t) + \frac{1}{Ti} * \int_0^t e(t) * dt \right] \quad (3)$$

Ecuación 3 Señal resultante Control proporcional integral (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

donde Ti es el tiempo integral

$$M(s) = k * \left[1 + \frac{1}{Ti * s} \right] * E(s) \Rightarrow \frac{M(s)}{E(s)} = k * \left[1 + \frac{1}{Ti * s} \right] \quad (4)$$

Ecuación 4 Reemplazo de Td en la ecuación del Control Proporcional Integrativo (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

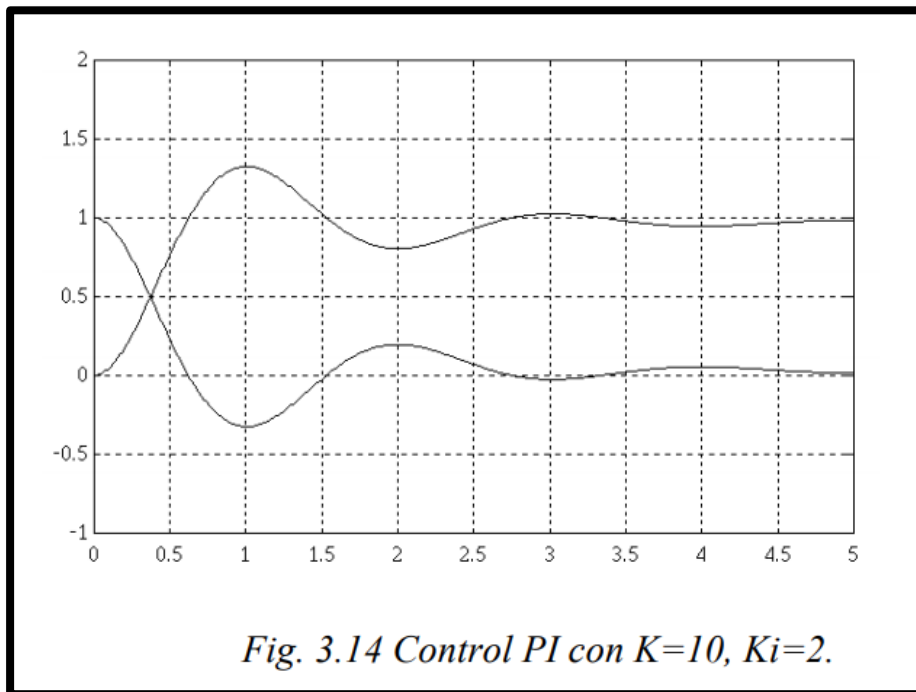


Fig. 3.14 Control PI con $K=10$, $Ki=2$.

2.7.3.3. Control Proporcional Derivativo (PD)

(Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998, p. 140) Nos indica que generar una señal (PD) es resultado de la combinación de la acción proporcional y la acción derivativa conjuntamente. Incluyendo en la enseñanza que un PD proporciona al sistema una mayor estabilidad relativa que se traduce en una respuesta transitoria con menor sobre impulso. Sin embargo, cuando la influencia del control es muy grande, el sistema de control tiende a ofrecer una respuesta excesivamente lenta. Donde sus ecuaciones son: (5), (6)

$$m(t) = k * e(t) + kd * \frac{de(t)}{dt} = k \left[e(t) + Td * \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (5)$$

Ecuación 5 Control Proporcional Derivativo (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

donde Td es el tiempo derivativo.

$$M(s) = k * (1 + Td * s)E(s) \Rightarrow \frac{M(s)}{E(s)} = k * (1 + Td * s) \quad (6)$$

Ecuación 6 Remplazo de Td en la ecuación del Control Proporcional Derivativo (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998)

2.7.3.4. Control Proporcional Integral Derivativo (PID)

De acuerdo con (Gómez & Paneluisa, 2015) una unidad de control reacciona de varias maneras frente una señal de error y proporcionar una señal de salida para que actúen los elementos correctores. La acción de control proporcional, integral y derivativo (PID), genera una señal resultante de la combinación de las tres acciones anteriormente mencionadas.

El controlador PID se realiza diseñando primero el control proporcional derivativo para cumplir las condiciones de respuesta transitoria y posteriormente se añade el control

proporcional integral, de manera que su incorporación al sistema no afecte a la respuesta del sistema, pero si elimine el error estacionario

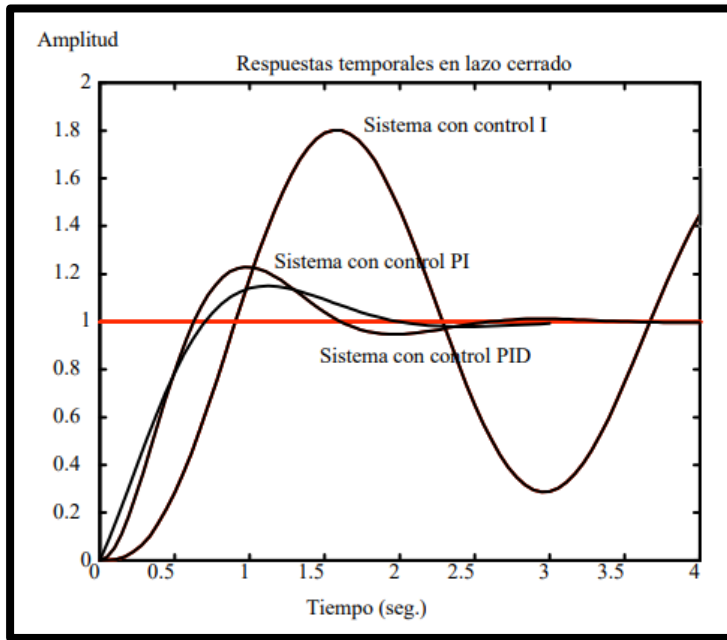


Figura 12 Respuestas en Sistemas PI vs PID (Gomáriz, Matas, Reyes, & Biel, 1998, p. 160)

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño e implementación del módulo didáctico PLC S7-1200

3.1.1. Componentes externos

3.1.1.1. SIMATIC HMI KTP600 BASIC COLOR PN

- Es una pantalla de 5,7’’
- En su panel frontal tiene teclas adaptables al autómata.
- Además de una interfaz PROFINET.
- Alimentación de +24VDC.



Figura 13 TOUCH PANEL SIEMENS KTP600

3.1.1.2. Botoneras

En el presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se usa 6 botoneras, el cual es utilizado para operar el paso de la corriente eléctrica hacia las entradas digitales desde I0.0 hasta I0.5 del Controlador Lógico Programable.



Figura 14 Botoneras rasantes de contacto normalmente abierto

3.1.1.3. Selectores

En el presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se usa:

- 6 selectores de dos posiciones se utilizan para operar el paso de la corriente eléctrica hacia las entradas digitales desde I0.6 hasta I1.3 del Controlador Lógico Programable.
- Un selector de dos posiciones con marquilla INT/EXT para controlar la sección de botoneras, selectores y Jacks banana.
- Un selector de dos posiciones con marquilla DB25, que depende del selector INT/EXT, cuando se activa EXT se puede manipular este selector el cual permite activar o desactivar la conexión del DB25
- Un selector de 3 posiciones para seleccionar las entradas o salida analógicas y se visualice en el voltímetro.



Figura 15 Selectores de dos posiciones con contactos normalmente abiertos.



Figura 16 Selector de 3 posiciones con contactos normalmente abiertos

3.1.1.4. Luces piloto

Con la finalidad de visualizar la activación de alguna señal, se conectan en las salidas digitales del Q0.0 hasta Q0.7 del Controlador Lógico Programable, 8 luces piloto.

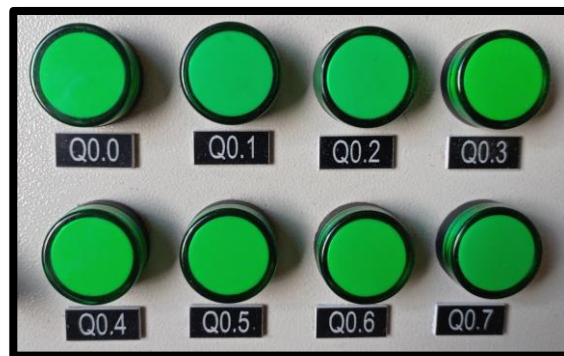


Figura 17 Luces piloto verdes de 24Vdc

3.1.1.5. Potenciómetros de precisión

El presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se usan dos potenciómetros de precisión conectadas en las entradas analógicas AI0 y AI1



Figura 18 Potenciómetro de precisión de diez vueltas (vista frontal)



Figura 19 Potenciómetro de precisión de diez vueltas (vista posterior)

3.1.1.6. Voltímetro digital

En la actualización del módulo didáctico se instala voltímetro digital para la medición de entradas o salidas analógicas que pueden variar de 0 – 10VDC.



Figura 20 Voltímetro digital de panel de e dígitos

3.1.1.7. Jack banana hembra

El presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se instalan nuevos Jack banana hembra que se encuentran distribuidos para el uso del siguiente modo:

- 3 Jack de color rojo para + 24VDC
- 3 Jack de color negro para GND
- 2 Jack de color azul para las entradas I1.4 e I1.5
- 2 Jack de color azul para las salidas Q1.0 y Q1.1
- 2 Jack de color verde para la entrada analógica AI0
- 2 Jack de color verde para la salida analógica AQ0

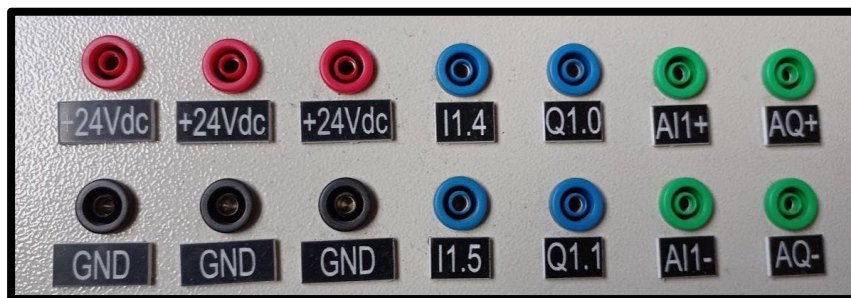


Figura 21 Jack banana de distintos colores para chasis

3.1.1.8. Jack para conector RJ45

El presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se instala un Faceplate doble para la conexión independiente de dos cables ethernet.



Figura 22 Faceplate doble categoría 6A

3.1.1.9. Jack para cable AC

El presente proyecto, en el módulo didáctico PLC S7-1200 se instala un jack AC para la alimentación de 120VDC del módulo.



Figura 23 Jack macho para cable de poder AC

3.1.2. Componentes internos

3.1.2.1. PLC S7-1200

La actualización o repotenciación del módulo del laboratorio de Automatización se la realiza con el Controlador Lógico Programable de la marca SIEMENS modelo S7-1200 1214 AC/DC/RLY (6ES7 214-1BE30-0XB0) el cual tiene las siguientes características:

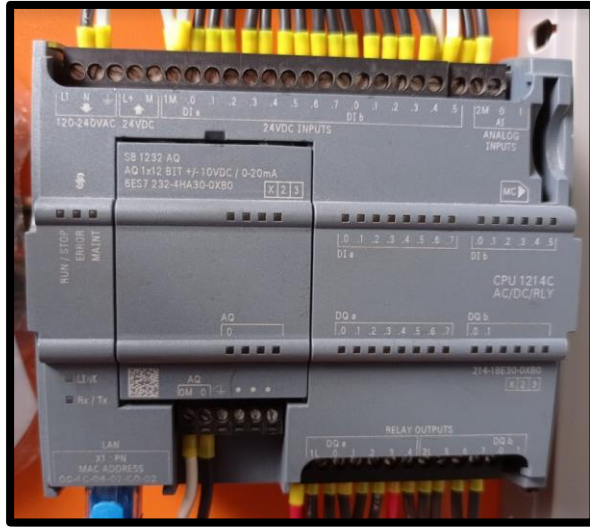


Figura 24 Controlador Lógico Programable S7-1200

además de tener un módulo para poder añadir una salida analógica con características de rangos de salida $\pm 10\text{VDC}$ y 0 a 20 mA.



Figura 25 Signal Board SB 1232 AQ (Salidas digitales)

3.1.2.2. Switch CSM1277

La comunicación del presente proyecto es basada en Red Ethernet por lo tanto se realiza la conexión central de los equipos HMI, Router y ET200



Figura 26 Switch de cuatro puertos a 24Vdc Siemens CSM 1277

3.1.2.3. Fuente de alimentación conmutada PM 1207

En el presente proyecto se la usa para convertir el voltaje alterno de 110VAC a voltaje continuo 24VDC, el cual alimenta el HMI y voltímetro.



Figura 27 Fuente SIEMENS conmutada 110VAC a 24Vdc / 2.5Amp

3.1.2.4. Relé de 24VDC

El relé es utilizado como un interruptor que se activa o se desactiva por electromagnetismo este realiza el cambio de consigna del selector INT/EXT.



Figura 28 Relés de 14 pines a 24Vdc

3.1.2.5. Router TP-LINK

La comunicación del presente proyecto es basada en Red Ethernet, se usa un router TP-LINK para poder interconectar el PLC y así establecer una comunicación Wireless.



Figura 29 Router TP-LINK

3.1.3. Diagrama eléctrico de conexiones

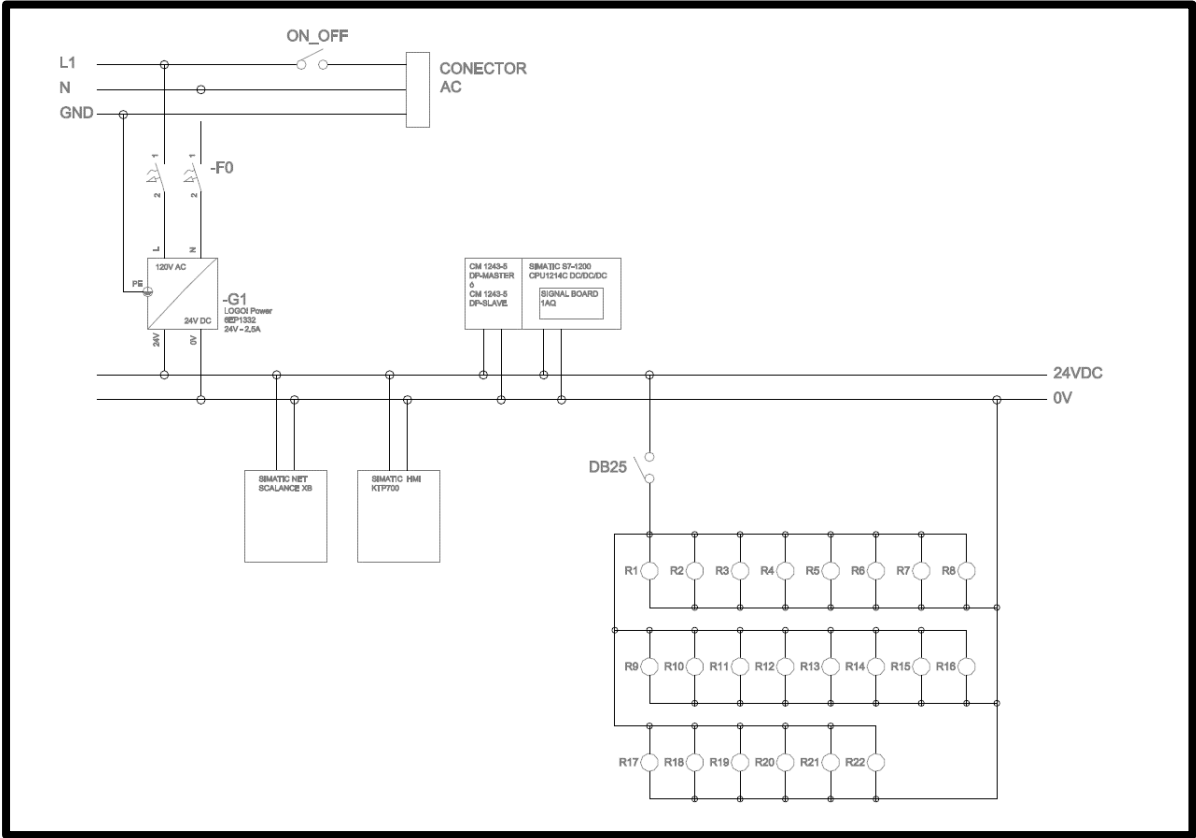


Figura 30 diagrama eléctrico para control del módulo didáctico PLC S7-1200

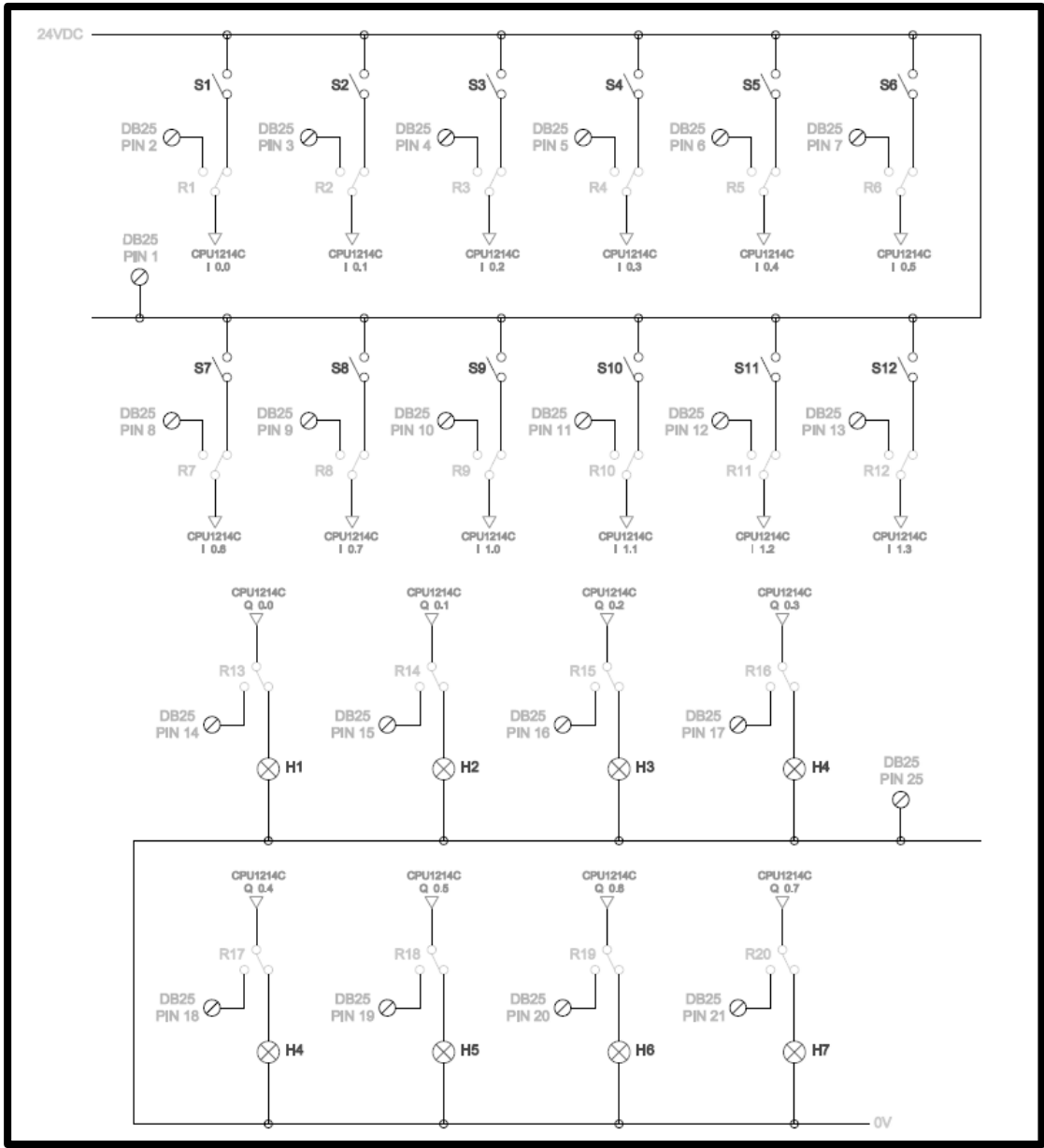


Figura 31 Conexión de entradas y salidas digitales al PLC S7-1200

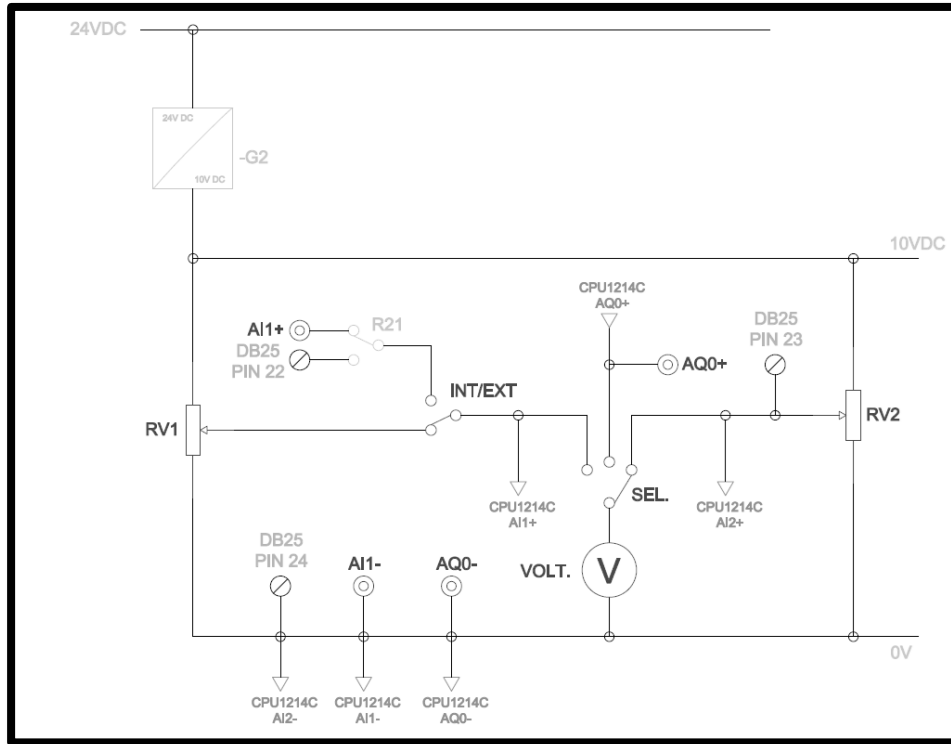


Figura 32 Conexión de entradas y salidas analógicas del PLC S7-1200

3.1.4. Diagrama de la estructura.

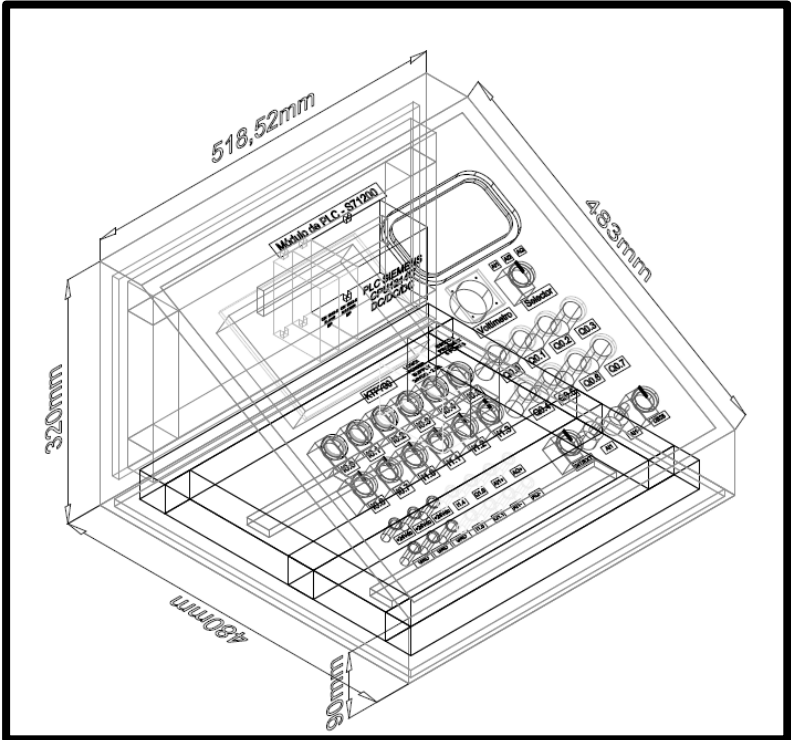


Figura 33 Diagrama y cotas para la construcción del módulo PLC S7-1200



Figura 34 Módulo PLC S7-1200 previa a la implementación de los elementos.

3.1.5. Software de programación

3.1.5.1. TIA PORTAL V14.1

En el presente proyecto se desarrolla las prácticas en el software de programación TIA PORTAL V14.1. el que lleva a la integración de los módulos y brinda una mayor eficacia en cuanto aprendizaje y operación de estos.

El desarrollo esta realizado en bloques de función, datos y organización; para un pronto entendimiento.

3.2. Diseño e implementación de planta didáctica simulador túnel de calor.

3.2.1. Componentes de planta didáctica

3.2.1.1. Ventilador 110VAC

Cumple la función de circular el aire caliente generado por las resistencias y se expulsa por la salida del túnel de calor.



Figura 35 Ventilador 110VAC con marco metálico

3.2.1.2. PT100

El sensor PT100 lee la temperatura cuando la resistencia genera calor, se usa PT100 por la estabilidad y precisión en la lectura de la temperatura.



Figura 36 PT100 con recubrimiento y funda metálica de alta resistencia térmica

3.2.1.3. Resistencia

El valor de la resistencia es de 940W para generar una temperatura máxima 300°C



Figura 37 Resistencia tipo cartucho de 940W a 230V

3.2.2. Diagrama de la estructura

A continuación, se visualiza el diagrama de la estructura del simulador del túnel de calor, el cual se lo realiza en la plataforma de AUTOCAD.

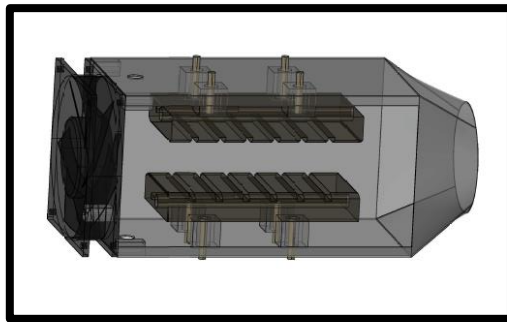


Figura 38 Modelado 3D del túnel de calor para fabricación

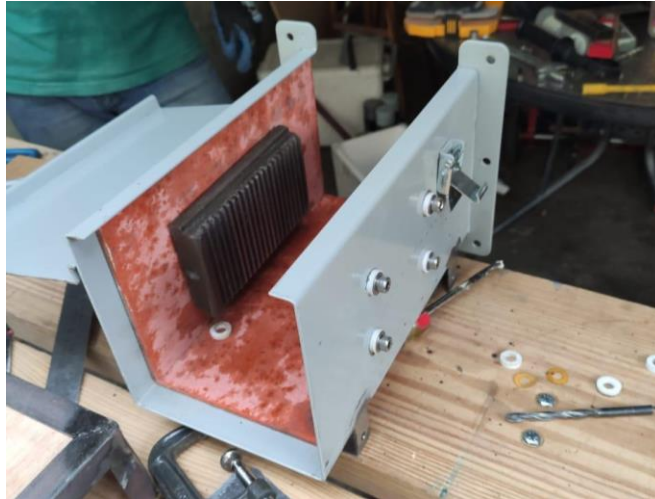


Figura 39 Construcción del túnel de calor.



Figura 40 Túnel de calor.

3.3. Diseño e implementación de Módulo ET200SP

3.3.1. Componentes internos del Módulo

3.3.1.1. ET200SP

El modelo 6ES7155-6AU01-0BN0 brinda las características necesarias para la implementación del proyecto, logrando conectar con PROFINET IO a través de conectores RJ45.

3.3.1.2.2. Salidas digitales

El modelo 6ES7132-6BF01-0BA0 tiene 8 salidas digitales de 24 VDC. El módulo escogido es utilizado para habilitar: una luz piloto de marcha, un ventilador y dos resistencias.



Figura 43 Salidas digitales DQ 8x24VDC/0.5A ST (SIEMENS, MALL INDUSTRY SIEMENS, s.f.)

3.3.1.2.3. Entradas Digitales

El modelo 6ES7131-6BF01-0AA0 tiene 8 entradas digitales de 24 VDC. El módulo escogido es utilizado para habilitar: Pulsador de marcha, paro y Paro de Emergencia.



3.3.1.3. Control de botoneras desde sistema de periferia remoto

La planta didáctica de túnel de calor es una simulación real de un ambiente laboral, por lo cual se instala una caja de botoneras que nos indican lo siguiente:

Botón verde = Marcha

Botón rojo = Paro

Hongo rojo = Paro de emergencia

Luz piloto verde = Indicador Marcha

Con el propósito de controlar la planta en paralelo con el módulo PLC S71200 y el sistema de periferia remota.



Figura 45 Botoneras de control de la Planta ET 200SP

4. GUÍA DE PRÁCTICAS

4.1. PRÁCTICA 1:


		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 1	TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de red PROFINET entre un PLC S7-1200 y una periferia remota ET 200SP	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200 y ET 200SP en el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP.• Agregar módulos de entradas y salidas de la ET200SP.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>Para la siguiente práctica se tiene como objetivo establecer la conexión ethernet entre el PLC S7-1200 1214 AC/DC/RLY (6ES7 214-1BE30-0XB0) y Periferia Remota ET200SP (6ES7 155-6AU01-0BN0) en conjunto a esta conexión, se deben agregar los módulos de entradas y salidas de la Periferia Remota ET200SP. Teniendo en cuenta que la conexión ethernet es establecer un direccionamiento de IP y estas deben estar dentro del rango de subredes.</p> <p>Siguiendo con la problemática se debe desarrollar la configuración del sistema de periferia remota ET 200SP con el alcance de poder establecer el modo online y diagnóstico de la ET 200SP seguido de la asignación del nombre del dispositivo en la opción de “Funciones”. Habiendo terminado la configuración de la ET 200SP, realizar pruebas, estableciendo el modo online con ambos dispositivos. Para más información dirigirse al Anexo 1.</p>		

DIAGRAMA DE RED:

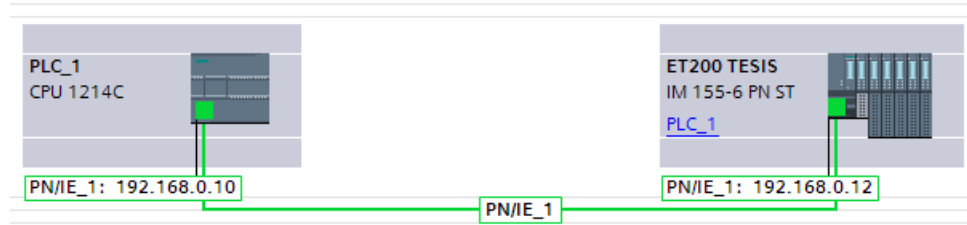



Figura 46 Conexión PROFINET entre PLC S71200 y ET200SP

4.2. PRÁCTICA 2:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización y Control
NRO. PRÁCTICA: 2		TÍTULO PRÁCTICA: Control manual de planta didáctica desde módulo de PLC S7-1200.
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Levantar red PROFINET entre PLC S7-1200 y ET 200SP en el software de programación TIA Portal V14.• Programar en lenguaje KOP en TIA Portal V14 para activar el control manual de la planta didáctica del simulador de calor.• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200 y en la ET 200SP.• Aprender a leer y programar entradas analógicas.• Verificar el funcionamiento de los módulos y elementos que intervienen en la simulación.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es comprobar el funcionamiento del módulo PLC S7-1200 y Periferia Remota ET200SP, por lo tanto, se requiere realizar un programa de marcha paro con enclavamiento que cumpla varias condiciones.</p> <p>Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2.</p> <p>Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independientemente desde el módulo PLC S7 1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP. Con esta condición validamos el módulo de salidas digitales de la ET 200SP y una salida digital del PLC S7 1200.</p> <p>Realizar la lectura de temperatura de las resistencias con el sensor PT100 que tiene el módulo generador de calor, esta lectura se da en la entrada análoga del sistema de periferia remota ET 200SP. Dicha lectura debe presentarse en el programa en grados Celsius y debe ser leída en modo online del</p>		

software TIA PORTAL. Para más información dirigirse al Anexo 2.

DIAGRAMA DE RED:

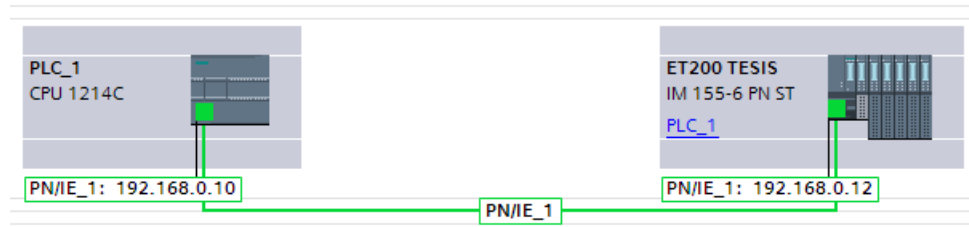



Figura 47 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

4.3. PRÁCTICA 3:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización y Control
NRO. PRÁCTICA: 3		TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de HMI para interactuar con planta didáctica y módulo PLC desde una red PROFINET.
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Levantar red PROFINET entre PLC S7-1200 y ET 200SP en el software de programación TIA Portal V14.• Programar en lenguaje KOP en TIA Portal V14 para activar el control manual de la planta didáctica del simulador de calor.• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI.• Aprender a leer y programar entradas analógicas.• Aprender a diseñar imágenes en un HMI.• Aprender a programar y asignar variables en un HMI.• Verificar el funcionamiento de los módulos y elementos que intervienen en la simulación.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es integrar un nuevo dispositivo que permita visualizar y controlar los elementos de la planta, en este caso se debe usar el HMI KTP 600. Este nuevo dispositivo debe ser agregado y configurado a la red PROFINET antes establecida con los módulos PLC S7-1200 y ET 200SP, habiendo ya establecida la red se requiere realizar un programa de marcha paro con enclavamiento que cumpla con varias condiciones. Diseñar en la pantalla del HMI la visualización del estado y control de los elementos de la planta. Además de las siguientes funciones: Cuando se presione el botón START del HMI se encienda un indicador en la pantalla además de que permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cuando se presione el botón R1 del HMI este proceda con la activación de la resistencia 1 y cuando se deje de presionar la resistencia, se apague. Cuando se presione el botón R2 del HMI este proceda con la activación de la resistencia 2 y cuando se deje de presionar la resistencia,</p>		

se apague. Cuando se presione el botón FAN del HMI este proceda con la activación del ventilador y cuando se deje de presionar el ventilador, se apague. Cuando se presione START desde el HMI se visualice un indicador. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Después de tener el control desde el HMI también se debe integrar el control desde el PLC S7 1200 Y ET 200SP, siguiendo las siguientes condiciones: Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independientemente desde el módulo PLC S7 1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP. Con esta condición validamos el módulo de salidas digitales de la ET 200SP y una salida digital del PLC S7 1200. Realizar la lectura de temperatura de las resistencias con el sensor PT100 que tiene el módulo generador de calor, esta lectura se da en la entrada análoga del sistema de periferia remota ET 200SP. Dicha lectura debe presentarse en el programa en grados Celsius y debe ser leída en modo online del software TIA PORTAL. Para más información dirigirse al Anexo 3.

DIAGRAMA DE RED:

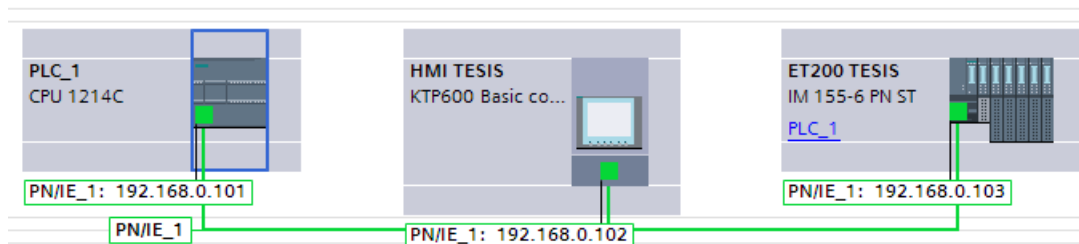


Figura 48 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

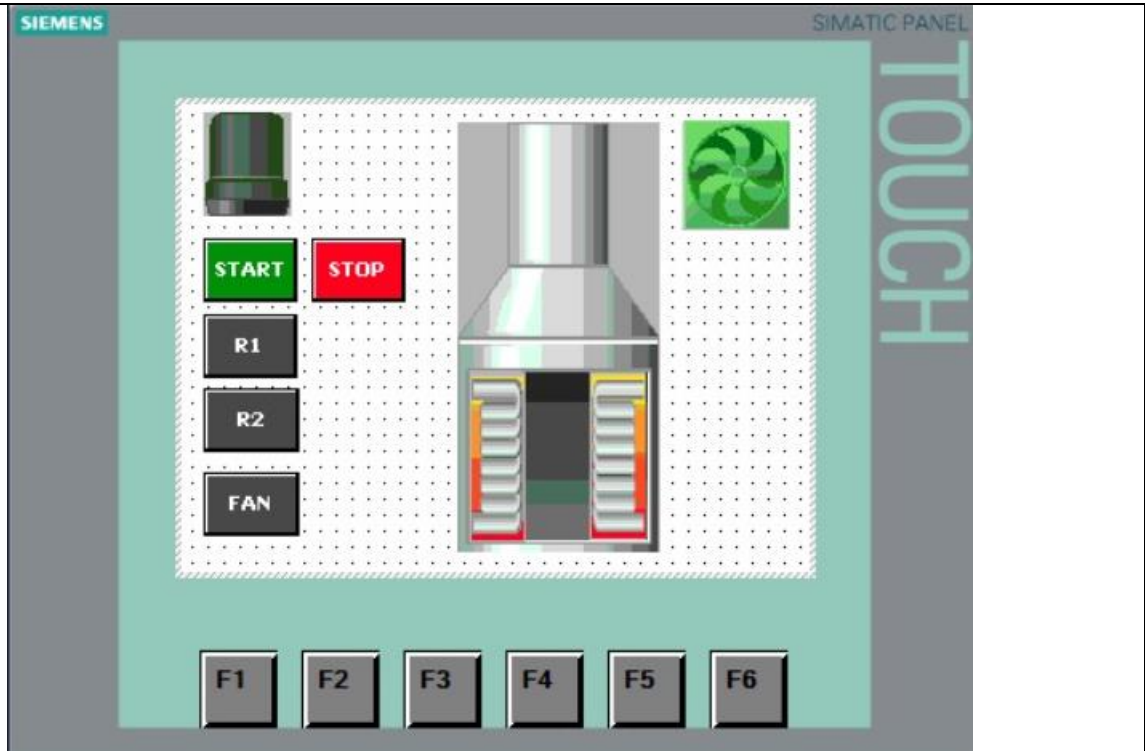



Figura 49 Imagen del HMI de la práctica 3

4.4. PRÁCTICA 4:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 4	TÍTULO PRÁCTICA: Control manual y automático ON/OFF para resistencias del sistema de calor en planta didáctica.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir• parámetros del módulo de periferia remota ET200SP• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI.• Aprender a leer y programar entradas analógicas y elementos del HMI.• Programar en lenguaje KOP en TIA Portal V14 para para controlar temperatura de las resistencias térmicas.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es realizar un control manual / automático desde un selector de la pantalla HMI. Se requiere realizar un programa que cumpla dos controles con varias condiciones. Por lo tanto, para el control manual tenemos las siguientes condiciones: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector</p>		

independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia. Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. Las resistencias deben subir su temperatura hasta el valor seteado con una histéresis de +5 y -5. Cuando el valor suba +5 grados del valor seteado se apague la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. Cuando el valor baje -5 grados del valor seteado se encienda la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias. Para más información dirigirse al Anexo 4.

DIAGRAMA DE RED:

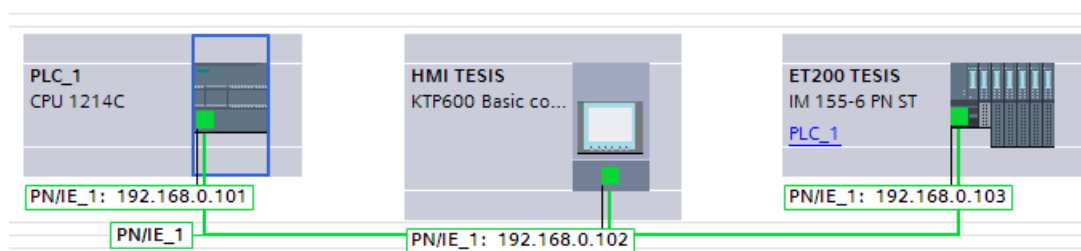


Figura 50 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

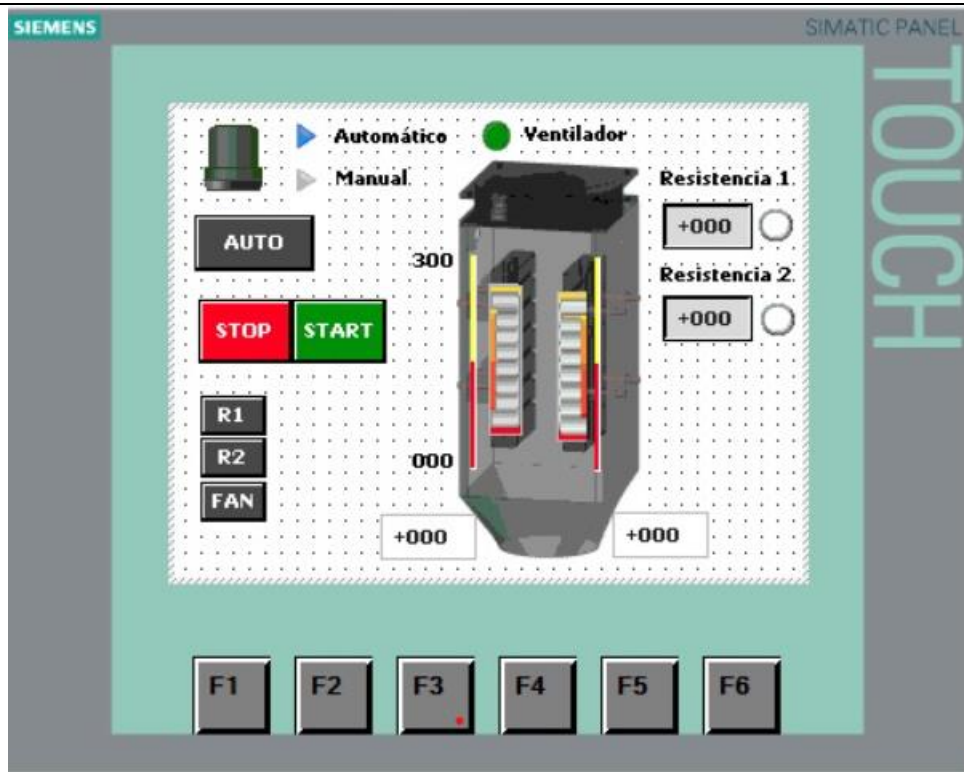



Figura 51 Imagen 1 del HMI de la práctica 4

4.5.PRÁCTICA 5:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 5	TÍTULO PRÁCTICA: Uso de bloques de organización en el control manual y automático ON/OFF para resistencias del sistema de calor en planta didáctica.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP• Programar en lenguaje KOP en TIA Portal V14 para para controlar temperatura de las resistencias térmicas.• Mejorar la organización en la programación con el uso de bloques del programa.• Realizar un control ON/ OFF aplicando el concepto de histéresis.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es implementar los conocimientos de bloques organizacionales de software TIA PORTAL al control manual / automático desde un selector de la pantalla HMI. Se requiere realizar un programa que cumpla dos controles con varias condiciones. El objetivo del uso de los bloques es poder tener una mejora en la organización de la programación a desarrollar. Entonces, para el control manual tenemos las siguientes condiciones: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la</p>		

resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia.

Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. Las resistencias deben subir su temperatura hasta el valor seteado con una histéresis de +5 y -5. Cuando el valor suba +5 grados del valor seteado se apague la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. Cuando el valor baje -5 grados del valor seteado se encienda la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias. Para más información dirigirse al Anexo 5.

DIAGRAMA DE RED:

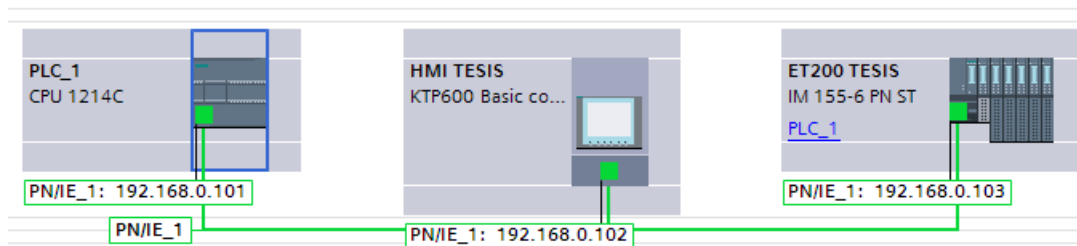


Figura 52 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

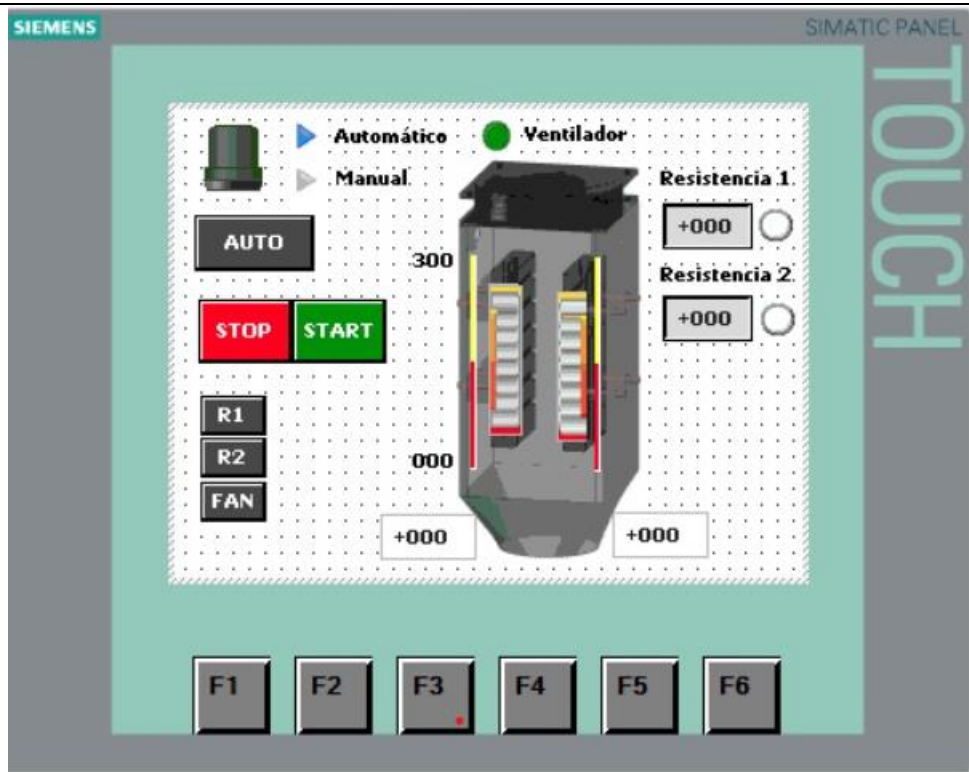



Figura 53 Imagen 1 del HMI de la práctica 5

4.6. PRÁCTICA 6:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 6		TÍTULO PRÁCTICA: Configuración de Router TP LINK e integración a planta didáctica y módulo PLC desde una red Wifi.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Programar en lenguaje KOP en TIA Portal V14 para controlar temperatura de las resistencias térmicas.• Habilitar la conexión del Router en la configuración del PLC S71200• Descargar aplicación de configuración del fabricante del Router.• Configurar Router mediante el manual del fabricante.			
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es integrar un nuevo dispositivo que permita una conexión inalámbrica de los módulos y el computador, en este caso se debe usar el router TP-LINK. Este nuevo dispositivo debe ser agregado y configurado a la red PROFINET antes establecida con los módulos PLC S7-1200 y ET 200SP. La configuración del Router se la realiza en el TIA Portal y desde la aplicación del fabricante. Teniendo en cuenta que la conexión ethernet es establecer un direccionamiento de IP y estas deben estar dentro del rango de subredes por lo tanto se debe asignar una IP estática en el ordenador, tomando en cuenta la red del PLC. Para tener seguridad de que se realizó correctamente la conexión de los dispositivos se debe establecer el modo online en PLC S71200 y sus periféricos (HMI y ET200SP).</p> <p>Además de validar el estado de conexión carga del siguiente programa: Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independientemente desde el módulo PLC S7 1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP. Con esta condición validamos</p>			

el módulo de salidas digitales de la ET 200SP y una salida digital del PLC S7 1200. Para más información dirigirse al Anexo 6.

DIAGRAMA DE RED:

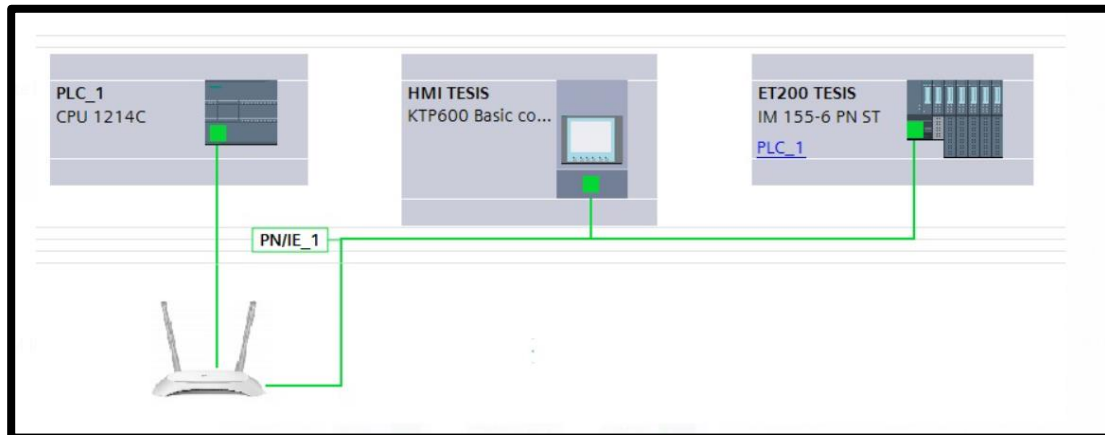



Figura 54 Conexión del Router

4.7. PRÁCTICA 7:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 7	TÍTULO PRÁCTICA: Implementación de seguridades y alarmas con visualización en HMI en un control automático ON/OFF para resistencias del sistema de calor en planta didáctica.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI.• Aprender a leer y programar entradas analógicas y elementos del HMI.• Mejorar la organización en la programación con el uso de bloques del programa.• Realizar un control ON/ OFF aplicando el concepto de histéresis.• Desarrollar la programación implementando seguridades para el proceso.• Agregar una pantalla HMI para la visualización de alarmas.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>El objetivo de la siguiente práctica es implementar seguridades y pantallas de visualización de alarmas descriptivas. En conjunto al uso de bloques organizacionales de software TIA PORTAL al control manual / automático. Logrando establecer la conexión de la red entre el PLC S7-1200 y Periferia Remota ET-200SP. Continuar con la programación y que cumpla las nuevas condiciones tanto en el sistema de control manual y el automático. Dentro del control manual debe cumplir lo siguiente: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para</p>		

cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI.

Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia. Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. Las resistencias deben subir su temperatura hasta el valor seteado con una histéresis de +5 y -5. Cuando el valor suba +5 grados del valor seteado se apague la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. Cuando el valor baje -5 grados del valor seteado se encienda la resistencia habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias.

Se debe cumplir con seguridades en el proceso de control. Cuando las resistencias estén desactivadas no deberá continuar con el proceso. Agregar un botón de paro en: el módulo PLC S71200, el módulo generador de calor y el HMI. Cuando las resistencias estén activadas debe generar un aviso que indique si están operando. Las seguridades se deben visualizar en un panel de alarmas en el HMI.

Cuando se presiona STOP desde los diferentes módulos, no debe permitir arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP. Para más información dirigirse al Anexo 7.

DIAGRAMA DE RED:

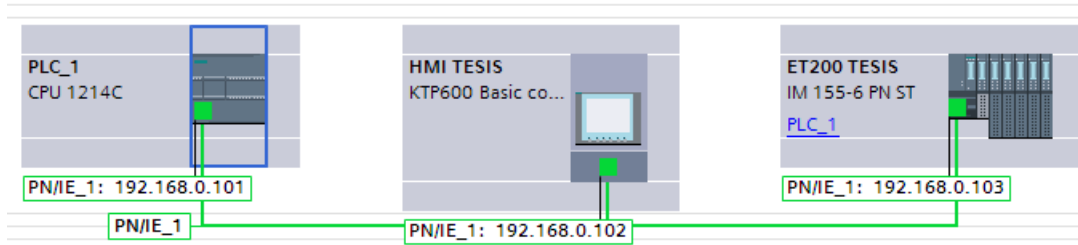


Figura 55 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

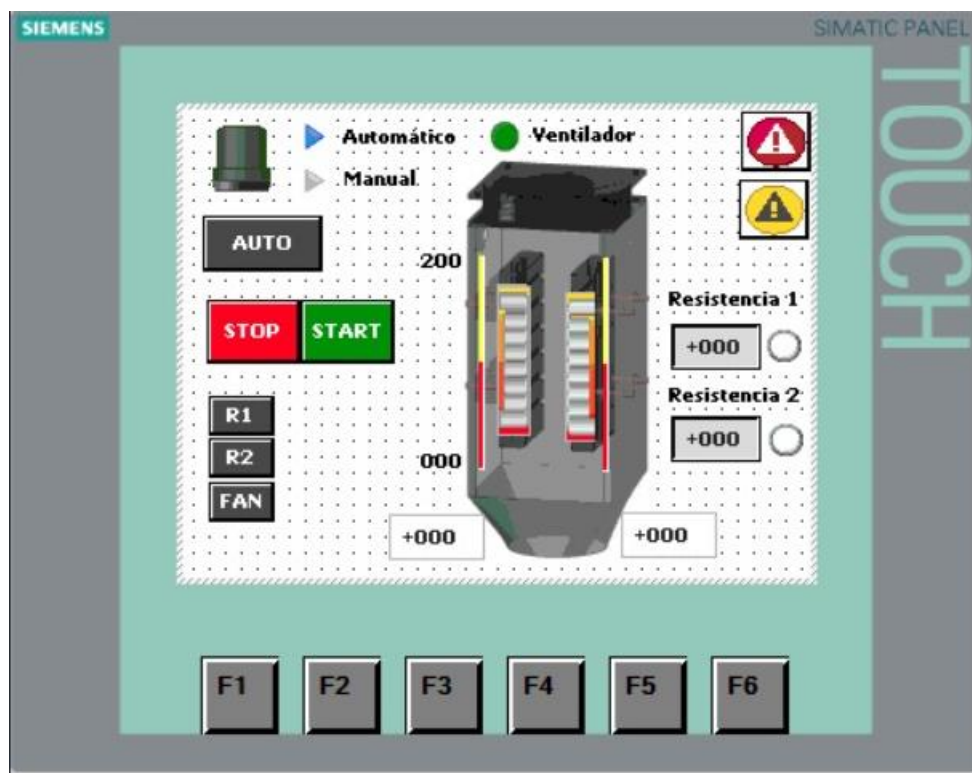



Figura 56 Imagen 1 del HMI de la práctica 7



Figura 57 Imagen 2 del HMI de la práctica 7

4.8. PRÁCTICA 8:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control	
NRO. PRÁCTICA: 8	TÍTULO PRÁCTICA: Control PID para resistencias del sistema de calor en planta didáctica adicionando mejora y organización con los bloques del software.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP. • Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14. • Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP • Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI. • Aprender a leer y programar entradas analógicas y elementos del HMI. • Mejorar la organización en la programación con el uso de bloques del programa. • Aprender a usar el bloque PID_Compact. • Realizar un control PID para la estabilización del setting de las resistencias. 		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>Para la siguiente práctica se tiene como objetivo implementar un control PID, el cual permita controlar la temperatura de las resistencias. El software TIA PORTAL tiene un bloque llamado PID_compact donde se configura varios parámetros y optimizar la planta para un control PID eficaz. Se requiere realizar un programa de control manual / automático. De marcha paro con enclavamiento que cumpla las siguientes condiciones para el control manual: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este</p>		

permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia. Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. El control de las resistencias se debe dar por el bloque PID_Compact. Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias. Para más información dirigirse al Anexo 8.

DIAGRAMA DE RED:

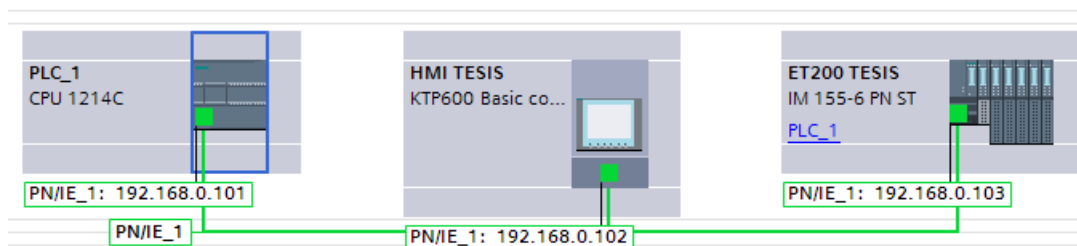


Figura 58 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

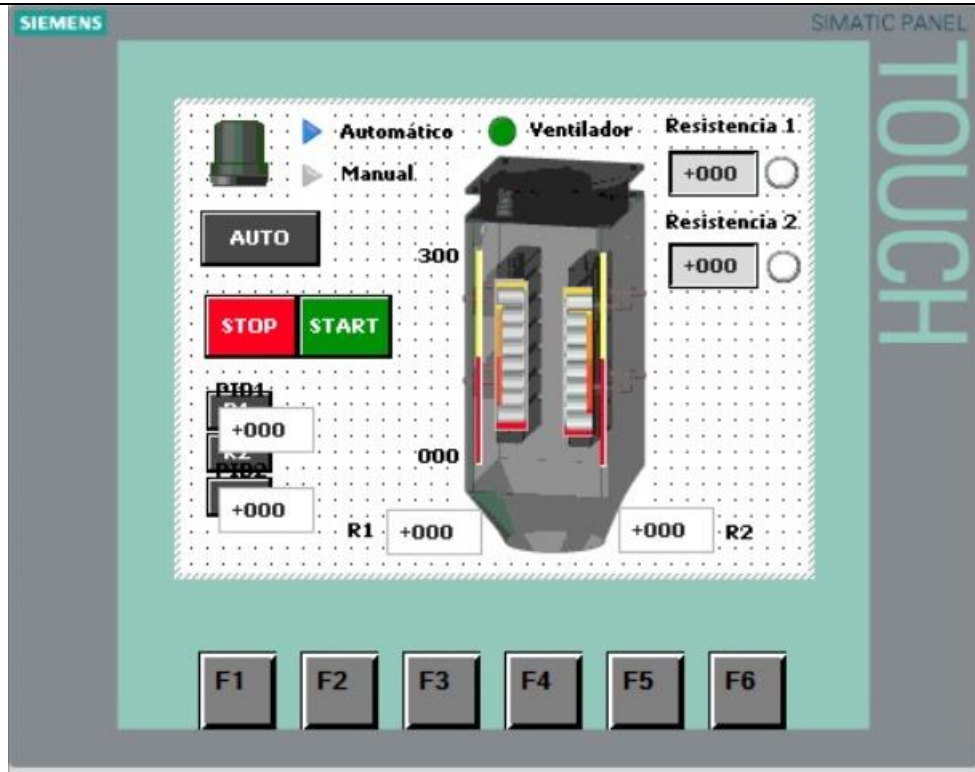



Figura 59 Imagen del HMI de la práctica 8.

4.9. PRÁCTICA 9:

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización y Control
NRO. PRÁCTICA: 9		TÍTULO PRÁCTICA: Implementación de seguridades y alarmas con visualización en HMI en un control PID para resistencias del sistema de calor en planta didáctica.
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI.• Aprender a leer y programar entradas analógicas y elementos del HMI.• Mejorar la organización en la programación con el uso de bloques del programa.• Desarrollar la programación implementando seguridades para el proceso.• Agregar una pantalla HMI para la visualización de alarmas.• Aprender a usar el bloque PID_Compact.• Realizar un control PID para la estabilización del setting de las resistencias.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>Para la siguiente práctica tiene como objetivo implementar imágenes de visualización de seguridades y alarmas, las cuales permitan visualizar con un texto descriptivo las seguridades implementadas además de realizar un control PID a la temperatura de las resistencias con el software TIA PORTAL. Con el requerimiento de realizar un programa de control manual / automático. De marcha paro con enclavamiento que cumpla las siguientes condiciones para el control manual: Para el control manual: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para</p>		

cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI.

Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI.

Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia. Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. El control de las resistencias se debe dar por el bloque PID_Compact. Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC. En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias.

Agregar seguridades al proceso: Cuando las resistencias estén desactivadas no deberá continuar con el proceso. Agregar un botón de paro en: el módulo PLC S71200, el módulo generador de calor y el HMI. Si las resistencias se activan durante los primeros 45 y no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. Si las resistencias se exceden en 10 grados a la temperatura seteada. Si las resistencias descienden 10 grados a la temperatura seteada. Si las resistencias exceden su temperatura máxima de 300 grados. Las seguridades se deben visualizar en un panel de alarmas en el HMI. Para más información dirigirse al Anexo 9.

DIAGRAMA DE RED:

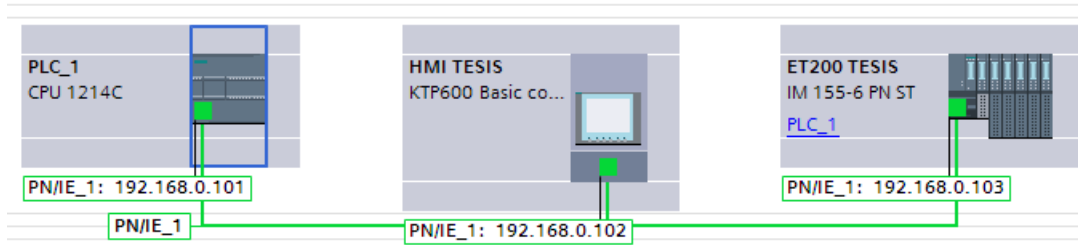


Figura 60 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

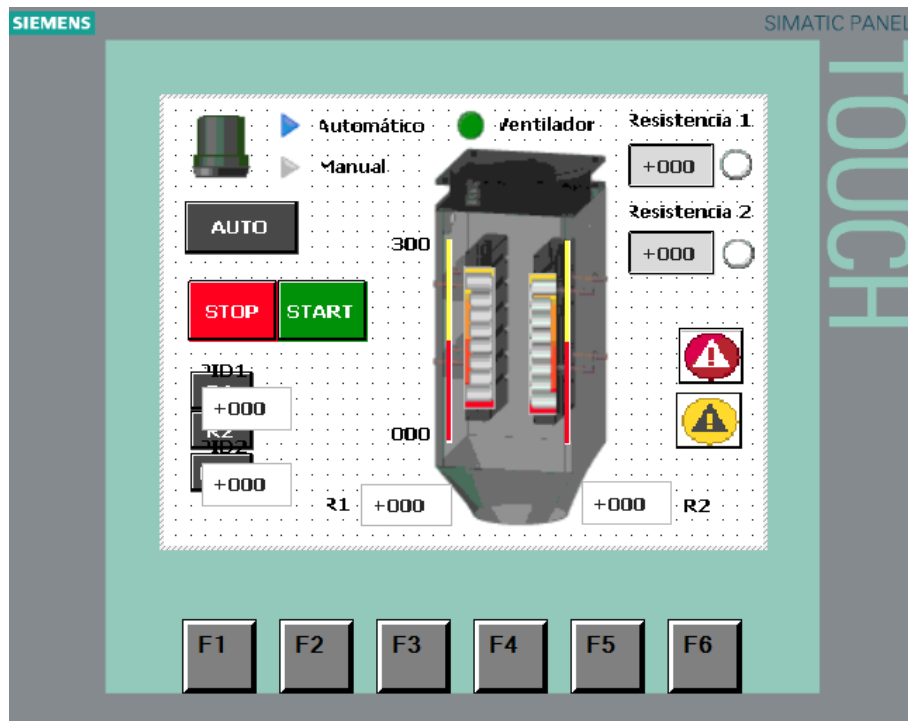



Figura 61 Imagen 1 del HMI de la práctica 9.



Figura 62 Imagen 2 del HMI Práctica 9.

4.10. PRÁCTICA 10:

 GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: Automatización y Control
NRO. PRÁCTICA: 10	TÍTULO PRÁCTICA: Sistema de calentamiento con control PID, monitoreado y controlado por HMI, conectado a una red PROFINET, adicionando un DATALOG para evaluación del funcionamiento.
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Conocer el proceso de levantamiento y configuración de una red PROFINET para intercomunicar el PLC S7 1200 y la periferia remota ET 200SP.• Diseñar red PROFINET entre PLC S7-1200, ET 200SP y HMI. En el software de programación TIA Portal V14.• Configurar y definir parámetros del módulo de periferia remota ET200SP• Aprender a direccionar las variables en el módulo PLC S71200, ET 200SP y HMI.• Aprender a leer y programar entradas analógicas y elementos del HMI.• Mejorar la organización en la programación con el uso de bloques del programa.• Desarrollar la programación implementando seguridades para el proceso.• Diseñar una pantalla HMI para la visualización de alarmas.• Diseñar una pantalla HMI para la visualización de advertencias.• Aprender a usar el bloque PID_Compact.• Realizar un control PID para la estabilización del setting de las resistencias.• Aprender a usar los bloques DataLogCreate, DataLogRead y DataLogWrite.• Crear un registro de datos de la estabilización del PID usando DataLog.	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: <p>Para la siguiente práctica se tiene como objetivo conocer la función DataLog que tiene el software TIA PORTAL para la obtención de datos y registros de estos. Estos registros son guardados en un documento con formato .csv el cual el programa Excel permite abrirlo sin ningún problema.</p>	

Además de implementar imágenes de visualización de seguridades y alarmas, las cuales permitan visualizar con un texto descriptivo las seguridades implementadas, además de realizar un control PID a la temperatura de las resistencias con el software TIA PORTAL. Con el requerimiento de realizar un programa de control manual / automático. De marcha paro con enclavamiento que cumpla las siguientes condiciones para el control manual: Cuando se presione el botón START del HMI se visualicen 3 botones R1, R2 y FAN. Los cuales permitan continuar con la activación de cada uno de los elementos. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Al presionar marcha desde una de las botoneras del módulo de PLC S71200 este permita proceder con la activación de los elementos del módulo generador de calor, que son: el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2. Cada uno de los elementos (el ventilador, la resistencia 1 y la resistencia 2) deben ser activados mediante un selector independiente, esta activación se debe hacer desde el módulo PLC S7 1200 y del HMI. Cuando se presiona STOP desde el HMI no permita arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP.

Para el control automático: Cuando se presione el botón START del HMI se habilite la opción para controlar la planta de igual manera desde un botón del módulo PLC S7-1200. Añadir un indicador de luz para cuando se le dé marcha al proceso. Este indicador se debe visualizar tanto en el módulo del PLC S7 1200 como en el módulo de botoneras de control de la ET 200SP y el HMI. Desde un control numérico en el HMI digitar el valor de la temperatura a controlar para cada resistencia. Añadir dos selectores en el HMI para encender la resistencia 1 y 2, respectivamente. de igual manera desde el módulo PLC S7-1200. El control de las resistencias se debe dar por el bloque PID_Compact. Cuando el valor seteado suba 10 grados se encienda el ventilador y habilite un indicador en la pantalla HMI y en el módulo del PLC En el HMI se debe agregar dos indicadores numéricos con la lectura leída de cada una de las resistencias. Crear una pantalla en el HMI para visualizar las gráficas de la estabilización del PID de las resistencias 1 y 2 respectivamente. Habilitar un botón en la pantalla HMI que cumpla la condición de que, al presionar el botón, comience a registrar los datos en el DataLog.

Agregar seguridades al proceso:

Cuando las resistencias estén desactivadas no deberá continuar con el proceso. Agregar un botón de paro en: el módulo PLC S71200, el módulo generador de calor y el HMI. Si las resistencias se activan durante los primeros 45 y no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. Si

las resistencias se exceden en 10 grados a la temperatura seteada. Si las resistencias descienden 10 grados a la temperatura seteada. Si las resistencias exceden su temperatura máxima de 300 grados. Las seguridades se deben visualizar en un panel de alarmas y advertencias (independientemente) en el HMI. Cuando se presiona STOP desde los diferentes módulos, no debe permitir arrancar ningún elemento, además tener un indicador de STOP. Para más información dirigirse al Anexo 10.

DIAGRAMA DE RED:

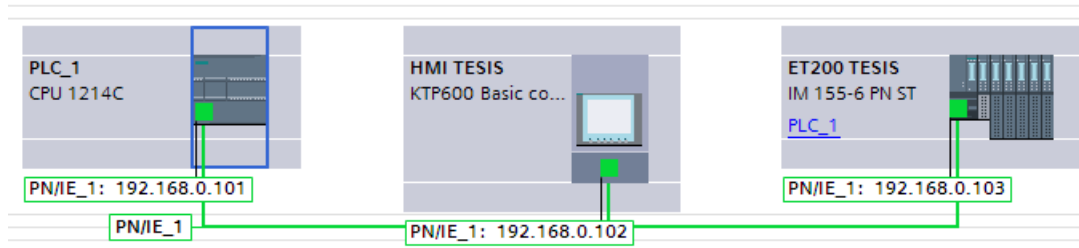


Figura 63 Conexión entre PLC S71200 y ET200SP

PANTALLA HMI:

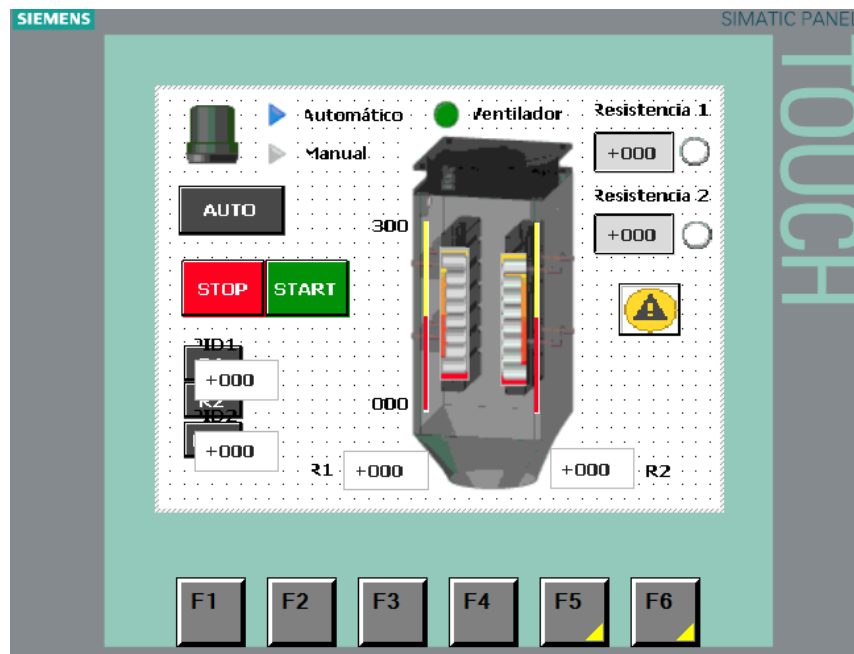


Figura 64 Pantalla HMI de la práctica 5



Figura 65 Imagen 2 del HMI Práctica 10.

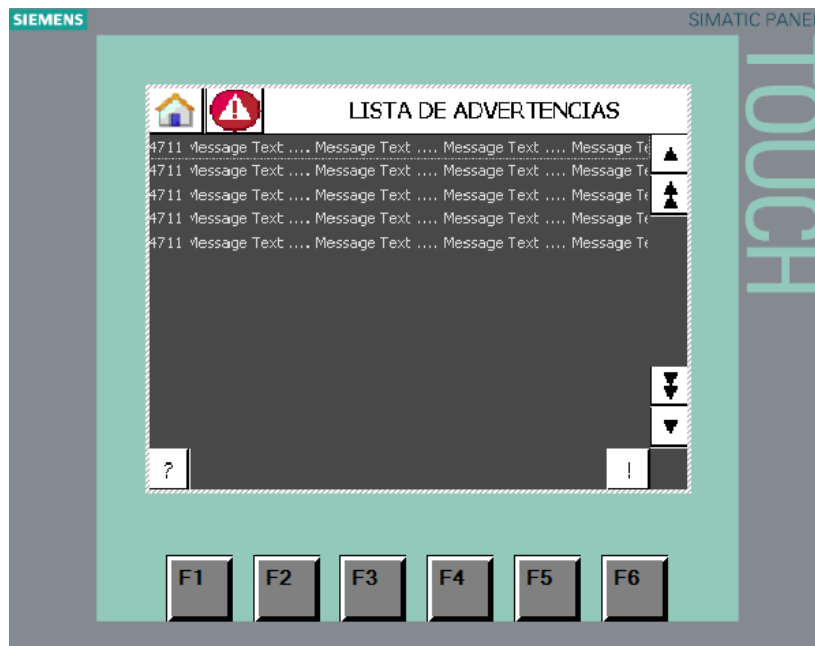


Figura 66 Imagen 3 del HMI Práctica 10.

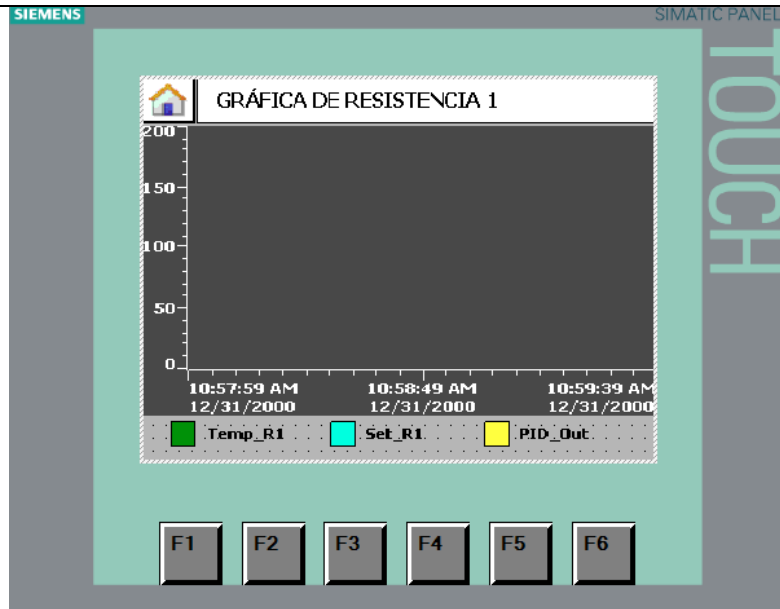


Figura 67 Imagen 4 del HMI Práctica 10.

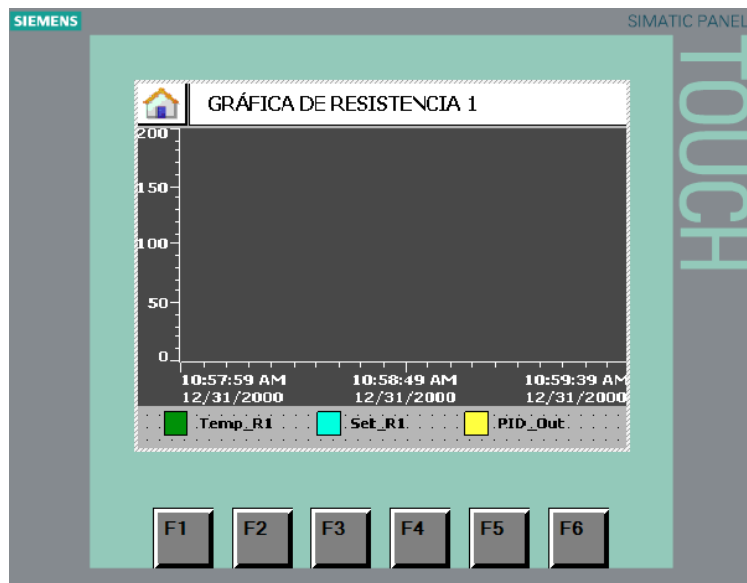


Figura 68 Imagen 5 del HMI Práctica 10.

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. Repotenciar el módulo didáctico PLC S7 1200.

La Universidad Politécnica Salesiana en el laboratorio de Automatización cuenta con módulos didácticos de PLC S7 1200 los cuales tienen como objetivo poner en práctica lo enseñado en clases de automatización 1 y 2. En vista que estos módulos cuentan con varios años de implementación y además el uso de los estudiantes; estos se han ido estropeando con el tiempo.

Por lo tanto, se realiza la siguiente implementación y repotenciación:

- 1) Nuevo diseño de carcasa con medidas de 51,83 cm ancho x 32 cm de alto.
- 2) Diseño amigable para la operación del usuario.
- 3) Panel frontal con la implementación de nuevos elementos industriales de control:
Botones, selectores, Luces Piloto,
- 4) Internamente se implementa nuevos elementos como: Borneras, Relés, breaker, Router
TPlink.

Las siguientes imágenes, ilustran la implementación del módulo:



Figura 69 Vista frontal real del módulo PLC S7 1200



Figura 70 Vista interna real del módulo PLC S7 1200

5.2. Implementación de módulo didáctico generador de calor.

La implantación del módulo comienza con la planta generadora de calor que simula un túnel de calor, el cual se lo implementa de la siguiente manera:

- 1) Una estructura metálica, diseñada en AUTOCAD.
- 2) Seguros fáciles de abrir para poder revisar la parte interna del túnel.
- 3) Internamente cuenta con los siguientes elementos: dos resistencias, dos PT100, un ventilador y una lámina protectora para superficies calientes.

En las siguientes imágenes se podrá visualizar el módulo en su implementación real.



Figura 71 Vista frontal real de planta generadora de calor



Figura 72 Vista interna real de planta generadora de calor

A continuación, tenemos la implementación del tablero que contiene los componentes del sistema de periferia remota. El cual se lo implementa de la siguiente manera:

- 1) Importación de los elementos: ET 200SP, módulos de entradas y salidas digitales, módulos de entrada analógica.
- 2) Se procede a diseñar un plano eléctrico para el cableado y ubicación de los elementos.
- 3) Internamente cuenta con los siguientes elementos:
 - a. Dos Relés de estado sólido para el accionamiento de las resistencias.
 - b. Fuente de 24 VDC utilizado para alimentar la ET200SP
 - c. Relé de 24 VDC para la activación del ventilador.
 - d. Fusible y porta fusible para proteger la alimentación de la ET200SP
- 4) En la parte externa del tablero cuenta con un control manual con botoneras de seguridad y luz piloto

A continuación, se ilustra el módulo de periferia remota.



Figura 73 Vista frontal real del módulo ET200 SP

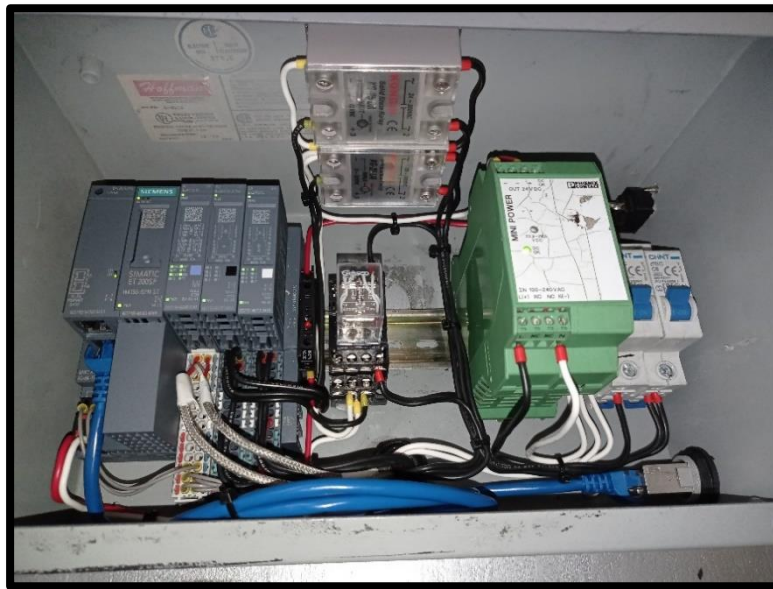


Figura 74 Vista interna real del módulo ET200 SP

5.3. Funcionabilidad de la red PROFINET

La ET 200SP y el PLC S71200 tiene como estándar de comunicación, la red PROFINET por lo tanto no será necesario de tener un módulo adicional para poder convertirlos a otra red industrial.

Entonces la conexión entre el módulo PLC S7 1200 y el sistema de periferia remota ET 200SP se basa en la comunicación PROFINET, destacando a esta red por su velocidad de comunicación en los datos en tiempos real y además de ser una de las redes con mejor evolución en las industrias.

5.4. Prácticas de laboratorio

En la primera práctica se logra comunicar el módulo PLC S7 1200 y el módulo del sistema de periferia remota de la ET 200SP, para lo cual se tuvo que implementar una red entre los mismos y realizando la respectiva configuración que se da a conocer en el **anexo 1**.

En la segunda Práctica se tiene el control manual de planta didáctica desde módulo de PLC, mediante el software “TIA Portal” se creó un programa en donde se debió considerar tanto entradas y salidas analógicas y digitales para poder validar el accionamiento de todos los elementos en la planta y en el módulo del PLC. La activación de los elementos fue de modo manual ya que con el mismo control se pudo evidenciar si existía algún inconveniente en las conexiones o seguridades de la planta.

En la tercera práctica se configura el HMI para interactuar con planta didáctica y módulo PLC desde una red profinet mediante las herramientas integradas en TIA Portal se creó una imagen para el HMI, en donde se fijaron los controles en paralelo para accionar los elementos y de igual

forma se ligaron las distintas salidas hacia la planta para poder validar si mediante el programa se estaba ejecutando la activación de estas.

En la cuarta Práctica se programa un control ON/OFF para resistencias del sistema de calor en planta didáctica. En este control se incluyó parámetros de seguridades para la activación de los elementos, parámetros para monitoreo y setting de temperatura. Se hizo el uso de distintos datos de programa para realizar el escalamiento y conversión para ejecutar el control.

En la quinta Práctica debido a la complejidad del programa en la Práctica 4 se decidió reorganizar la programación usando bloques de datos, bloque de funciones y bloques de organización. Según el uso de cada bloque se crearon nuevos en base a la programación ya definida anteriormente, para lo cual se simplificó en secciones donde la lógica de la programación era repetitiva y las variables cambiaban. Adicional se acompañó con los comentarios respectivos en cada sección donde se pueda especificar la función de cada línea de programación.

En la Práctica 6 se configura un Router de la marca TP-Link, modelo TL-WR840N y el software del fabricante “TETHER” se logra configurar el mismo para que su modo de operación sea de punto de acceso, esto nos permite transformar la red cableada a una inalámbrica y así poder conectar la computadora a la red PROFINET sin necesidad de cables. Para más detalle de la configuración podemos revisar el anexo 6

En la séptima Práctica mediante bloques de datos, funciones y de organización se implementaron segmentos de programación que considera el funcionamiento de la planta y en el momento en que puede considerar una falla por advertencia o una falla mayor que haría que la planta se detenga. En el HMI se crearon mensajes de avisos además de añadir una imagen

nueva con un visualizador de alarmas para mostrar un breve indicio de donde se pudo producir dicho fallo. Para comprobar la programación se simuló cada falla estando en línea con el PLC y evidenciando el correcto direccionamiento a cada mensaje de error y el efecto que tenía sobre el control.

En la octava Práctica se evidenció dos puntos principales que hacían que el control ON/OFF no sea totalmente eficiente; el control de temperatura no era totalmente constante según el set preestablecido y de igual forma el programa creado era extenso y en secciones un poco difícil de comprender. Para esto se implementó un control PID, se vuelve a crear el programa añadiendo bloques de funciones y configurándolos desde cero en un bloque de organización cíclica. De igual forma fueron consideradas las mismas condiciones usadas anteriormente de la planta con la diferencia que el control de temperatura sería por PID. Ya cargado el programa se hizo la optimización de los parámetros del PID mediante el modo de ajuste fino para así lograr la mejor estabilización de la temperatura según el set establecido. En el HMI se adicionó valores de monitoreo de la salida del control PID, los cuales se muestran solo si está activado el modo automático.

En la novena Práctica se integra seguridades y alarmas con visualización en el HMI con un control PID. Se tuvo que añadir nuevas alarmas al sistema ya que el control también cambia.

De igual forma se añadió bloques de datos y funciones para generar bits de alarmas y que los mismos puedan ser usados para detener el proceso de calefacción y para mostrar un mensaje en el HMI.

La décima Práctica se añade el bloque de DataLog, el cual permite registrar la lectura de los datos de temperatura en un documento Excel. Además de agregar nuevas imágenes en el HMI en donde se visualizan las gráficas del comportamiento PID de las resistencias.

CONCLUSIONES

El presente proyecto de titulación se logra culminar cumpliendo sus objetivos, tanto general como específicos. con los siguientes ítems:

- Se realizó la repotenciación del módulo PLC S71200, en un nuevo diseño con mejor estructura, organización y visualización para el usuario operador.
- Se diseñó, construyó e implementó un segundo módulo basado en el sistema de periferia remota, incluyendo el prototipo de sistema generador de calor.
- Se realiza las pruebas necesarias de medición de voltaje y continuidad para garantizar que los módulos se encuentren bien conectados. Todo esto ayuda a que no ocurra ningún accidente por un mal estado de cableado.
- Los módulos implementados se conectan vía cable ethernet, cumpliendo con la comunicación PROFINET.
- Se elaboro una guía de 10 Prácticas, pensado para que el docente pueda impartirlas durante el periodo académico de los estudiantes.
- Se realiza el control PID desde el software TIA PORTAL v14 porque es muy completo y brinda la eficacia de poder trabajar con el objeto tecnológico PID_Compact el cual nos otorga el regulador PID que estabiliza a la planta con la máxima rapidez según la consigna.
- Se logra usar el bloque DataLog para registrar los datos de la temperatura en un documento Excel en el cual nos permite ver de forma real y documentada el comportamiento del PID.

Finalmente se logra concluir con dos módulos didácticos listos para el uso de prácticas en las asignaturas de Redes industriales, Automatización 1 y 2. Dependiendo del desarrollo de las asignaturas.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar la práctica respectiva en el módulo didáctico se debe revisar el diagrama eléctrico para lograr entender las conexiones y el funcionamiento de la planta.
- Usar el software TIA Portal versión 14 ya que este es el que contiene los paquetes de configuración del firmware de la ET 200SP.
- Al comenzar con las pruebas de temperatura procurar mantenerse al margen de las resistencias térmicas.
- Para lograr una extensa vida útil de los módulos se recomienda a los usuarios operadores que:
 - No deben golpear o manipular de forma grosera los elementos de control.
 - Al usar los cables ethernet y se proceda a realizar la desconexión de estos, tratar de hacerlo presionando el seguro del cable y no solo halarlo porque esto daña el seguro y con el tiempo tiende a romperse el seguro.
 - Estar en un ambiente sin humedad para que los conectores no se oxiden.
 - Estar en un ambiente sin mucho polvo para que los elementos electrónicos no se ensucien y puedan trabajar correctamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Aislamiento y Estanqueidad, E. S. (15 de Enero de 2021). TRANSFERENCIA DE CALOR: <http://www.eric.es/web/aislamiento-termico/>
- Alarcón Terán, A. F., & Mena Murillo, E. J. (30 de Octubre de 2012). *ESCUELA POLTÉCNICA NACIONAL BIBDIGITAL*. Obtenido de ESCUELA POLTÉCNICA NACIONAL BIBDIGITAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6346/1/CD-4875.pdf>
- Calderón Godoy, A. J., & Gallardo Lozano, J. (09 de Septiembre de 2007). SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE DEFECTOS DE CIERRE EN ENVASES PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS. *XXVIII JORNADAS DE AUTOMÁTICA (HUELVA 2007)*, págs. 1-6. Obtenido de https://intranet.ceautomatica.es/old/actividades/jornadas/XXVIII/documentos/1432-ja_07.pdf
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2006). *TERMODINÁMICA*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Chapman, A. J. (1960). *TRANSMISIÓN DEL CALOR*. Madrid: Librería Editorial Bellisco.
- Creus, A. (2010). *INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Giancoli, D. C. (2008). *Física para Ciencias e Ingeniería*. Naucalpan de Juárez: PEARSON Educación.
- Gomáriz, S., Matas, J., Reyes, M., & Biel, D. (1998). *Teoría de control Diseño electrónico*. Barcelona: 2001.
- Gómez, E. P., & Paneluisa, R. G. (N.N. de Abril de 2015). Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10170>
- Harper, E. (2013). *EL ABC DE LA INSTRUMENTACIÓN EN EL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES*. Ciudad de México: Limusa.
- Incropera, F. P., & De Witt, D. P. (2002). *Fundamentos de Transferencia de Calor*. Ciudad de México: McGraw-Hill.

López, W. E., & Moyón, N. F. (6 de Abril de 2011). Obtenido de Repositorio Educativo Digital
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1145/1/25T00148.pdf>

Morales, R., & Ramírez, R. (2013). *eBook Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de eBook
Tecnológico de Monterrey: <http://prod77ms.itesm.mx/podcast/EDTM/ID295.pdf>

Páez, O. H. (N.N. de Marzo de 2004). Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL Facultad Regional Bahía Blanca:
<https://www.frbb.utn.edu.ar/utec/19/n10.html>

Parra Higueta, J. R. (23 de Julio de 2014). Obtenido de Repositorio Educativo Digital
Universidad Autónoma de Occidente:
<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6657/1/T04743.pdf>

Perez, M. A., Perez, A., & Perez, E. (2007). Obtenido de Departamento de Electrónica y
Automática: <http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>

SIEMENS. (N.N. de Abril de 2012). Obtenido de Industry Online Support:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att_25341/v1/hmi_basic_panels_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf

SIEMENS. (N.N. de 03 de 2014). Obtenido de MEDIA AUTOMATION:
https://media.automation24.com/manual/es/91696622_s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

SIEMENS. (N.N. de 02 de 2018). Obtenido de Industry Online Support:
https://media.automation24.com/manual/es/58649293_et200sp_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

SIEMENS.(2020). Obtenido de MALL INDUSTRY:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6ES7132-6BF01-0BA0>

SIEMENS. (s.f.). Obtenido de MALL INDUSTRY SIEMENS:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6ES7155-6AU01-0BN0>

SIEMENS. (s.f.). Obtenido de MALL INDUSTRY SIEMENS:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6ES7134-6JD00-0CA1>

Torres , J. P., & Vega, A. R. (N.N. de Febrero de 2015). Obtenido de Repositorio de la Universidad Politecnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7764>

Torres Vásquez, J. P., & Vega Soto, A. R. (N.N. de Febrero de 2015). Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana Repositorio Digital:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7764>

Viteri, M. Á. (N.N. de N.N. de 2014). Obtenido de Repositorio Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2869>

Wonderware. (15 de Enero de 2021). *Wonderware Iberia*. Obtenido de Wonderware Iberia:
[https://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-hmi/#:~:text=El%20Interfaz%20Hombre%2DM%C3%A1quina%20\(HMI,procesos%20industriales%20y%20de%20fabricaci%C3%B3n](https://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-hmi/#:~:text=El%20Interfaz%20Hombre%2DM%C3%A1quina%20(HMI,procesos%20industriales%20y%20de%20fabricaci%C3%B3n).

ANEXOS

Anexo 1: Práctica #1

1. Abrir el software TIA Portal v14 y crear el proyecto de la Práctica #1

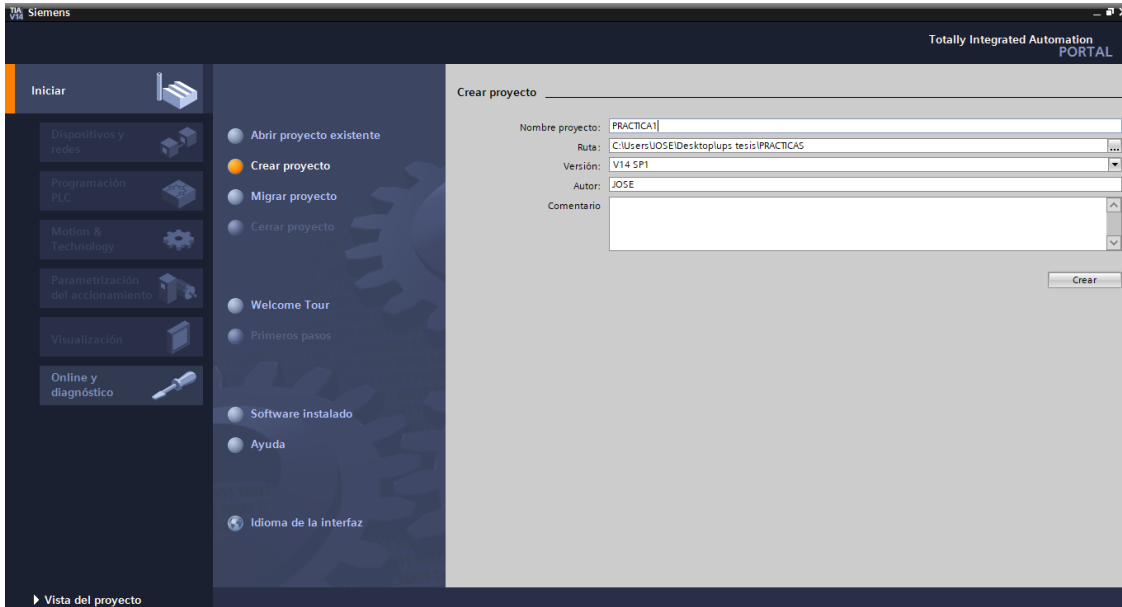


Figura 75 Ventana "iniciar" para crear el proyecto

2. Creado el proyecto de la práctica, se presenta la ventana Primeros pasos:

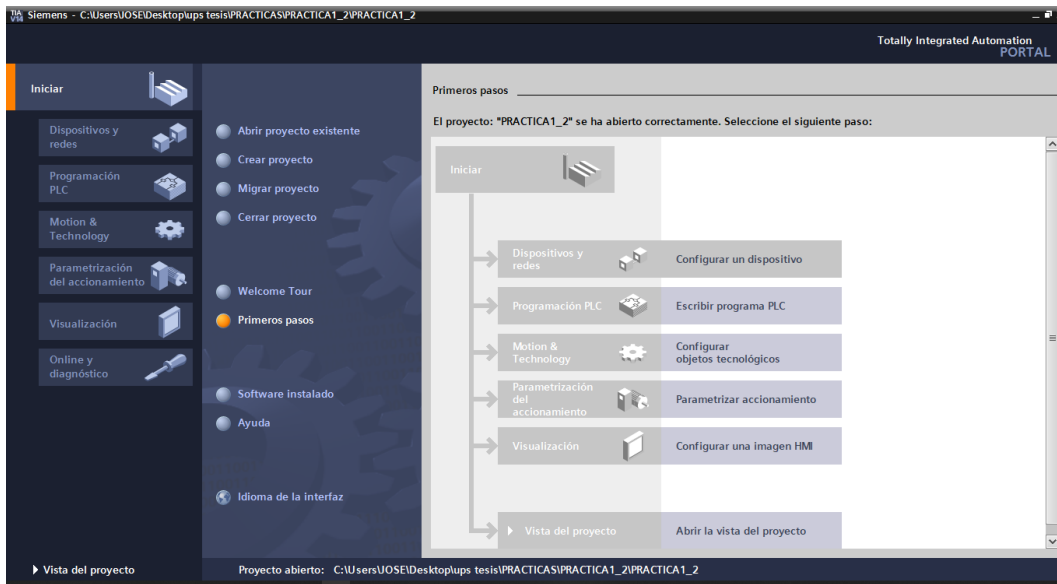


Figura 76 Ventana Primeros pasos del software TIA Portal

3. Se da clic en Agregar dispositivo y buscamos el nombre del dispositivo.

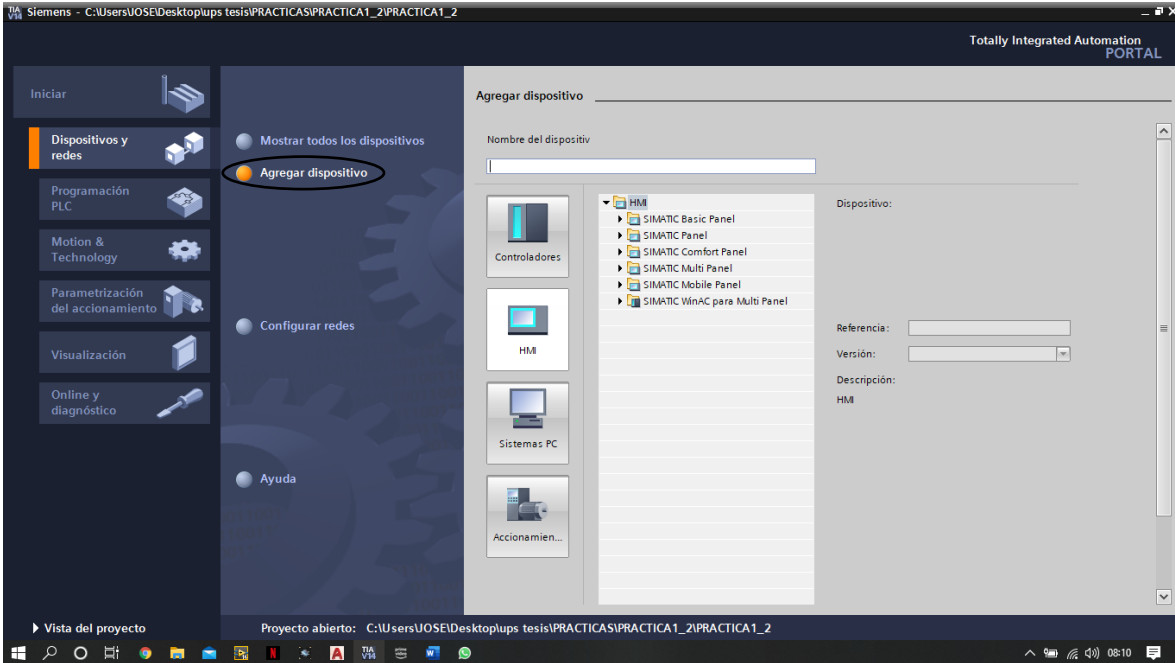


Figura 77 Ventana "Agregar dispositivo" del software TIA Portal

4. Se abrirá una ventana para agregar el dispositivo, se selecciona el controlador PLC SIMATIC S7 1200 - 1214C AC/DC/RLY - 6ES7 214-1BE30-0XB0

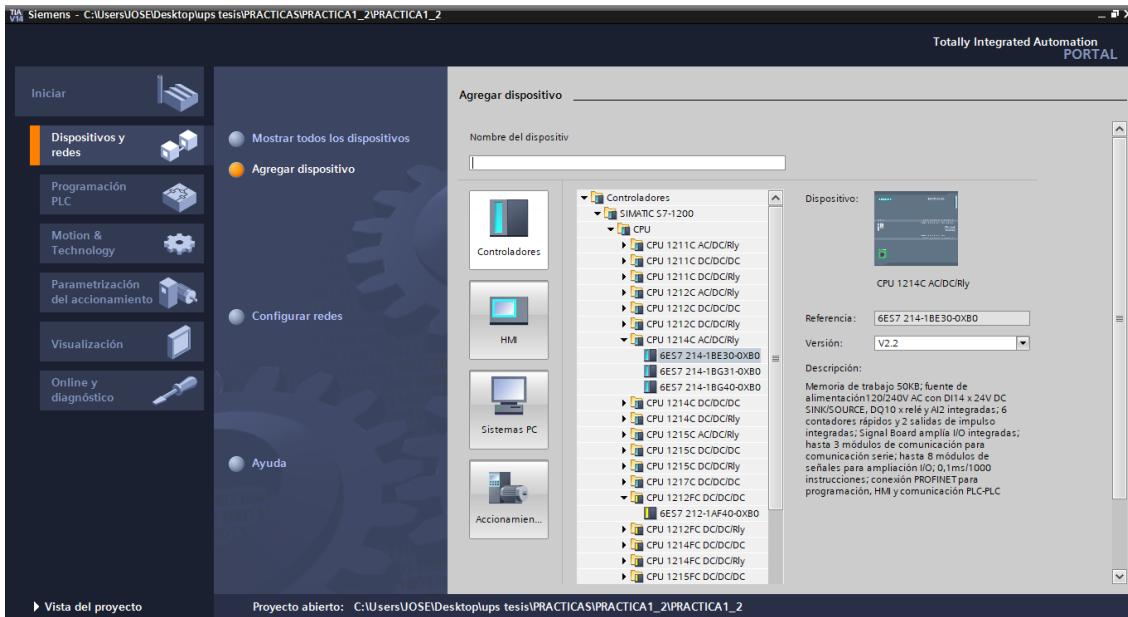


Figura 78 Ventana para seleccionar controlador PLC S7-1200

5. Ya agregado el controlador se debe seguir agregando los módulos para el sistema de periferia remota, que se detallan en la siguiente tabla.

Nombre abreviado	Referencia
IM 155-6 PN ST	6ES7 155-6AU01-0BN0
AI 4xRTD/TC 2-,3-,4-wire HF	6ES7 134-6JD00-0CA1
DQ 8x24VDC/0.5A ST	6ES7 132-6BF01-0BA0
DI 8x24VDC BA_1	6ES7 131-6BF01-0AA0

Tabla 1 Módulos periféricos de la estación remota

6. En el lado derecho, encontramos “Catalogo de Hardware” donde se debe buscar los elementos mencionados en la tabla 19.

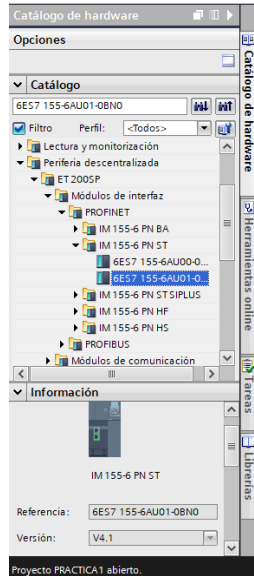


Figura 79 Catálogo de hardware del software TIA Portal

7. Vista de dispositivos. De los módulos agregados para el sistema de periferia remota.

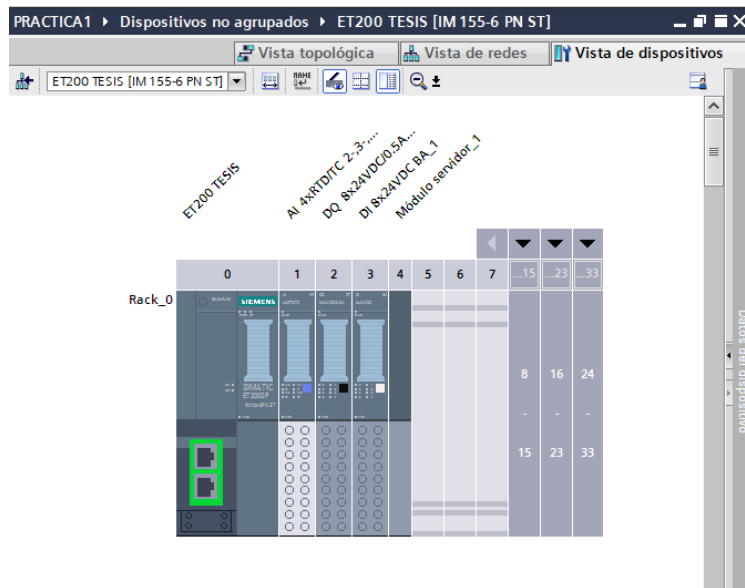


Figura 80 Vista de dispositivos del sistema de periferia remota.

8. En la vista de redes crear la conexión PROFINET entre los dos dispositivos

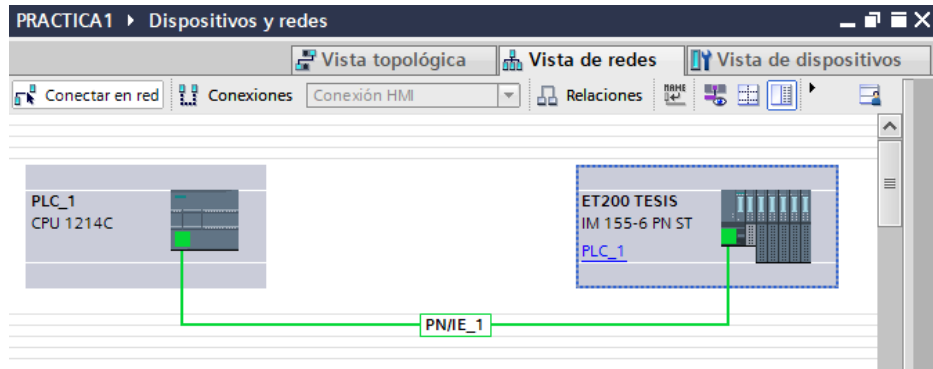


Figura 81 Vista de redes entre PLC S71200 Y ET 200SP

- Seguido a esto se debe de designar las IP para el PLC. En la vista de redes, seleccionamos el PLC_1 le damos doble clic, en la opción de propiedades se podrá visualizar el apartado de Interfaz PROFINET, Direcciones ethernet. En este caso se le asigno la IP 192.168.0.10

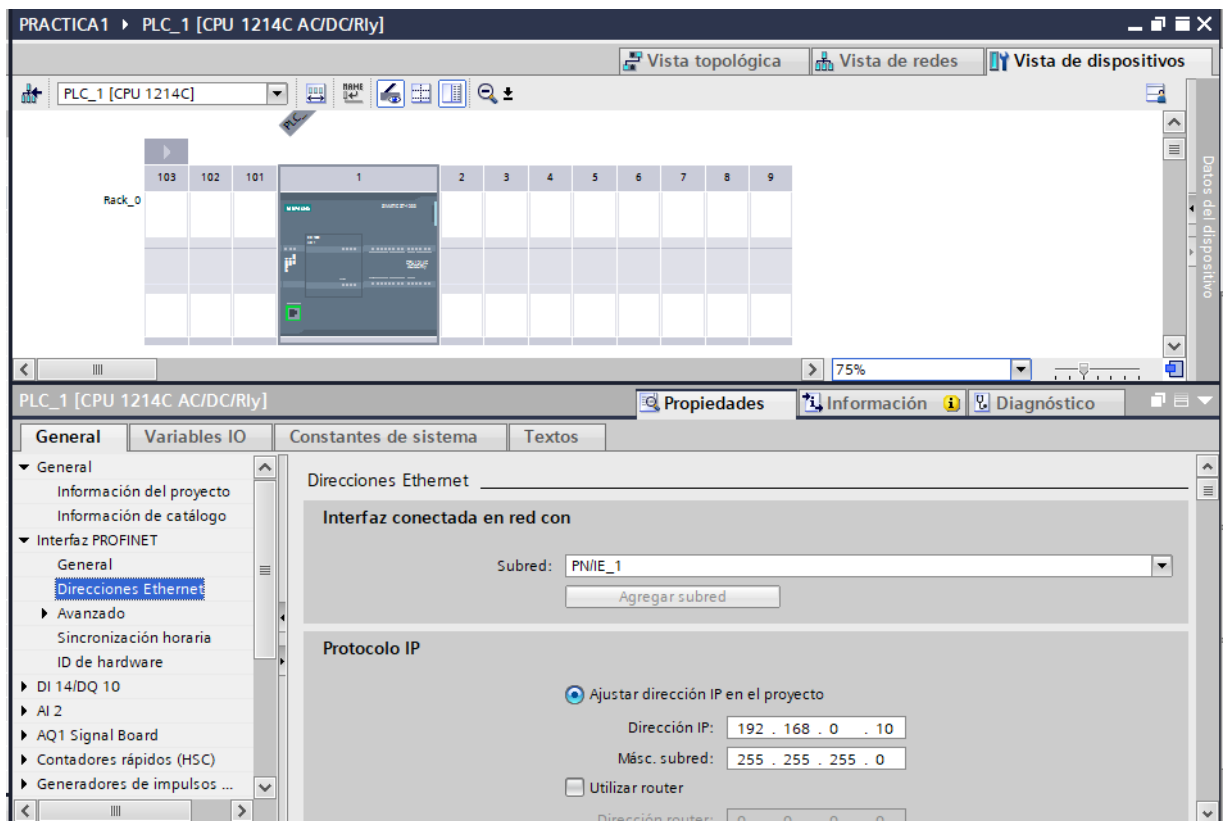


Figura 82 Dirección IP del PLC práctica #1

- Se procede a configurar el dispositivo de periferia remota ET 200SP, para esto se debe conectar TIA Portal en modo online con el ET 200SP

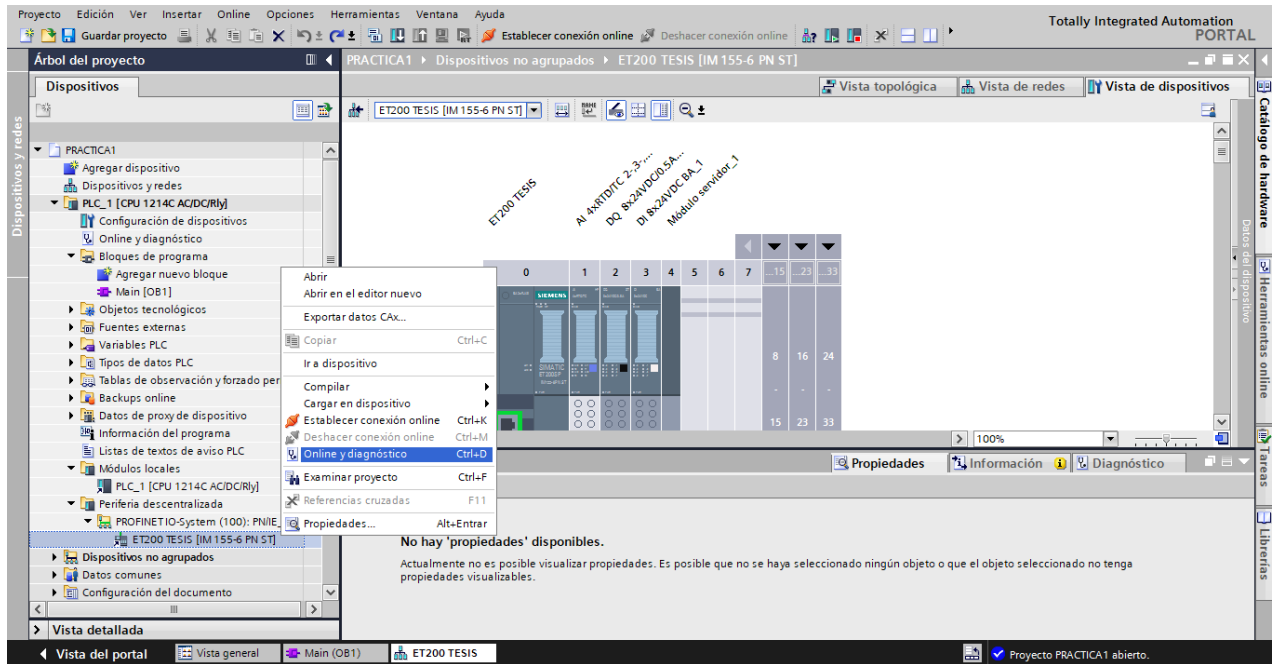


Figura 83 opción de modo online para la configuración de ET 200SP

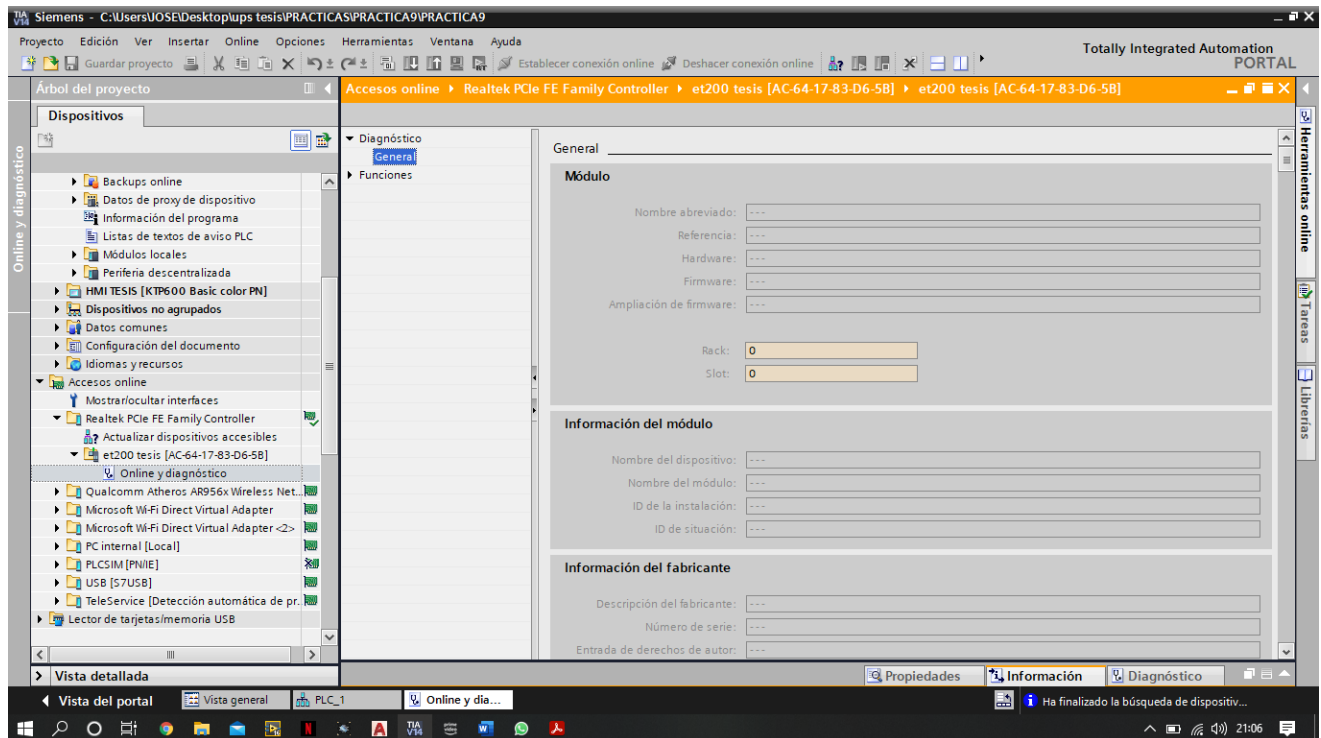


Figura 84 Modo online de la ET 200SP

11. Entrar en el apartado “Funciones”, en este punto se asignó la dirección IP 192.168.0.103 y el nombre del dispositivo PROFINET (ET200 TESIS).

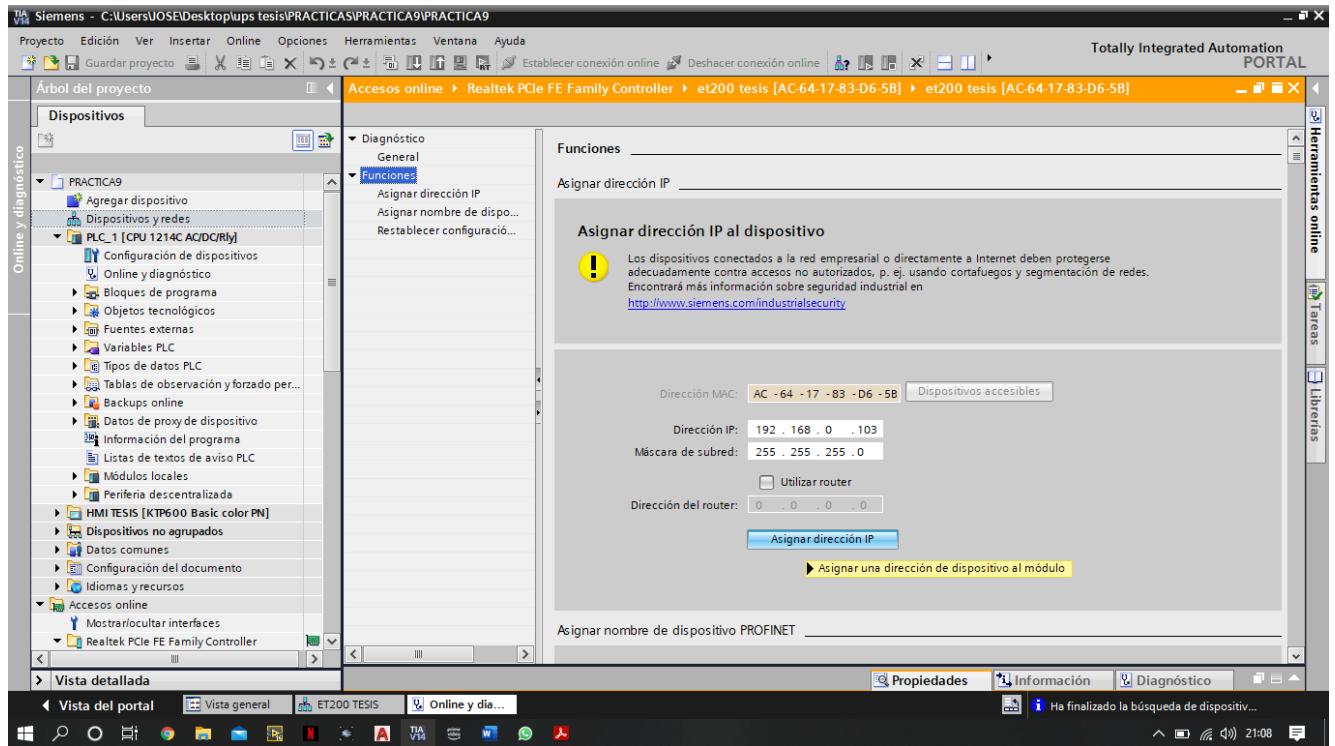


Figura 85 Asignación de dirección IP de la ET 200SP en modo online

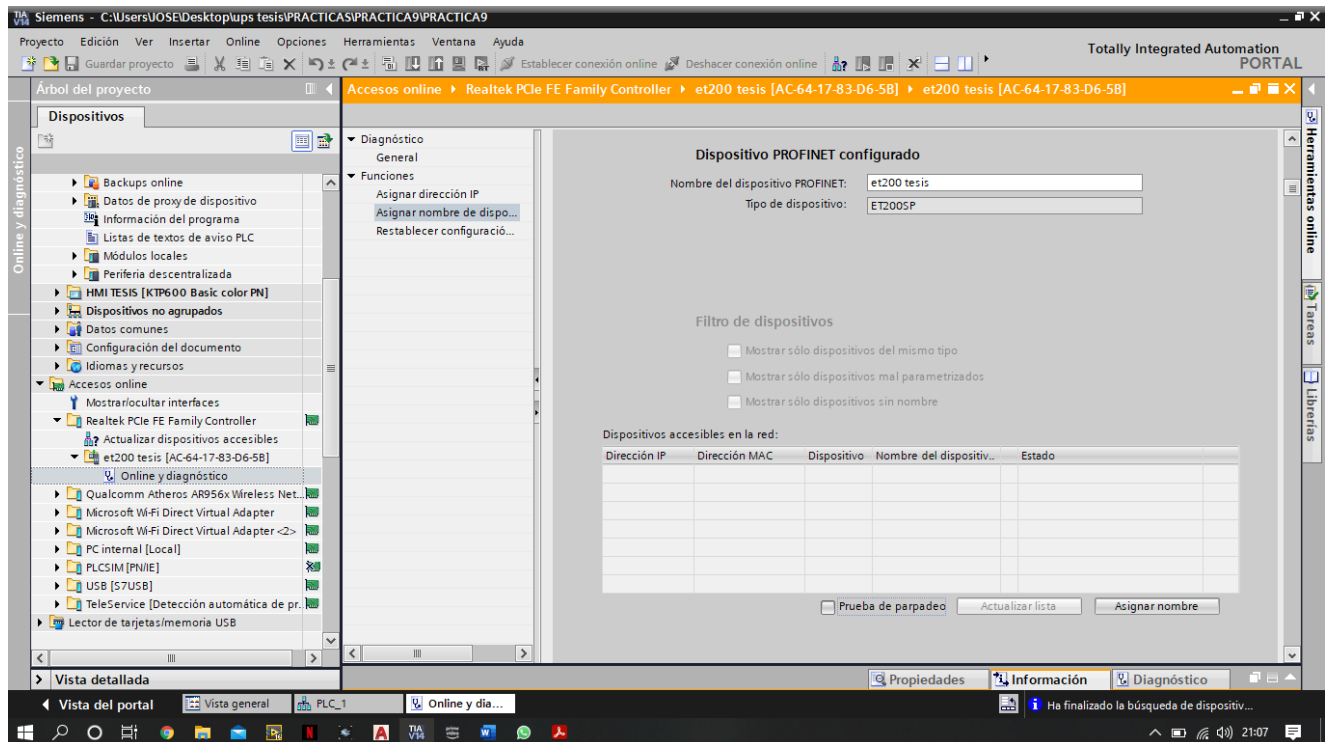


Figura 86 Asignar nombre del dispositivo en modo online de la ET 200SP

12. Ya realizada la configuración se debe proceder con la comprobación de la comunicación entre los dos dispositivos, evidenciando el estado online de los dos dispositivos.

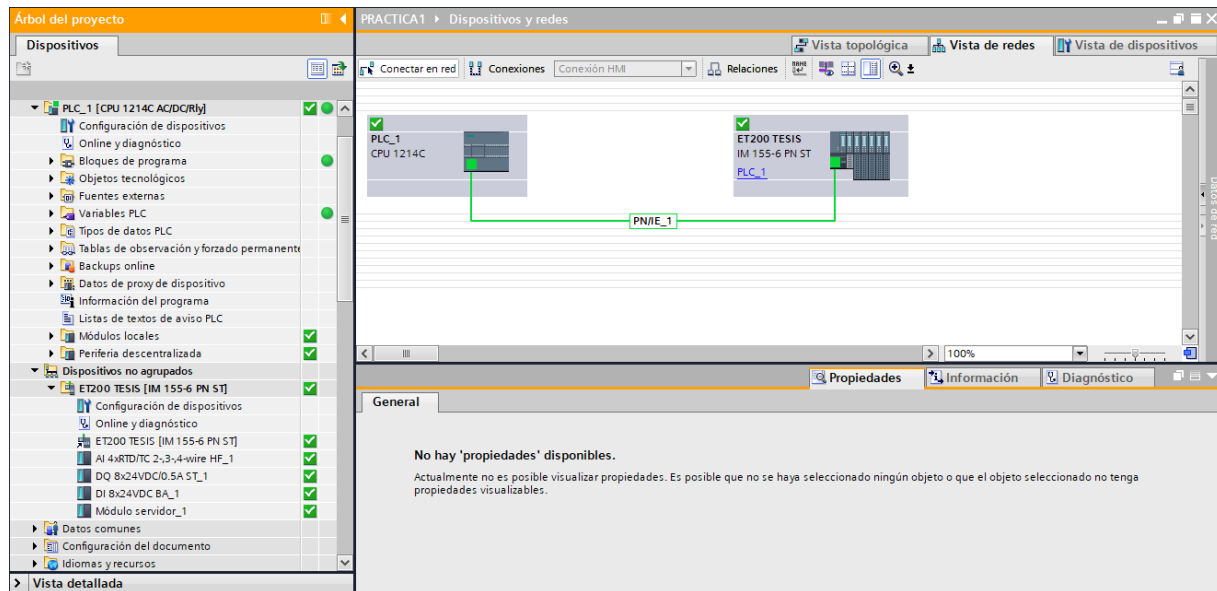


Figura 87 Estado online de la red entre los dispositivos.

Anexo 2: Práctica #2

1. Tener establecida la red entre el PLC S7-1200 y ET 200SP, como se indica en la Práctica #1 (Anexo 1)
2. Antes de empezar con el programa se debe revisar las direcciones de entrada/salida de cada uno de los módulos que intervienen en el programa. En la vista de redes se da doble clic a cada dispositivo y se abre el apartado de Propiedades – General – DI 14/DQ 10 – Direcciones E/S.
 - a. En el PLC S7-1200 tenemos las entradas y salidas digitales desde 0.

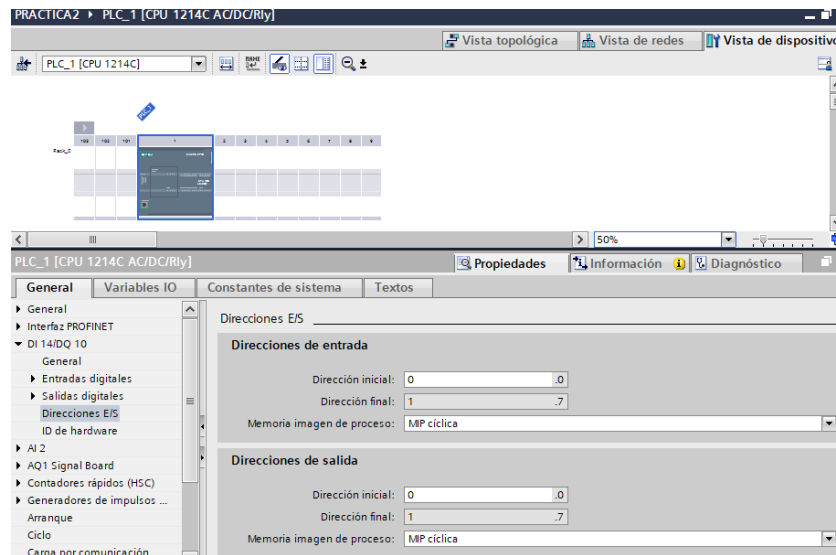


Figura 88 Dirección de E/S del PLC S7-1200

- a. En la ET 200SP tenemos 3 módulos, el primero de entradas analógicas con dirección inicial 68, el segundo módulo de salidas digitales con dirección inicial 2 y el último módulo de entradas digitales con dirección inicial 2.

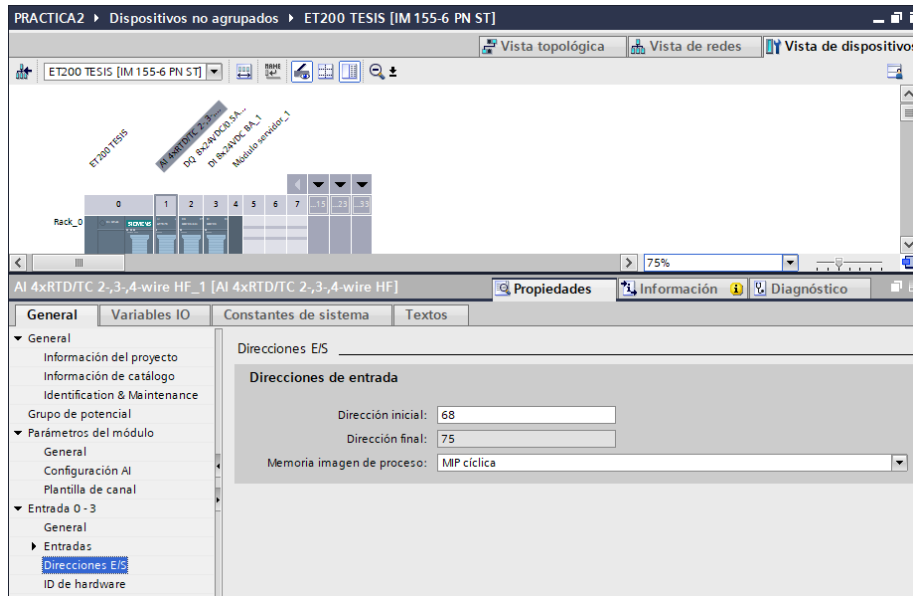


Figura 89 Dirección E/S módulo de entradas analógicas

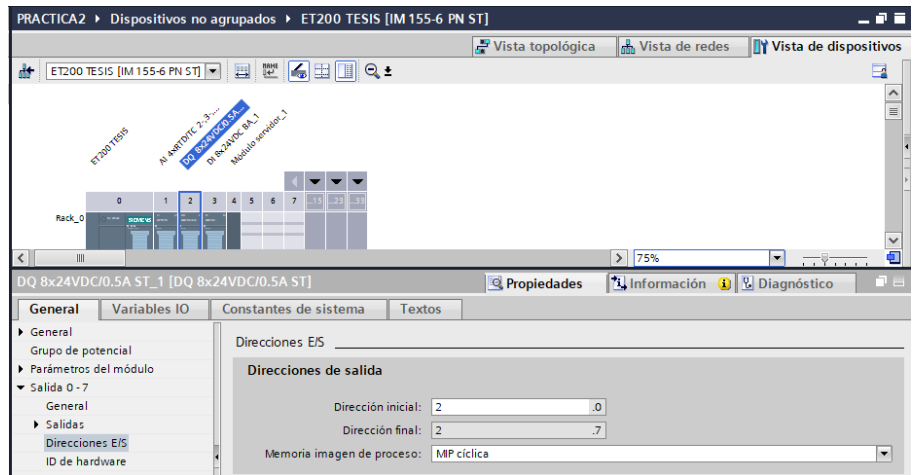


Figura 90 Dirección E/S módulo de salidas digitales.

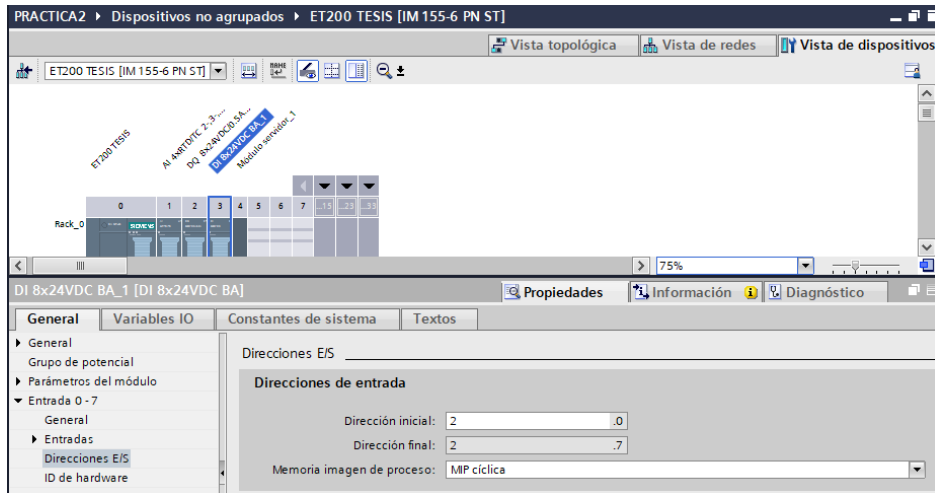


Figura 91 Dirección E/S módulo de salidas digitales.

3. Para empezar a programar primero declaramos las variables desde el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU 1214 AC/DC/Rly], bajar hasta “Agregar tabla de variables” las cuales usaremos a continuación en la programación.

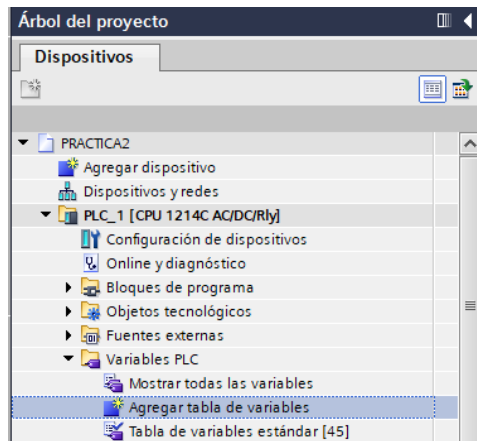


Figura 92 Árbol de proyecto para agregar tabla de variables

4. En este caso designamos las variables como lo muestra la siguiente Figura:

Variables PLC									
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	START	Tabla de variables e..	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	STOP	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	PLANTA	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	SEL_R1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	SEL_R2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	SEL_FAN	Tabla de variables e..	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	R1	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	R2	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	FAN	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	PTI00_1	Tabla de variables e..	Int	%IW68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	PTI00_2	Tabla de variables e..	Int	%IW70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	TEMP_N1	Tabla de variables e..	Real	%MD90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	TEMP_R1	Tabla de variables e..	Real	%MD94	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	TEMP_N2	Tabla de variables e..	Real	%MD98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	TEMP_R2	Tabla de variables e..	Real	%MD102	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	LED_R1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	LED_R2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	LED_FAN	Tabla de variabl...	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	LED_PLANTA	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	<Agrega r>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 93 Tabla de Variables para la práctica #1

- Para empezar a programar el control manual, se dirige hacia el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU 1214 AC/DC/Rly], bajar hasta Bloques de programa y dar clic en Main [OB1].

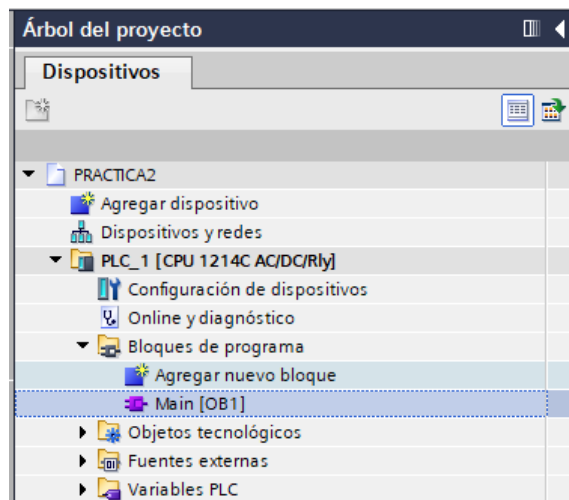


Figura 94 Árbol del proyecto del PLC_1

6. En el segmento 1 se programa una marcha paro con enclavamiento e indicador de luz piloto entendiéndose que las variables asignadas en la siguiente Figura tienen el siguiente significado:

START = marcha

STOP = paro

Las salidas indican:

- Cuando se da START desde el módulo PLC S7 1200, la luz piloto se enciende en el módulo PLC S7 1200 y en la estación remota ET 200SP.
- Cuando se da STOP desde el módulo PLC S7 1200, la luz piloto se apaga en el módulo PLC S7 1200 y en la estación remota ET 200SP.

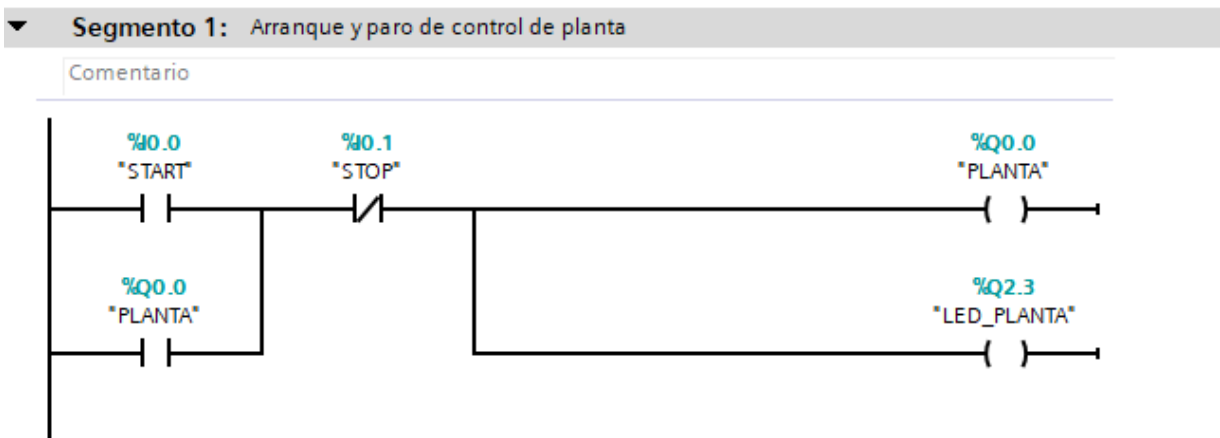


Figura 95 Programación en LADDER de una marcha paro con enclavamiento.

7. En el segmento dos se programa las entradas de activación, estas se las realiza desde el PLC S7-1200 por lo tanto se prueba desde los selectores I0.6 - I0.7 - I1.0 y las salidas se activan en los elementos del módulo generador de calor que son: el ventilador, resistencia 1 y 2. Además de que cada salida del sistema de periferia remota tiene un indicador de luz piloto en el módulo PLC S7-1200.

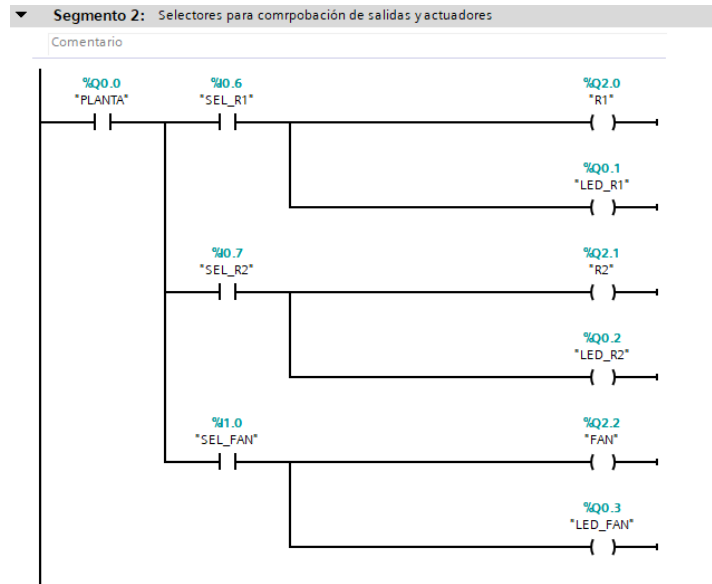


Figura 96 Selectores que activan las resistencias, el ventilador y luces piloto.

- Para validar las señales analógicas llamar a la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 3 y 4 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

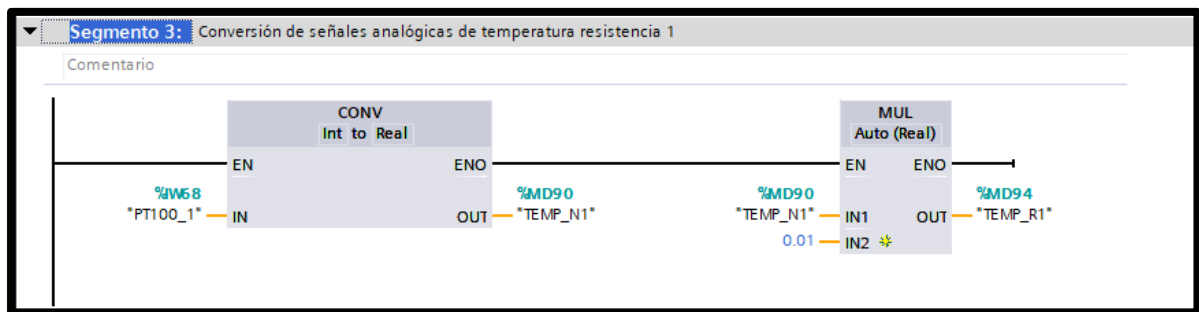


Figura 97 Conversión de señal analógica para la lectura de temperatura de la resistencia 1

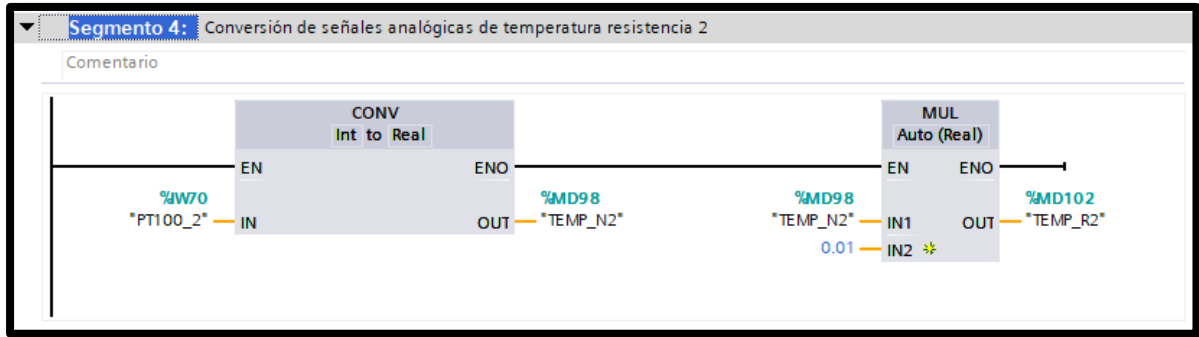


Figura 98 Conversión de señal analógica para la lectura de temperatura de la resistencia 2

9. Compilar y cargar la programación realizada, se debe comprobar el funcionamiento de todos los accionamientos que intervienen en la programación.

Anexo 3: Práctica #3

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200 y ET 200SP, como se indica en la Práctica #1 (Anexo 1)
2. En el lado derecho del software en el apartado “Dispositivos”, dar clic en agregar dispositivo.

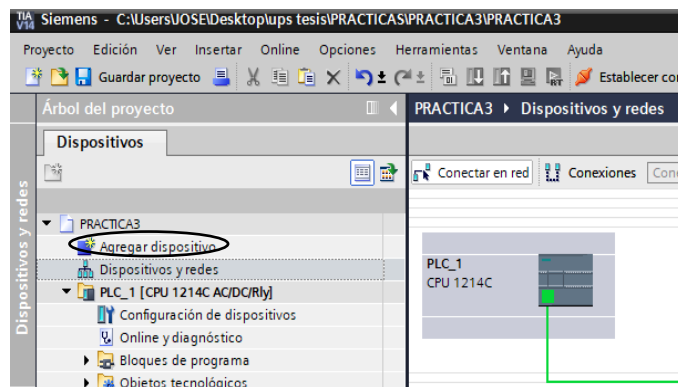


Figura 99 Agregar dispositivo HMI para Práctica #3

3. Se nos presenta la siguiente ventana, buscar y seleccionar el HMI – KTP600 Basic - 6AV6 647-0AD11-3AX0

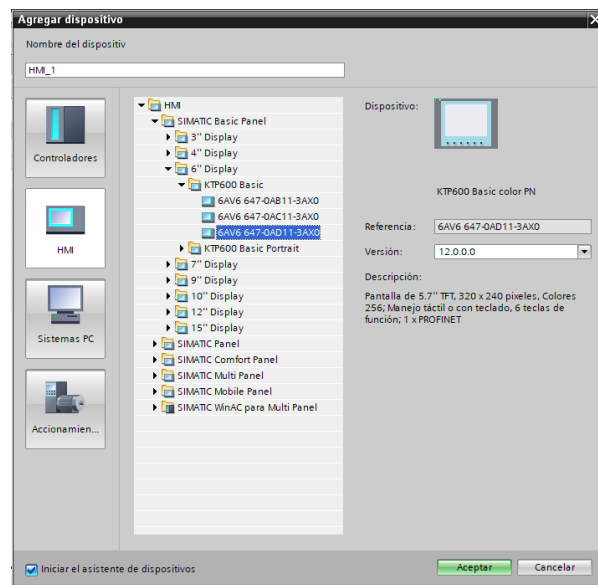


Figura 100 Ventana para buscar dispositivo HMI Práctica #3

4. En la vista de redes conectar el HMI y asignarle la IP correspondiente a la subred.

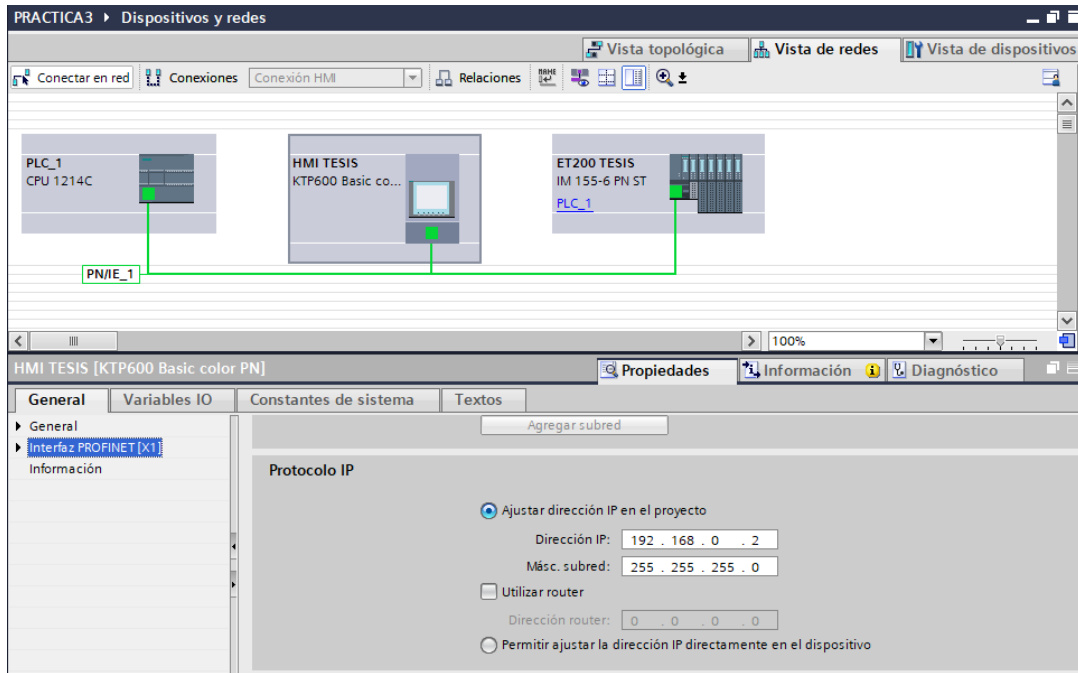


Figura 101 Asignación de IP para el HMI en práctica #3

5. En el lado derecho del software tenemos el árbol del proyecto, deslizamos hasta el HMI (KTP600 Basic color PN), seleccionamos “Agregar imagen”

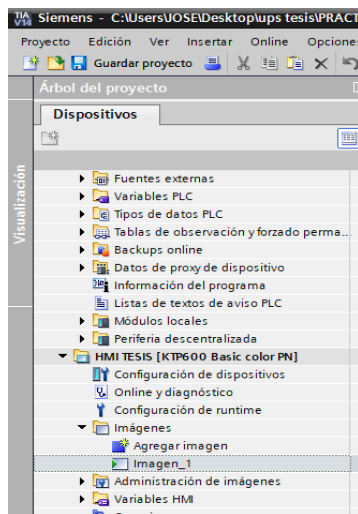


Figura 102 Agregar imagen en HMI

6. Aparecerá la siguiente venta la cual le daremos clic en finalizar y saltarnos esos pasos que piden.

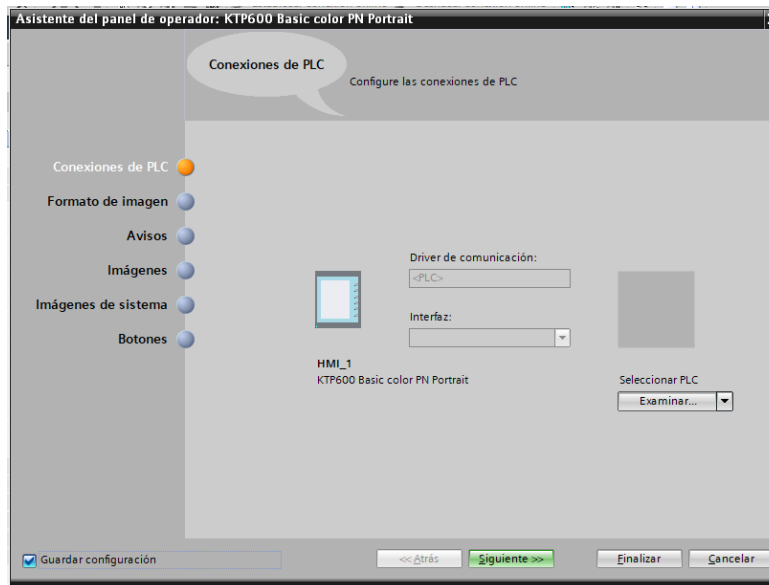


Figura 103 Ventana de configuración para imágenes del HMI

7. En el lado derecho del software tenemos las herramientas necesarias para crear una imagen.

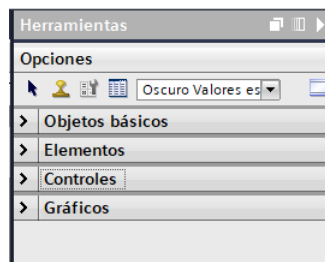


Figura 104 Vista de Herramientas para diseñar una imagen en el HMI

8. Agregar elementos y gráficos para validar visualmente en el HMI el encendido de los accionamientos, adicionar elementos de control para poder habilitar y deshabilitar los elementos de la planta generadora de calor, los objetos usados en la imagen son los siguientes:

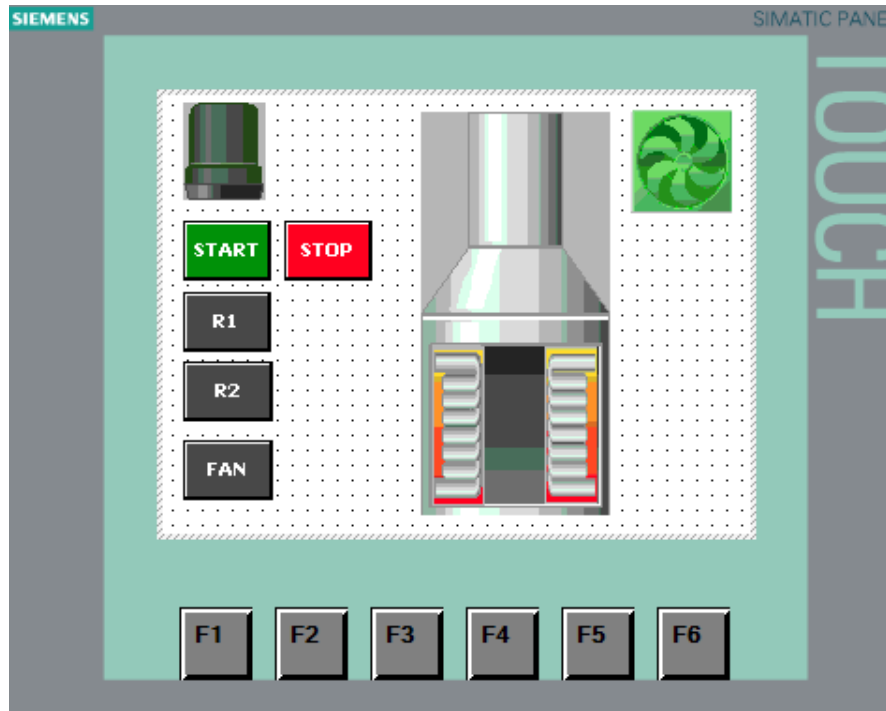


Figura 105 Imagen del HMI para la práctica #3

9. A continuación, se detalla el funcionamiento de cada objeto agregado:
- Botón para Marcha y botón de Paro de la planta. Las variables asignadas son: HMI_STOP y HMI_START.



Figura 106 Botones Paro Marcha de la práctica #3

- Estos botones controlan el accionamiento manual de los elementos de planta: resistencia 1, resistencia 2 y ventilador. Asignándoles las variables HMI_R1, HMI_R2 y HMI_FAN respectivamente.

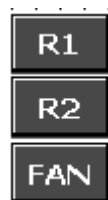


Figura 107 Botones para controlar elementos en modo manual práctica #3

- c. Indicador de Marcha Paro. Elemento que indica cuando la planta se encuentra encendida con la variable asignada PLANTA_ON



Figura 108 Indicador Marcha en HMI práctica #3

- d. Indicador de Ventilador encendido. Está conectada a la variable “FAN”.



Figura 109 Indicador de on/off en el HMI del ventilador práctica #3

10. Asignación de nuevas variables para poder vincular el programa del PLC con el HMI

Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	START	Tabla de variables e..	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	STOP	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	PLANTA	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	SEL_R1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	SEL_R2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	SEL_FAN	Tabla de variables e..	Bool	%I1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	R1	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	R2	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	FAN	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	PT100_1	Tabla de variables e..	Int	%IW68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	PT100_2	Tabla de variables e..	Int	%IW70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	TEMP_N1	Tabla de variables e..	Real	%MD90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	TEMP_R1	Tabla de variables e..	Real	%MD94	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	TEMP_N2	Tabla de variables e..	Real	%MD98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	TEMP_R2	Tabla de variables e..	Real	%MD102	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	HMI_START	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	HMI_STOP	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	HMI_R1	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	HMI_R2	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	HMI_FAN	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	LED_R1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	LED_R2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	LED_FAN	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	LED_EST_REM	Tabla de variables e..	Bool	%Q2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	<Agregar>	<input type="text"/>	<input type="button" value="..."/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 110 Tabla de variables adicionando HMI Práctica #3

10. Para empezar a programar el control, se dirige hacia el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU

1214 AC/DC/Rly], bajar hasta Bloques de programa y dar clic en Main [OB1].

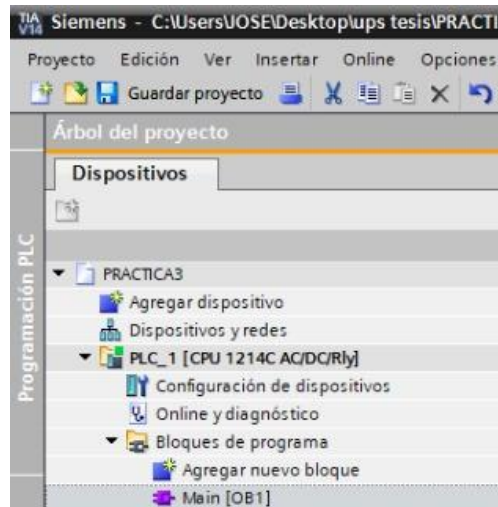


Figura 111 Árbol del proyecto del PLC_1 para la Práctica #3

11. En el segmento 1 se programa una marcha paro con enclavamiento, el cual se lo puede controlar desde las botoneras físicas del módulo PLC S7-1200 y desde las botoneras digitales del HMI. Entendiendo que las variables asignadas en la siguiente Figura tienen el siguiente significado:

START = marcha

STOP = paro

Las salidas indican:

- Cuando se da START desde el módulo PLC S7-1200, la luz piloto se enciende en el módulo PLC-S7 1200, en la estación remota ET 200SP y en el indicador del HMI.
- Cuando se da STOP desde el módulo PLC S7 1200, la luz piloto se apaga en el módulo PLC S7 1200, en la estación remota ET 200SP y en el indicador del HMI.

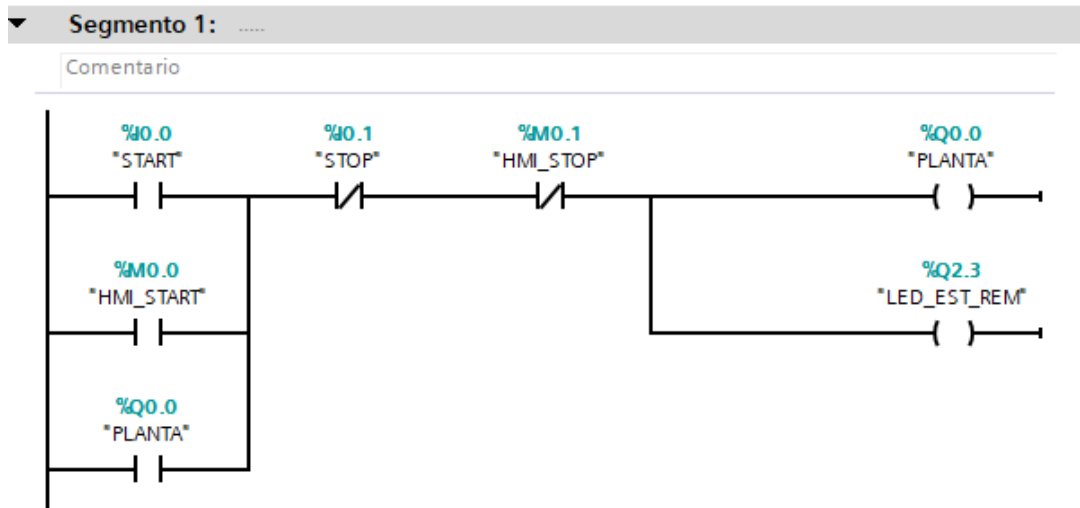


Figura 112 Programación en LADDER de una marcha paro con enclavamiento Práctica #3.

12. En el segmento 2 se programa las entradas de activación:

- 5.5. Desde el selector del PLC S7-1200 I0.6 o desde el botón R1 del HMI, se activa la Resistencia 1 de la planta, la luz piloto del módulo del PLC S7-1200 y el indicador de la Resistencia 1 en el HMI.
- 5.6. Desde el selector del PLC S7-1200 I0.7 o desde el botón R2 del HMI, se activa la Resistencia 2 de la planta, la luz piloto del módulo del PLC S7-1200 y el indicador de la Resistencia 2 en el HMI.
- 5.7. Desde el selector del PLC S7-1200 I1.0 o desde el botón FAN del HMI, se activa el ventilador de la planta, la luz piloto del módulo del PLC S7-1200 y el indicador del ventilador en el HMI.

Segmento 2: Accionamiento de la planta desde selectore

Comentario

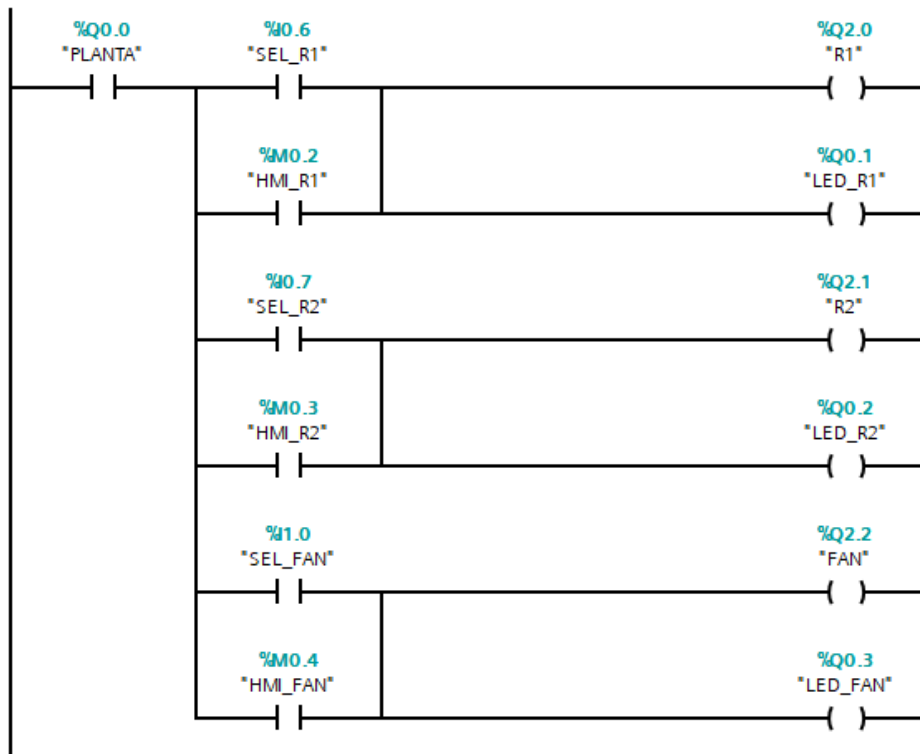


Figura 113 Activación de elementos de la planta desde PLC y HMI.

13. Para programar las señales analógicas llamar a la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 3 y 4 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

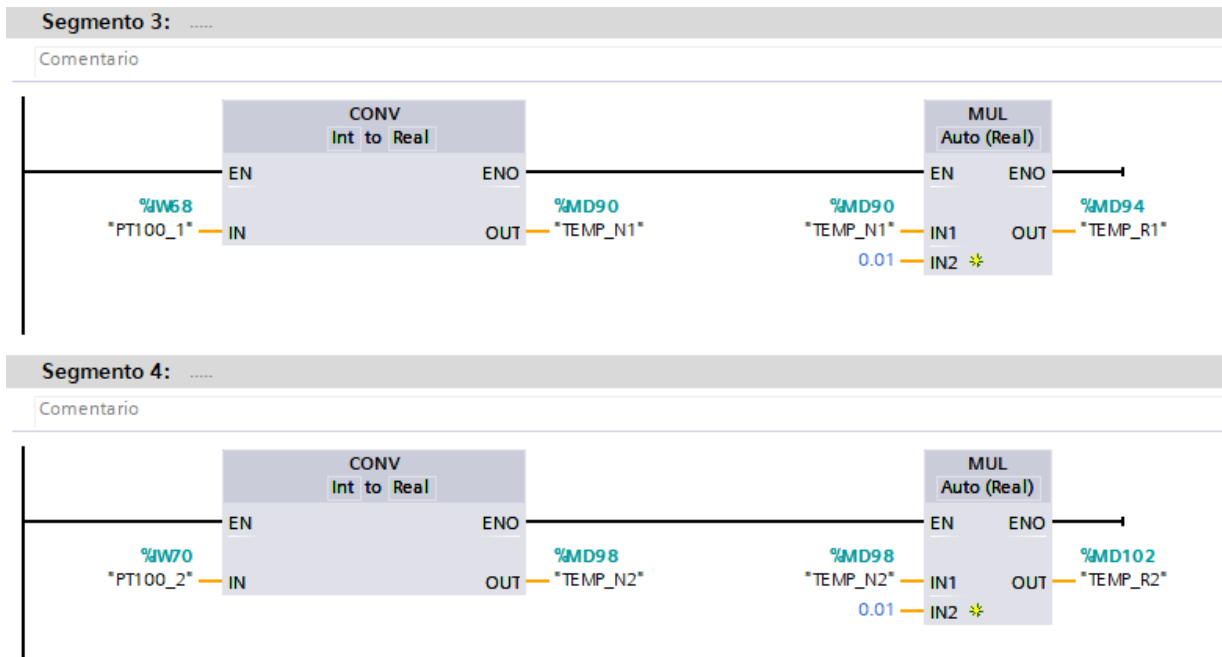


Figura 114 Programación de entradas analógicas de la Práctica #3

14. Compilar y cargar la programación realizada en el PLC y el HMI. Se debe comprobar el funcionamiento de todos los accionamientos que intervienen en la programación.

Anexo 4: Práctica #4

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la Práctica #2 (Anexo 3)
2. Programar el control, desde el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU 1214 AC/DC/Rly], bajar hasta Bloques de programa - Main [OB1].

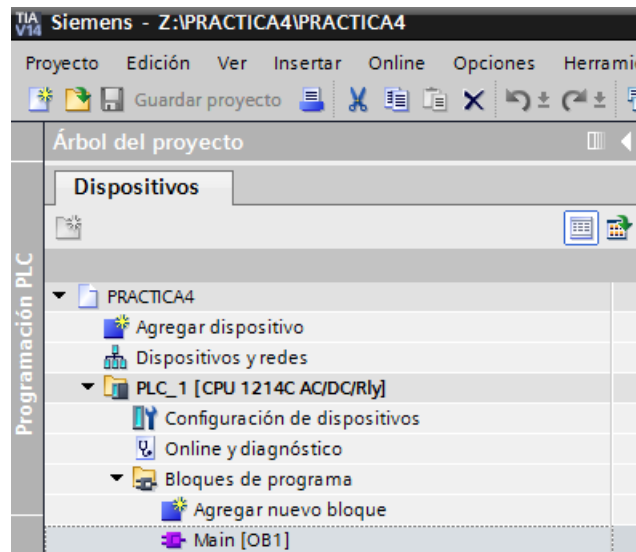


Figura 115 Árbol del proyecto del PLC_1 para la Práctica #3

3. En el segmento 1 se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia. Además de añadir el selector para el control manual automático. A continuación, se explica las variables usadas en este segmento:
 - a. PE_REMOTO: Hongo de seguridad con enclavamiento de emergencia desde la planta.
 - b. STOP_LOCAL: Pulsador de paro desde el módulo del PLC.
 - c. STOP_REMOTO: Pulsador rojo desde la planta.
 - d. HMI_STOP: Botón integrado en la imagen principal del HMI.

- e. HMI_MAN_AUT: Selector integrado en la imagen para activación de control manual o automático.

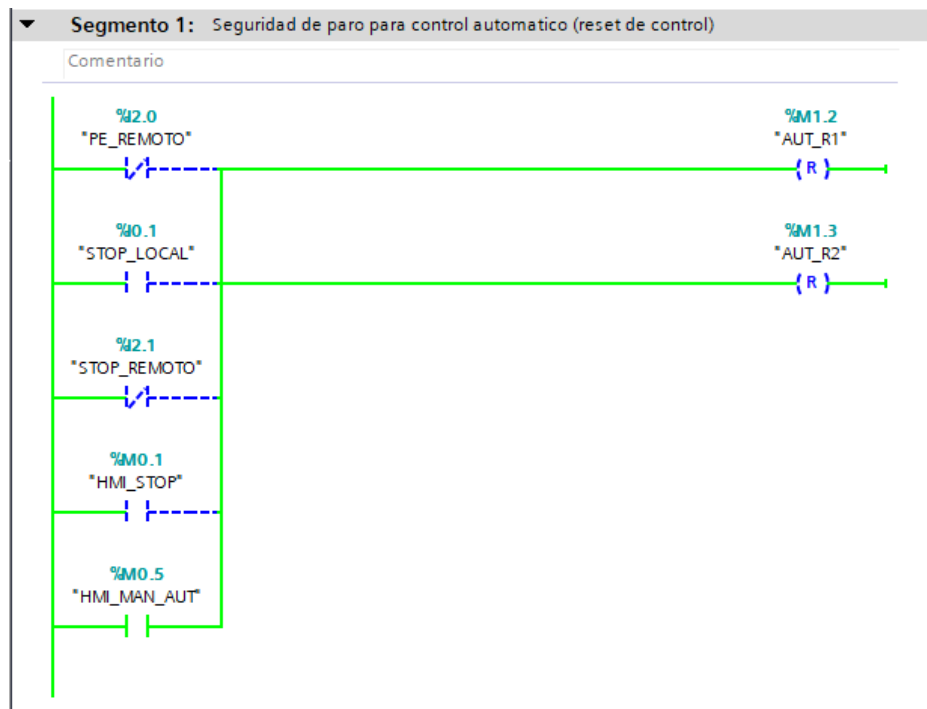


Figura 116 Segmento 1 de programación LADDER en práctica #4

4. En el segmento 2 se tiene los elementos que accionan el control automático desde los distintos módulos, las variables son las siguientes:
- START_LOCAL: Pulsador desde el módulo PLC.
 - START_REMOTO: Pulsador desde la planta.
 - HMI_START: Pulsador en la imagen HMI.
 - AUTO_ON: Indicador de activación del modo automático.

Además, se considera las seguridades antes mencionadas para para poder habilitar el control automático.

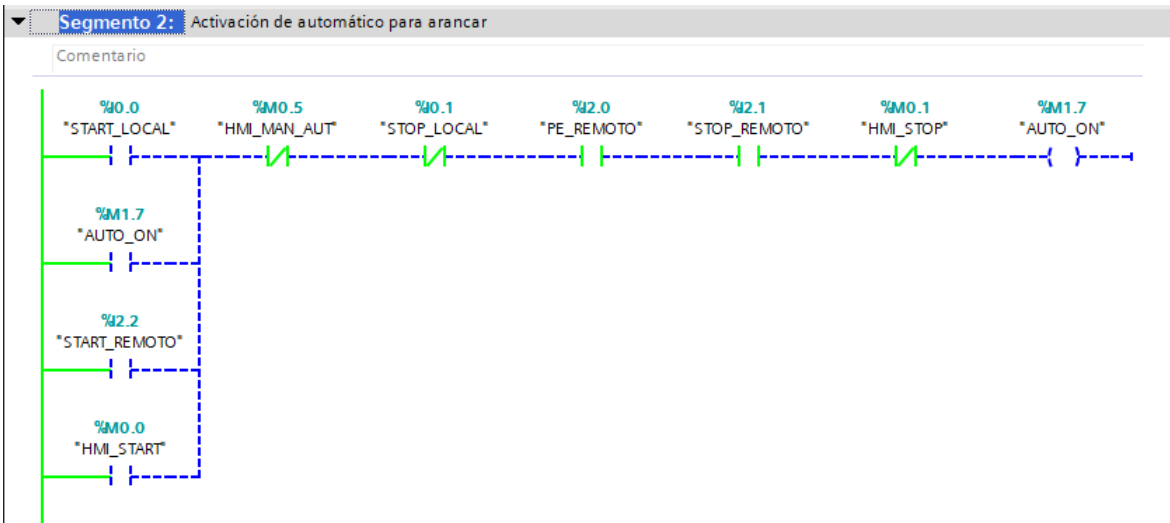


Figura 117 Segmento 2 de programación LADDER en práctica #4

5. En el segmento 3 se tiene los elementos que accionan el control manual desde los distintos módulos, las variables son las siguientes:
- START_LOCAL: Pulsador desde el módulo PLC.
 - START_REMOTO: Pulsador desde la planta.
 - HMI_START: Pulsador en la imagen HMI.

Al igual que el control automático, se considera las seguridades antes mencionadas para poder habilitar el control automático.

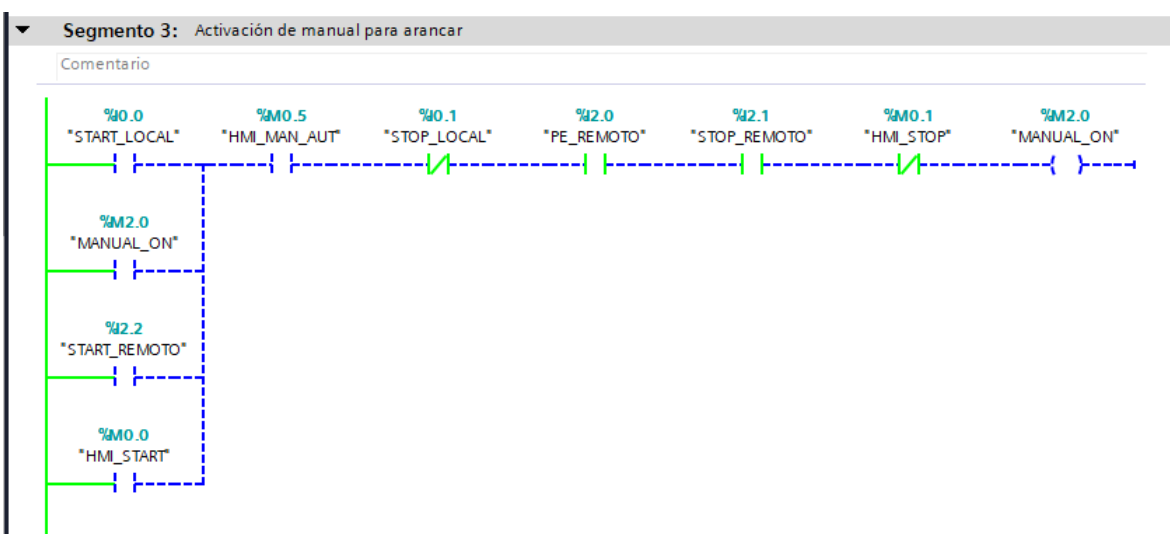


Figura 118 Segmento 3 de programación LADDER en práctica #4

6. En el segmento 4, cumple con la condición de una vez activado alguno de los dos controles en el segmento 2 control automático o segmento 3 control manual, darán paso a la activación de indicadores situados en: el módulo del PLC, el módulo de sistema generador de calor y uno en la imagen del HMI.

Adicional a esto tenemos una marca MAN_AUT que es usada para activar una animación en la imagen, cuando esta se active hará visible los controles en la imagen del HMI, para la activación manual de los tres elementos resistencia 1, resistencia 2 y ventilador. Mientras esta no sea activada los controles permanecerán ocultos.

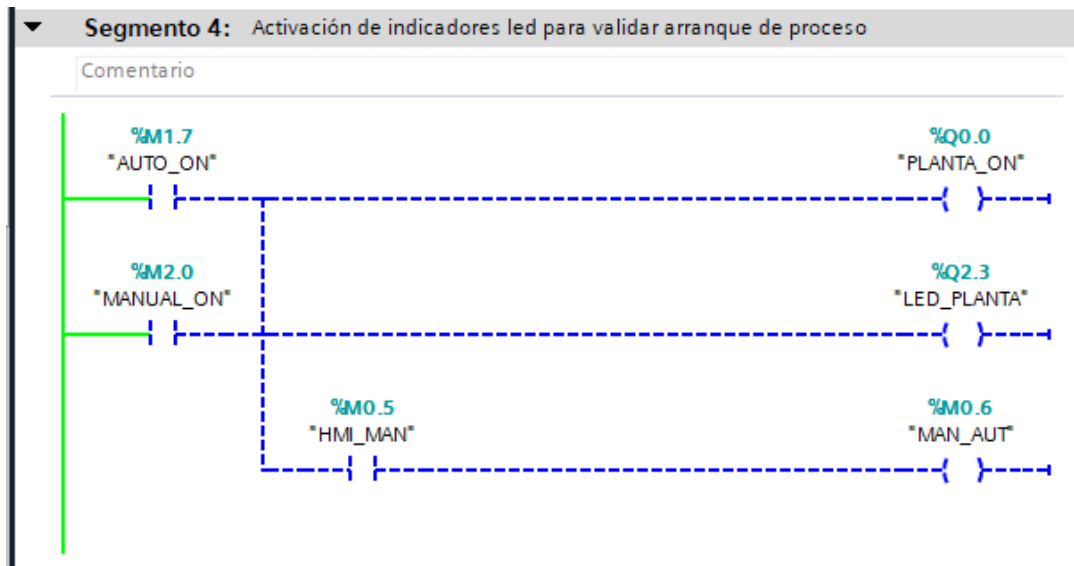


Figura 119 Segmento 4 de programación LADDER en práctica #4

7. En el segmento 5 se encuentra el control manual, para este control se tiene dos condiciones, se deben activar:
 - a. El control manual en el HMI (MAN_AUT).
 - b. Estar activada la planta (PLANTA_ON).

Activadas estas condiciones los tres controles:

- HMI_MR1 marca para botón de la resistencia 1.
- HMI_MR2 marca para botón de la resistencia 2.
- HMI_FAN marca para botón del ventilador.

Se harán visibles en la imagen del HMI, pudiendo activarlos y seguido a esto activar cada elemento de la planta manualmente.

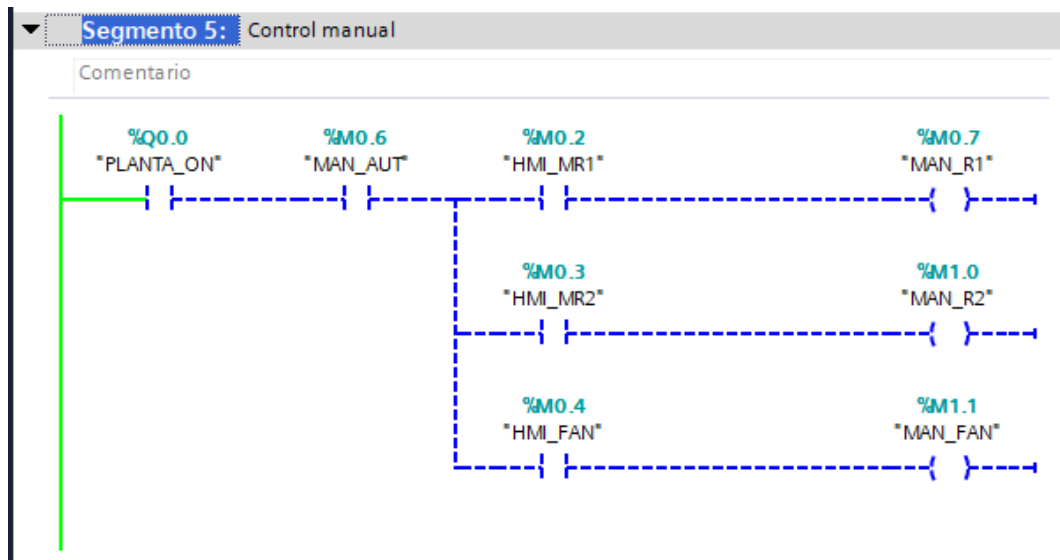


Figura 120 Segmento 5 de programación LADDER en práctica #4

8. En el segmento 6 se encuentra el control automático, para este control se tiene dos condiciones, se deben activar:
 - a. El control automático en el HMI (MAN_AUT).
 - b. Estar activada la planta (PLANTA_ON).

Estas condiciones activan el control automático y se proceda a la activación de cada una de las resistencias desde los botones del PLC o desde el HMI y cuando los selectores estén desactivados las resistencias no pueden operar.

- SEL_R1: Selector del módulo del PLC para control de la resistencia 1.

- HMI_AR1: Selector integrado en la imagen del HMI para control de la resistencia 1.
- SEL_R2: Selector del módulo del PLC para control de la resistencia 2.
- HMI_AR2: Selector integrado en la imagen del HMI para control de la resistencia 2.

En este proceso se considera lo llamado ventana de histéresis para poder definir los valores máximos y mínimos en los que estará oscilando la temperatura a estabilizar.

Se define que los valores deben estar entre los más, menos cinco. Si se tiene un setting de temperatura de 100 grados, el valor mínimo será 95 grados y el valor máximo será 105 grados.

Se tiene dos comparadores para la temperatura leída de la resistencia que se los usa para cumplir con las siguientes condiciones:

- Cuando el valor de temperatura actual se encuentre por debajo del valor mínimo, la resistencia se deberá activar.
- Cuando la temperatura actual de la resistencia se encuentre por encima del valor máximo, la resistencia se deberá desactivarse.

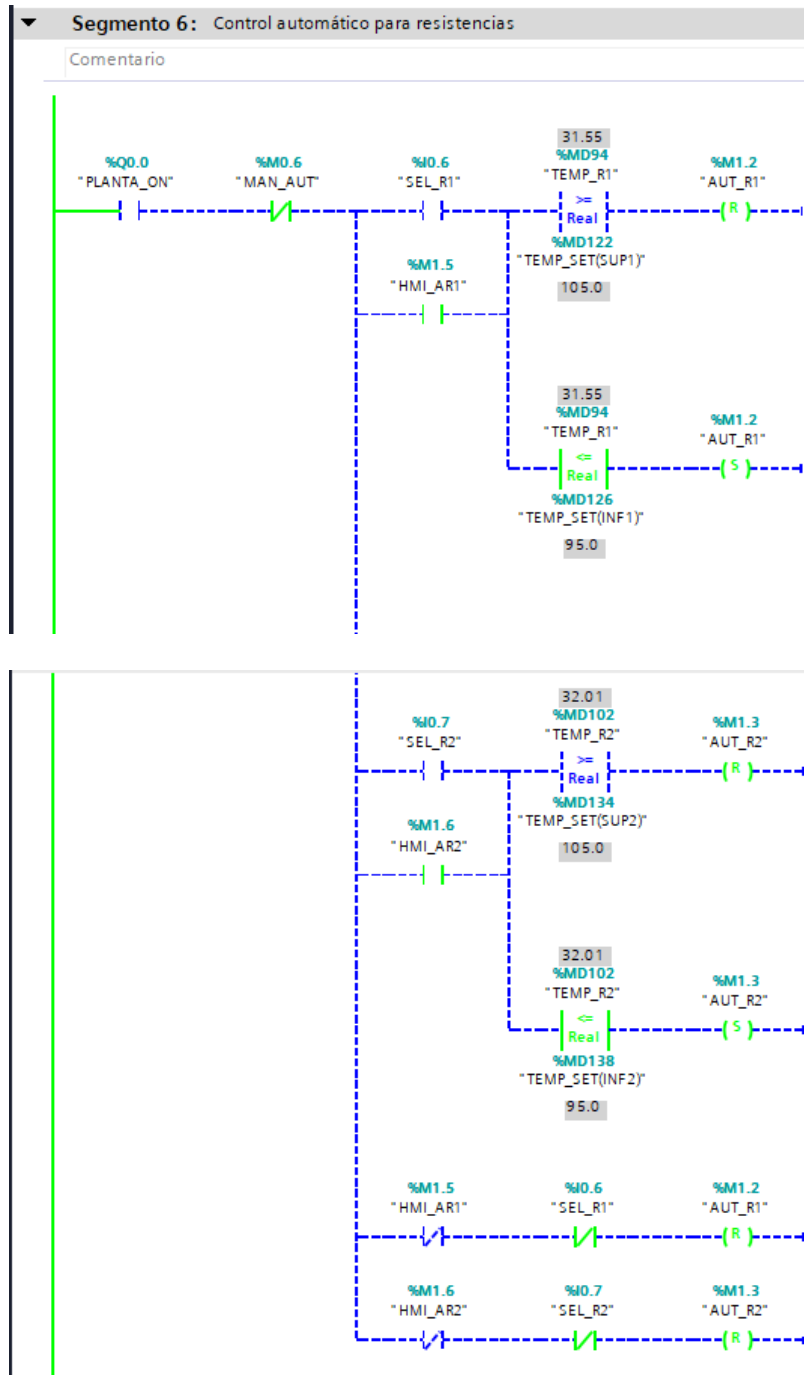


Figura 121 Segmento 6 de programación LADDER en práctica #4

9. En el segmento 7 se activa cuando las condiciones del segmento 6 se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático. Se realizan dos

comparaciones; primero la temperatura debe de estar sobre los 40 grados y segundo la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

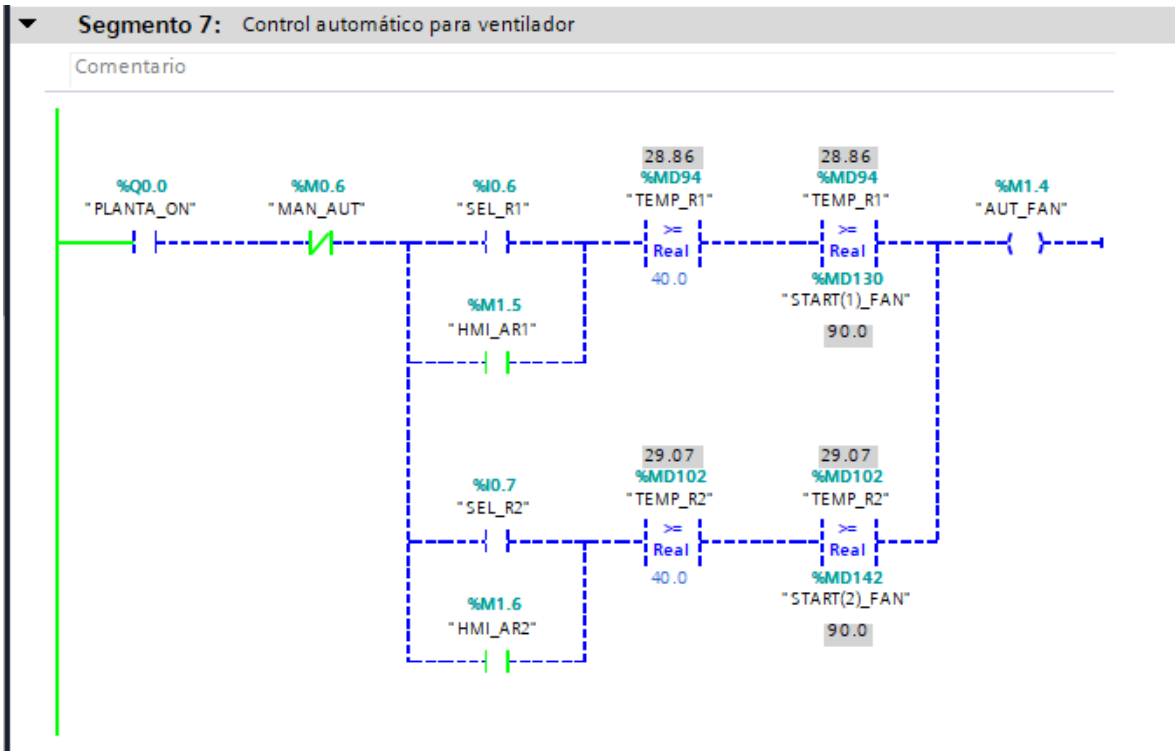


Figura 122 Segmento 7 de programación LADDER en práctica #4

10. El segmento 8 se definen los valores para realizar las comparaciones del segmento 6 en donde se considera solo la temperatura de estabilización TEMP_SET1, TEMP_SET2. En temperatura mínima TEMP_SET(INF1), TEMP_SET(INF2) se realiza una resta de 5, temperatura máxima, se realiza una suma de 5 TEMP_SET(SUP1), TEMP_SET(SUP2) y por último la temperatura de arranque del ventilador, en la cual se define una resta de 10 grados.

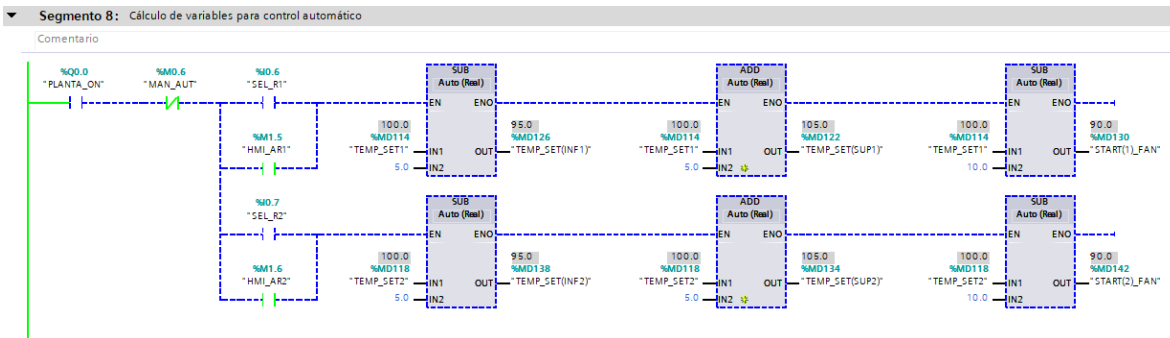


Figura 123 Segmento 8 de programación LADDER en práctica #4

15. En el segmento 9 y 10 se programa las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 3 y 4 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

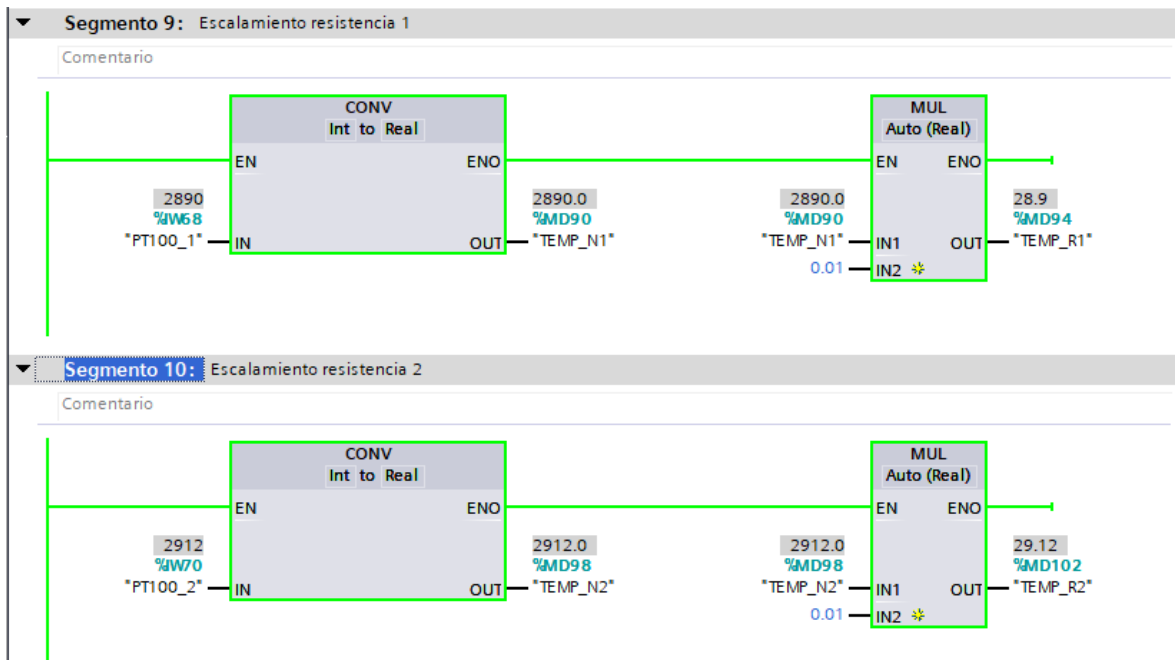


Figura 124 Segmento 9 y 10 de programación LADDER en práctica #4

11. En este último segmento de programación se activan las resistencias y sus indicadores en el módulo PLC S7-1200.

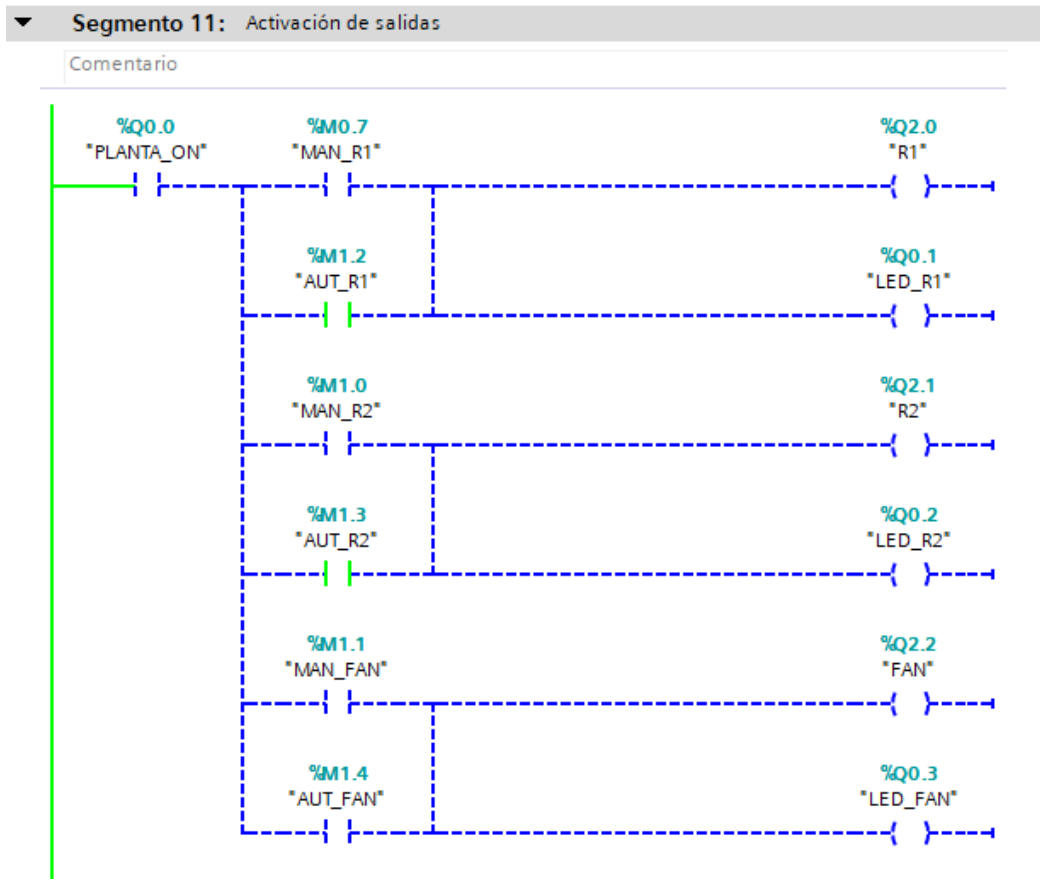


Figura 125 Segmento 11 de programación LADDER en práctica #4

12. Para agregar una imagen en el HMI se debe ir al lado derecho del software tenemos el árbol del proyecto, deslizamos hasta el HMI (KTP600 Basic color PN), seleccionamos “Agregar imagen”

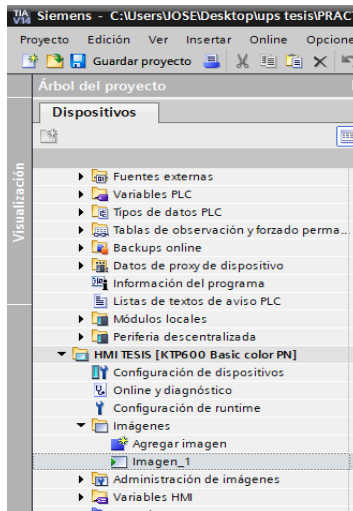


Figura 126 Agregar imagen en HMI Práctica #4

13. Aparecerá la siguiente venta la cual le daremos clic en finalizar y saltarnos esos pasos que piden.

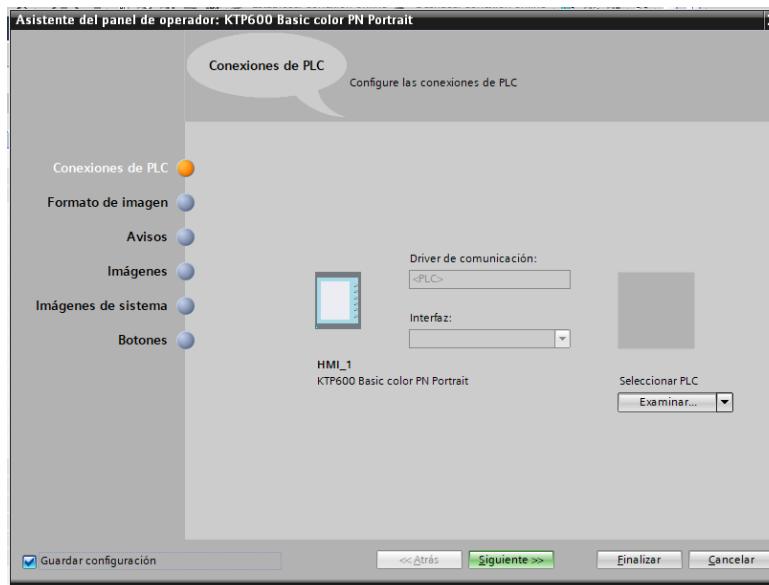


Figura 127 Ventana de configuración para imágenes del HMI Práctica #4

14. En el lado derecho del software tenemos las herramientas necesarias para crear una imagen.

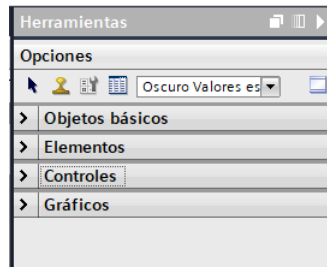


Figura 128 Vista de Herramientas para diseñar una imagen en el HMI Práctica #4

15. Agregar elementos y gráficos para validar visualmente en el HMI el control de nuestra planta.

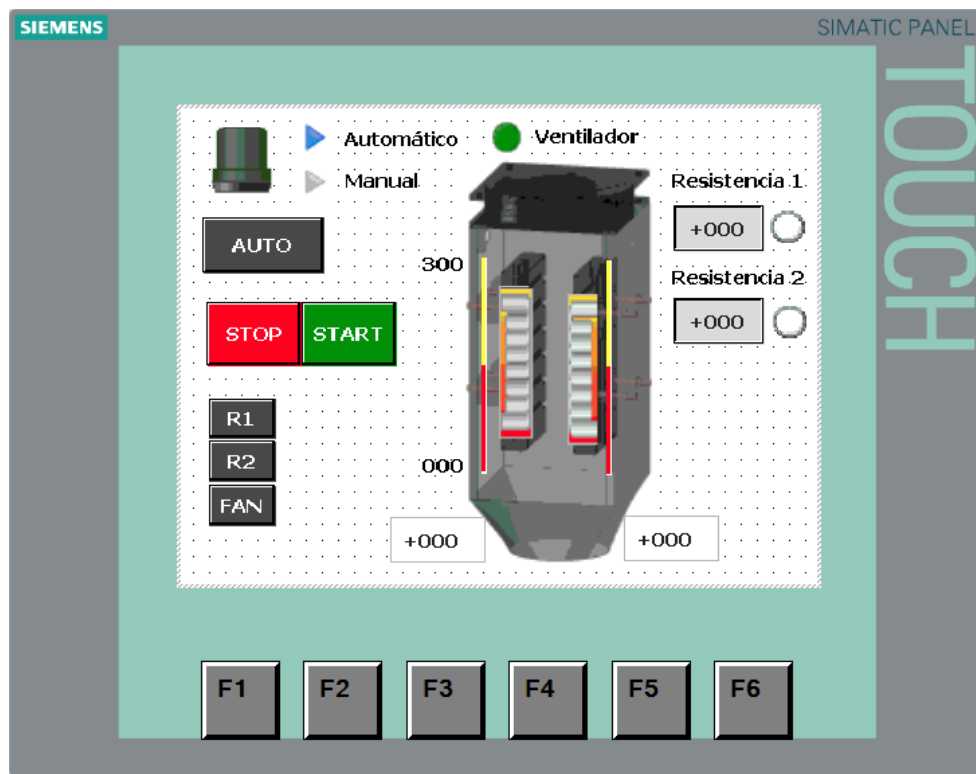


Figura 129 Imagen HMI para Práctica #4

16. En las propiedades de cada objeto que se va agregando a la pantalla, se define la variable con la cual va a interactuar, este proceso se repite para todos los elementos integrados en la imagen.

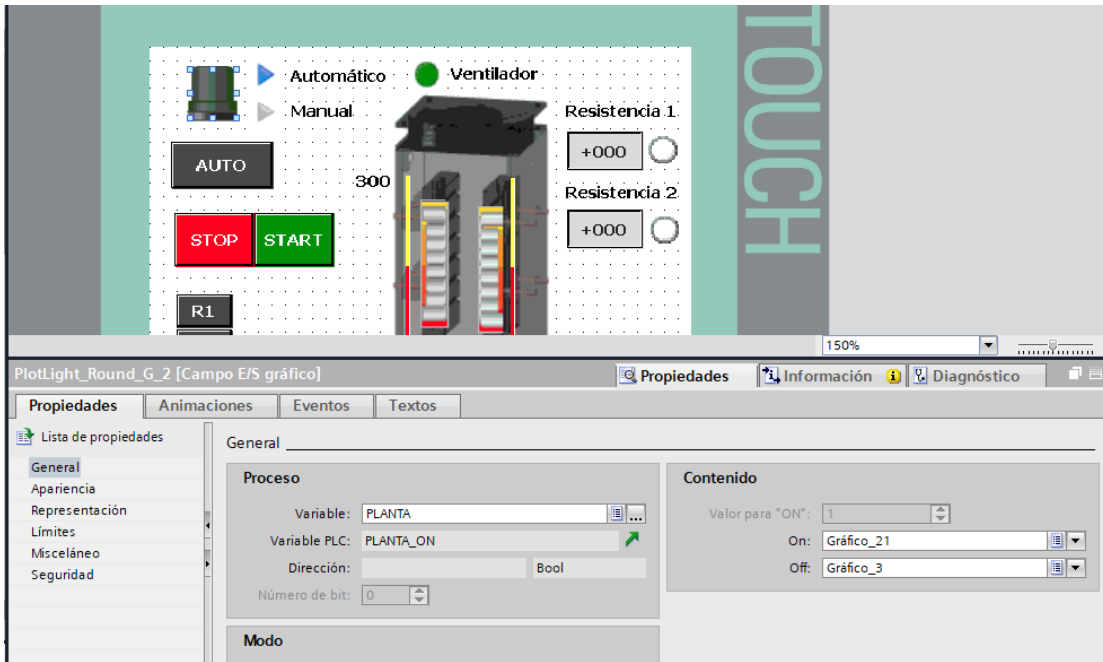


Figura 130 Propiedades del objeto agregado a una imagen en HMI Práctica #4

17. A continuación, se detalla el funcionamiento de cada objeto agregado:

- a. Este elemento indica cuando la planta se encuentra encendida “PLANTA_ON”

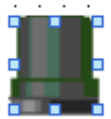


Figura 131 Indicador Marcha en HMI práctica #4

- b. Estos elementos interactúan con la variable HMI_MAN_AUT para visualizar cuando el control es manual o automático.

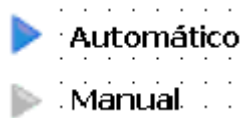


Figura 132 Indicadores de manual - automático práctica #4

- c. Este es un elemento selector Manual – automático, que activa o desactiva la variable HMI_MAN_AUT.



Figura 133 Selector Manual - Automático práctica #4

- d. Botón para Marcha y botón de Paro de la planta. Las variables asignadas son: HMI_STOP y HMI_START.



Figura 134 Botones Paro Marcha de la práctica #4

- e. Estos botones controlan el accionamiento manual de los elementos de planta: resistencia 1, resistencia 2 y ventilador. Asignándoles las variables HMI_R1, HMI_R2 y HMI_FAN respectivamente.

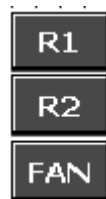


Figura 135 Botones para controlar elementos en modo manual práctica #4

Adicional a esto, se configura una animación de visibilidad, en la cual se define que cuando la variable MAN_AUT se encuentre activada (1 lógico), esta sea visible.

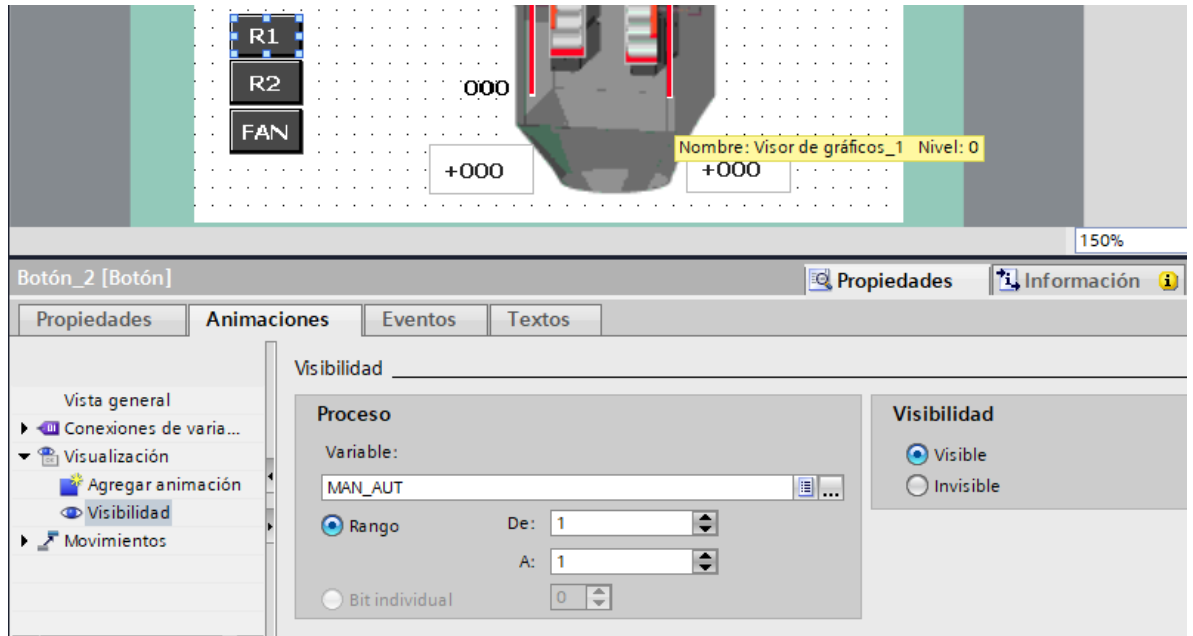


Figura 136 Propiedades para la animación de los botones en HMI práctica #4

- f. Indicador de Ventilador encendido. Está conectada a la variable “FAN”.



Figura 137 Indicador de on/off en el HMI del ventilador práctica #4

- g. Estos dos elementos cuentan con la animación de visibilidad, indica el on/off de la resistencia 1 (derecha) y resistencia 2 (izquierda).

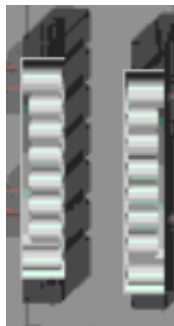


Figura 138 Indicador de resistencias apagadas en el HMI de la práctica #4

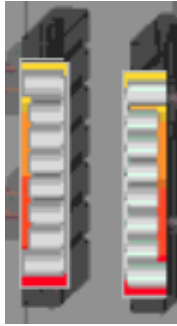


Figura 139 Indicador de resistencias encendidas en el HMI de la práctica #4

- h. Para los siguientes indicadores contamos con dos representaciones de la temperatura real en la resistencia 1 (TEMP_R1) y resistencia 2 (TEMP_R2). En el primer caso con indicadores de barras, mostrando un incremento o decremento visual en un rango de 0 a 300 grados, y en el segundo tenemos dos indicadores numéricos solo de salida, que mostrarán los valores actuales de la temperatura de las resistencias.

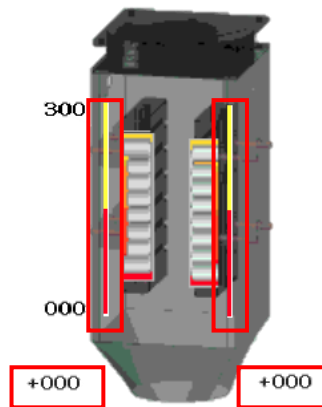


Figura 140 Indicadores de lectura en números y barras de las resistencias práctica #4

- i. Para los elementos encerrados en los círculos se usó el control de interruptor y se definió el control de las variables, en este caso para la resistencia 1 (HMI_AR1) y para la resistencia 2 (HMI_AR2).

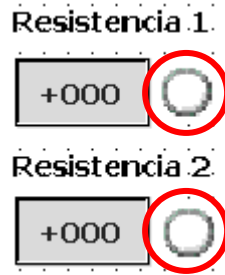


Figura 141 Botones para control on/off de las resistencias. Práctica #4

- j. Los elementos encerrados en los cuadrados son controles numéricos, en este caso el valor que se muestra será controlado por el operario que definirá una temperatura a estabilizar para ejecutar el proceso. Para la resistencia 1 se definió la variable (TEMP_SET1) y para la resistencia 2 (TEMP_SET2). Cuando se dé clic sobre el control, se desplegará un teclado numérico en donde se podrá cambiar el valor a uno deseado.

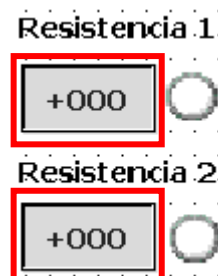


Figura 142 control numérico para definir el valor de setting de las resistencias práctica #4

18. Compilar y cargar la programación realizada en el PLC y el HMI. Se debe comprobar el funcionamiento de todos los accionamientos que intervienen en la programación.

Anexo 5: Práctica #5

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la práctica #3 (Anexo 3)
2. Programar el control, desde el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU 1214 AC/DC/Rly], bajar hasta Bloques de programa - Main [OB1].

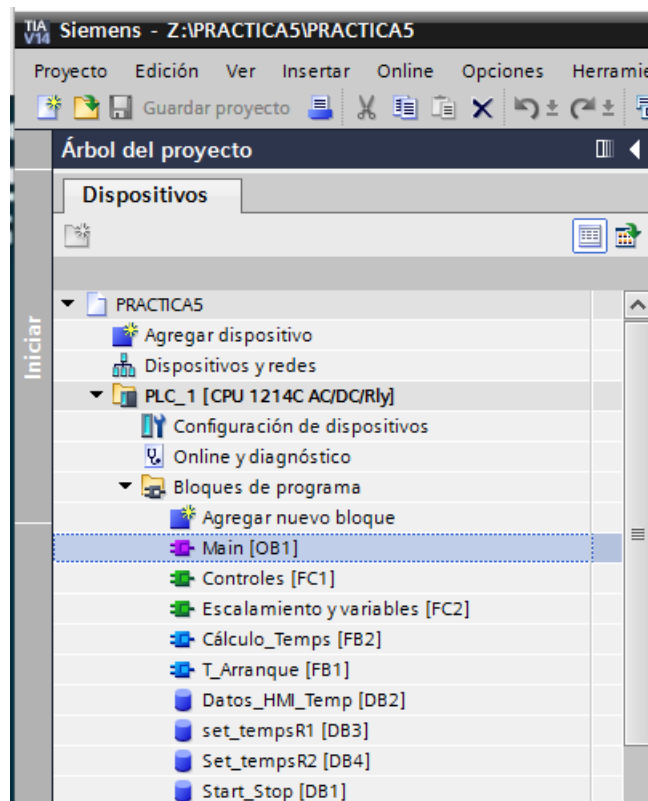


Figura 143 Árbol del proyecto del PLC_1 para la práctica #5

3. En el segmento uno se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia. Además de añadir el selector para el control manual automático. A continuación, se explica las variables usadas en este segmento:
 - a. PE_REMOTO: Hongo de seguridad con enclavamiento de emergencia desde la planta.

- b. STOP_LOCAL: Pulsador de paro desde el módulo del PLC.
- c. STOP_REMOTO: Pulsador rojo desde la planta.
- d. HMI_STOP: Botón integrado en la imagen principal del HMI.
- e. HMI_MAN_AUT: Selector integrado en la imagen para activación de control manual o automático.

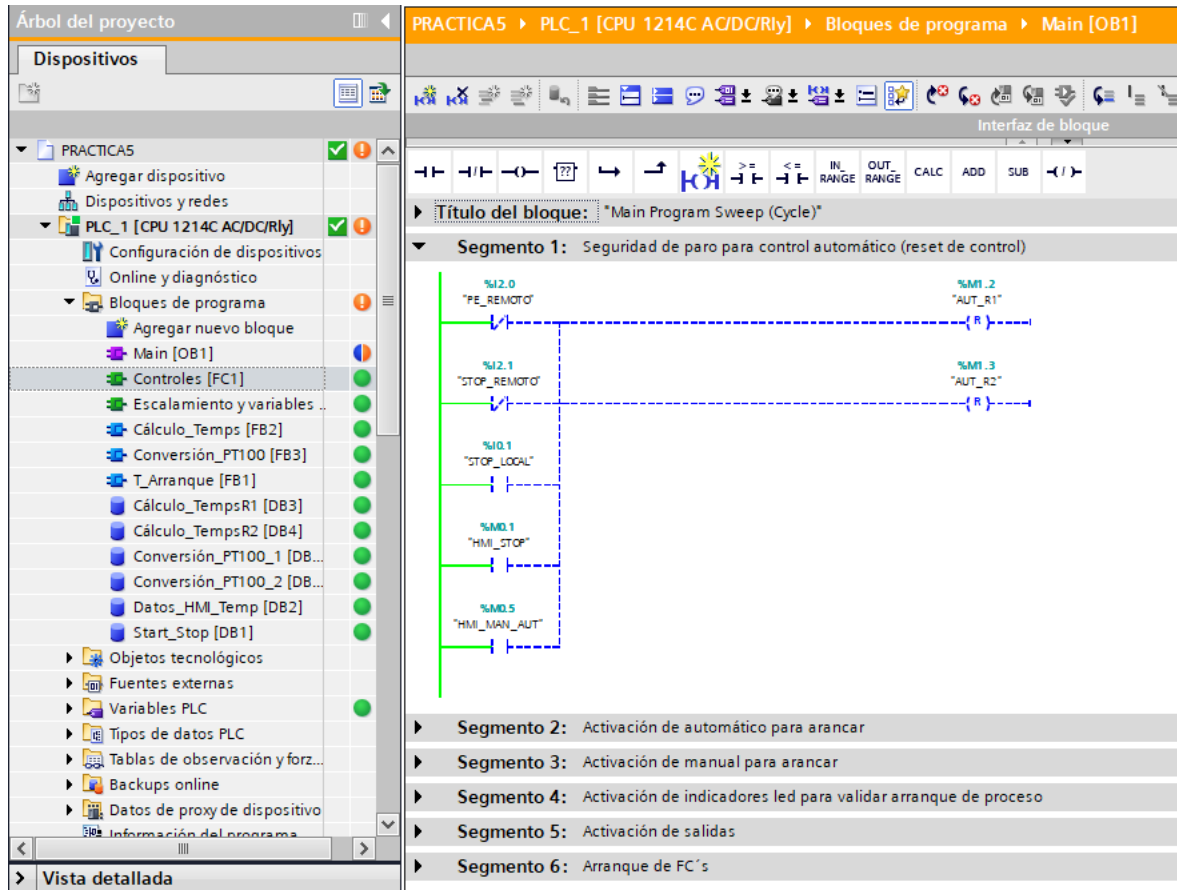


Figura 144 Segmento 1 de programación LADDER en práctica #5

4. Para continuar con el segmento 2 y 3 del Main [OB1] se llama al bloque de función T-Arranque. En el siguiente bloque de función se programa en lenguaje LADDER, las seguridades de paro y de igual forma las de arranque; considerando las condiciones de arranque se activará el control deseado, en este caso “AUTO_ON” o “MANUAL_ON”. La

única variable de entrada será “HMI_MAN_AUT” que en los segmentos se define si es un contacto normalmente abierto o cerrado; esto define el control manual o automático.

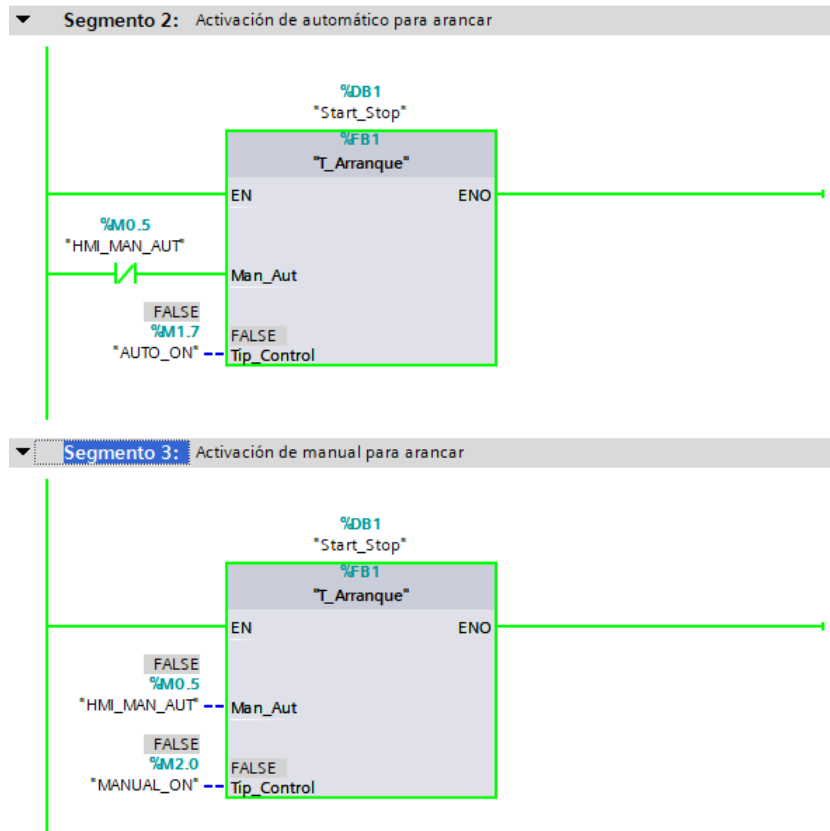


Figura 145 Segmento 2 y 3 de la práctica #5

5. Agregar el bloque de función T_Arranque

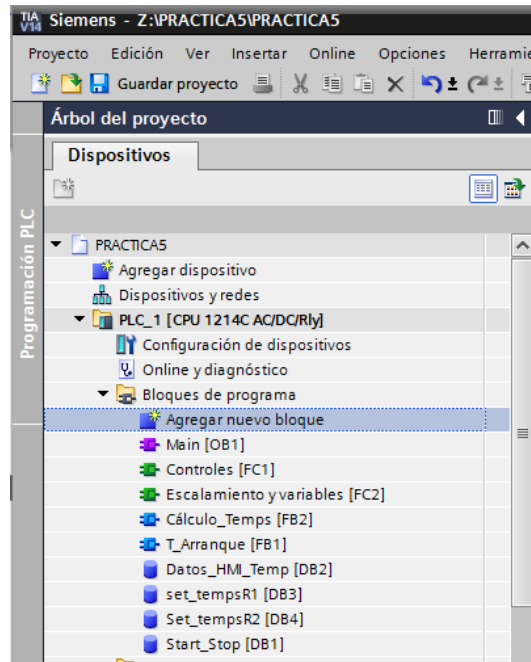


Figura 146 Agregar nuevo bloque práctica #5

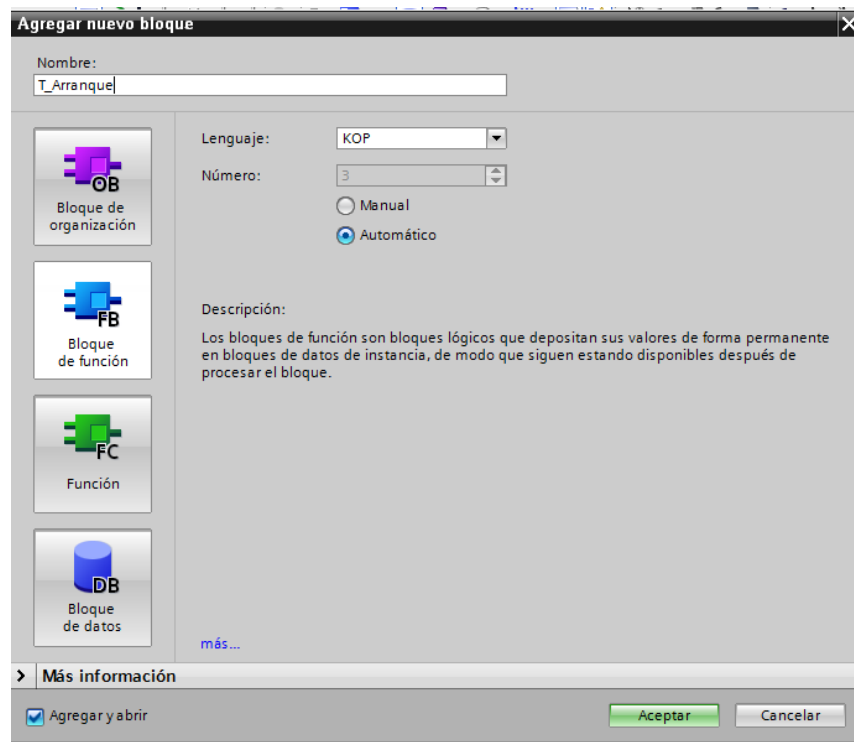


Figura 147 Bloque de Función T_Arranque Práctica #5

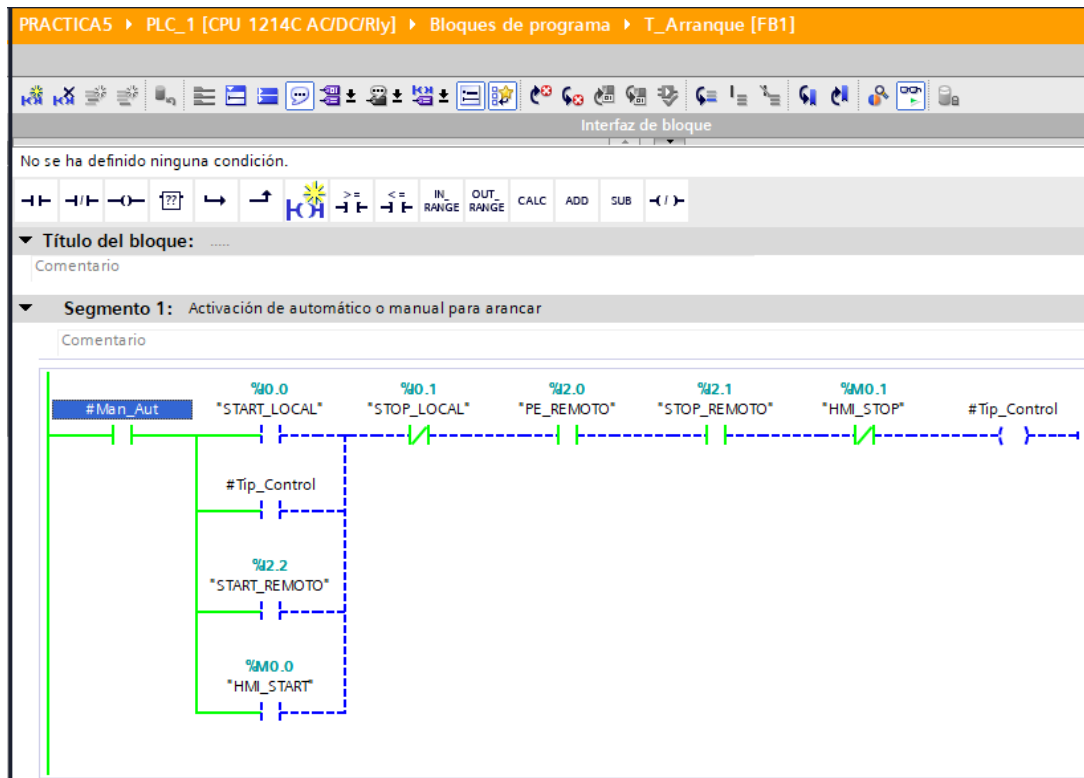


Figura 148 Contenido del bloque de función de la Práctica #5

6. Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 4 se encuentra el control de los indicadores de encendido de la planta. Por lo tanto, cuando el operador presione marcha ya sea en modo automático o manual se encienda un led indicador en el módulo PLC S7-1200 y en el módulo remoto.

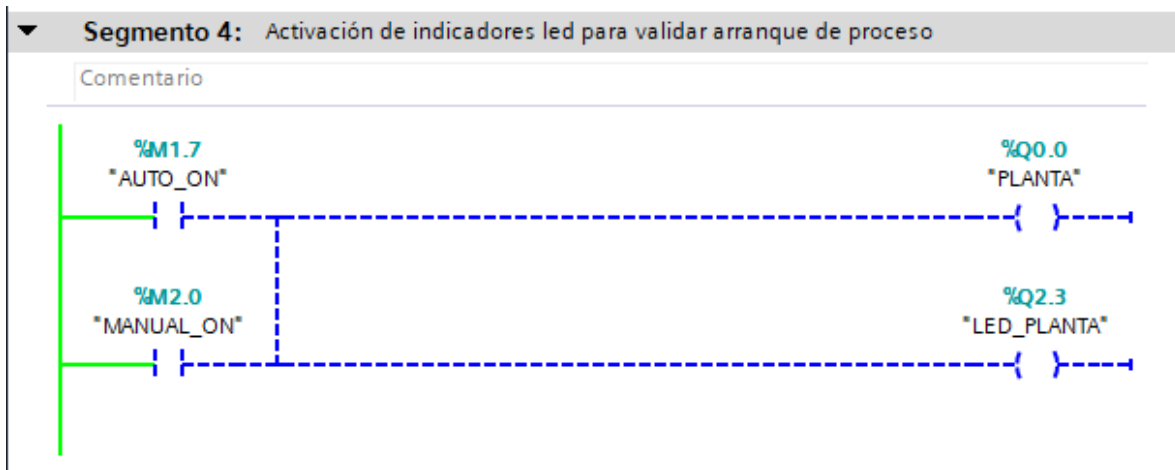


Figura 149 Segmento 4 de programación LADDER en práctica #5

7. En el segmento 5 del MAIN [OB1] se encuentra el control de los indicadores de encendido del ventilador y las resistencias.

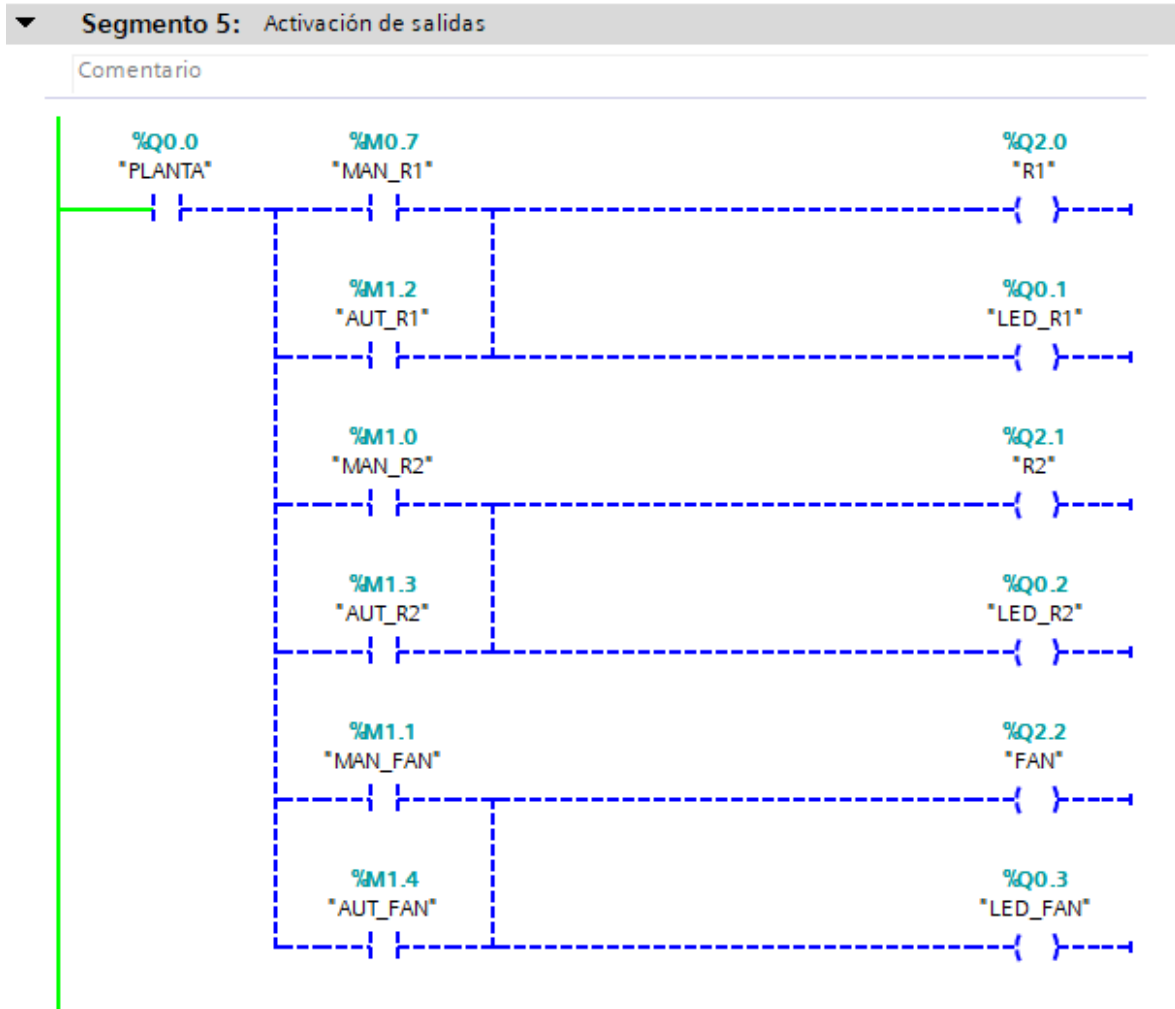


Figura 150 Segmento 5 de programación LADDER en práctica #5

8. En el segmento 6 del MAIN [OB1]. Se llaman a dos funciones: FC1 – Controles y FC2 – Escalamiento y variables.

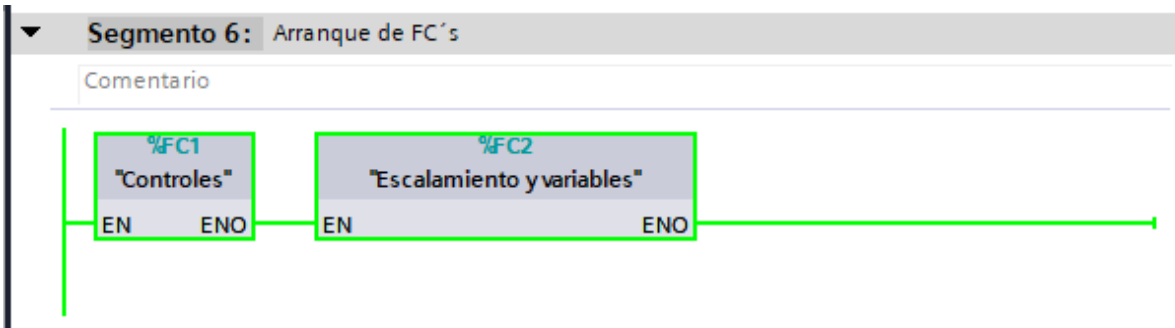


Figura 151 Segmento 6 de programación en el Main [OB1] en práctica #5

La función FC1 – Controles contiene 3 segmentos de programación

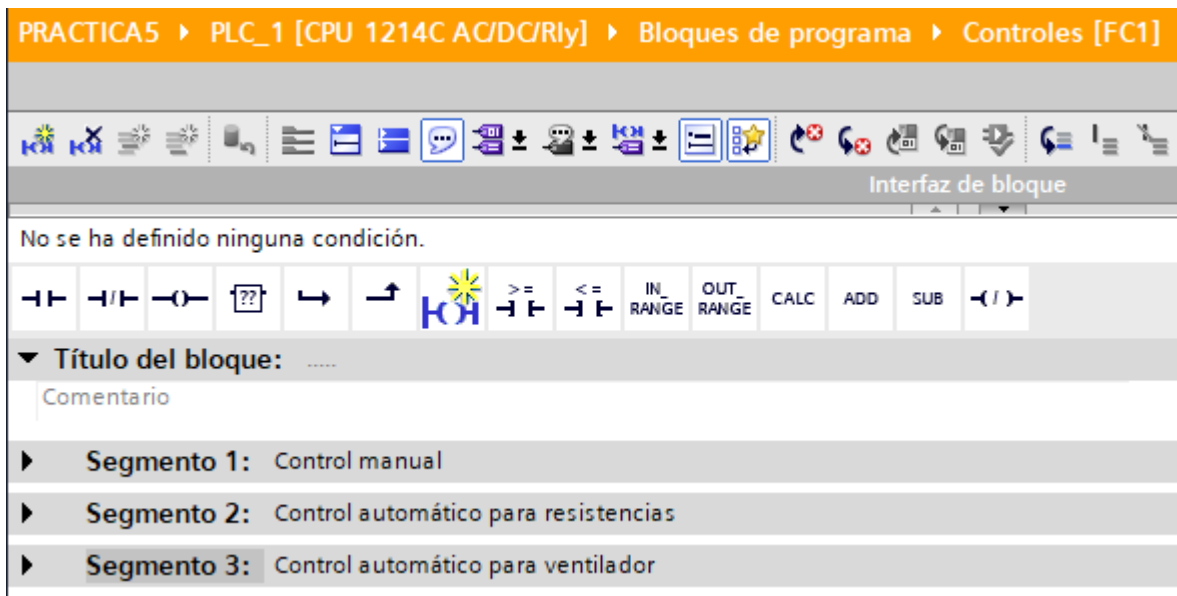


Figura 152 Función Controles Práctica #5

El segmento 1 de la función Controles contiene el control manual, desde el HMI (MAN_AUT) y desde la planta (PLANTA_ON). La cual permiten la activación de la resistencia 1, resistencia 2 y ventilador.

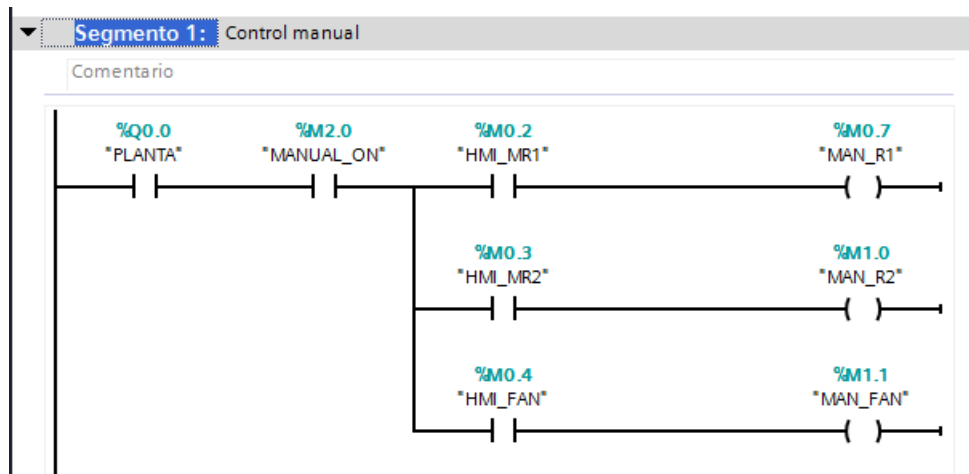


Figura 153 Segmento 1 de la función controles de la práctica #5.

El segmento 2 de la función Controles contiene el control automático, cumpliendo las siguientes condiciones

- Activación del control automático en el HMI (MAN_AUT).
- Activación de la planta (PLANTA_ON).

Estas condiciones activan el control automático y se proceda a la activación de cada una de las resistencias desde los botones del PLC o desde el HMI y cuando los selectores estén desactivados las resistencias no pueden operar.

- SEL_R1: Selector del módulo del PLC para control de la resistencia 1.
- HMI_AR1: Selector integrado en la imagen del HMI para control de la resistencia 1.
- SEL_R2: Selector del módulo del PLC para control de la resistencia 2.
- HMI_AR2: Selector integrado en la imagen del HMI para control de la resistencia 2.

En este proceso se considera lo llamado ventana de histéresis para poder definir los valores máximos y mínimos en los que estará oscilando la temperatura a estabilizar.

Se define que los valores deben estar entre los más, menos cinco. Si se tiene un setting de temperatura de 100 grados, el valor mínimo será 95 grados y el valor máximo será 105 grados.

Se tiene dos comparadores para la temperatura leída de la resistencia que se los usa para cumplir con las siguientes condiciones:

- Cuando el valor de temperatura actual se encuentre por debajo del valor mínimo, la resistencia se deberá activar.
- Cuando la temperatura actual de la resistencia se encuentre por encima del valor máximo, la resistencia se deberá desactivarse.

Segmento 2: Control automático para resistencias

Comentario

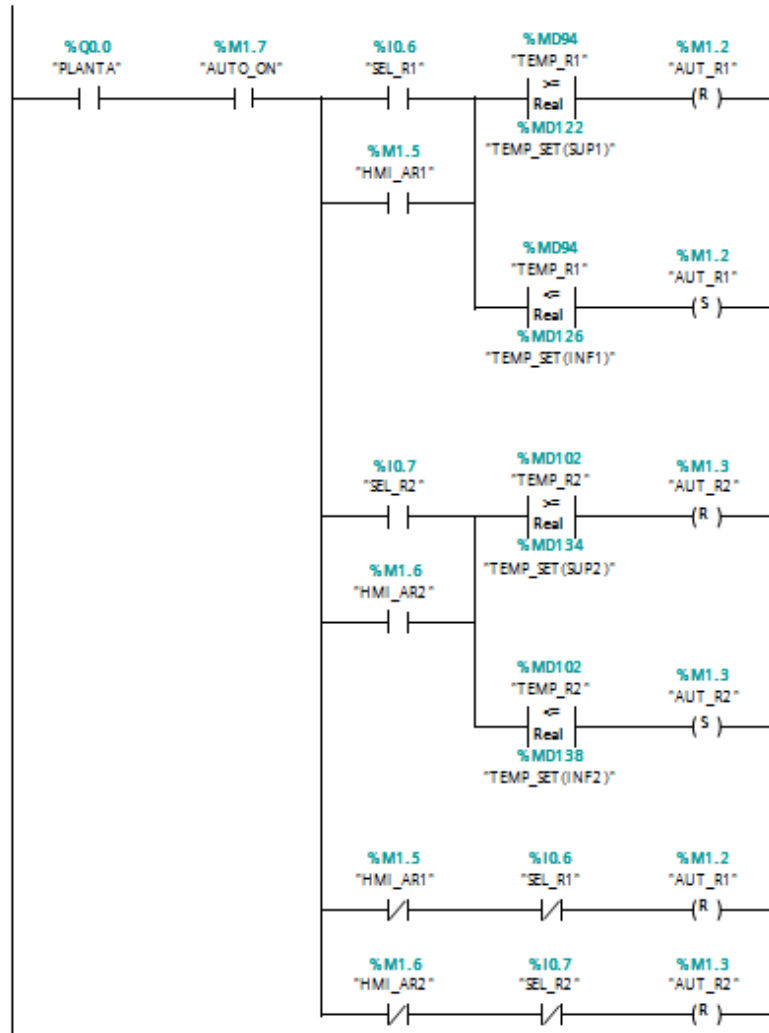


Figura 154 Segmento 2 de la función controles de la práctica #5.

El segmento 3 de la función Controles se activa cuando las condiciones del segmento 2 se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático. Se realizan dos comparaciones; primero la temperatura debe de estar sobre los 40 grados y segundo la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

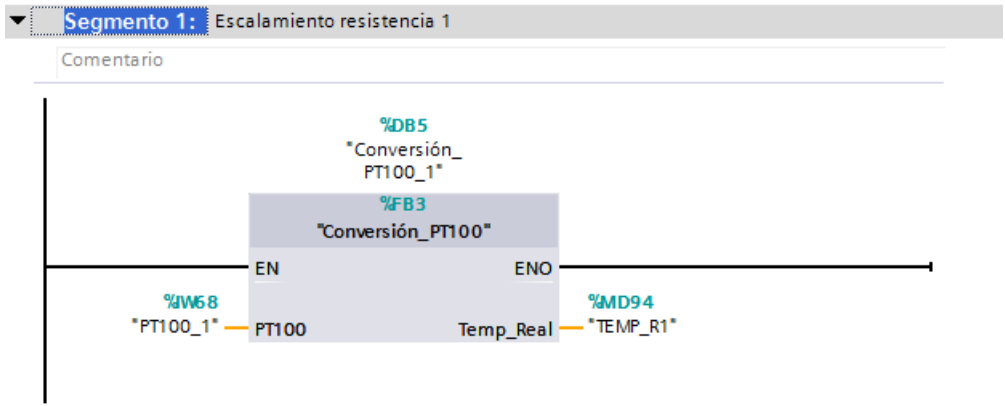


Figura 157 Segmento1 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5

Dentro del bloque de función Conversion_PT100 se encuentra la programación de las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 3 y 4 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

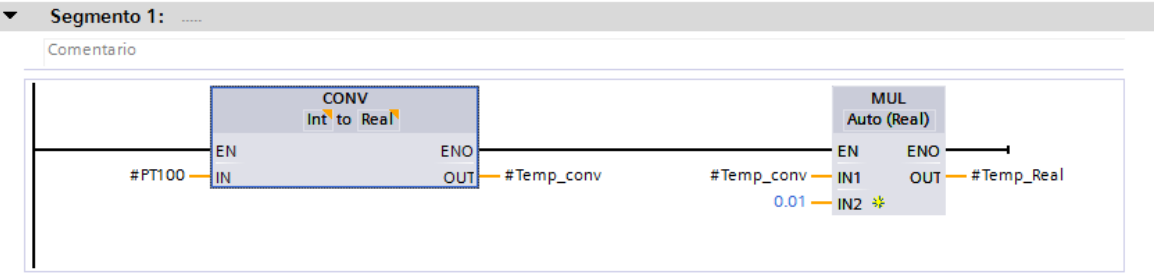


Figura 158 Segmento 1 del bloque de Función Conversion_PT100 para la resistencia 1 Práctica #5

El segmento 2 de la función Escalamiento y variables contiene el bloque de función Conversion_PT100 para la resistencia 2.

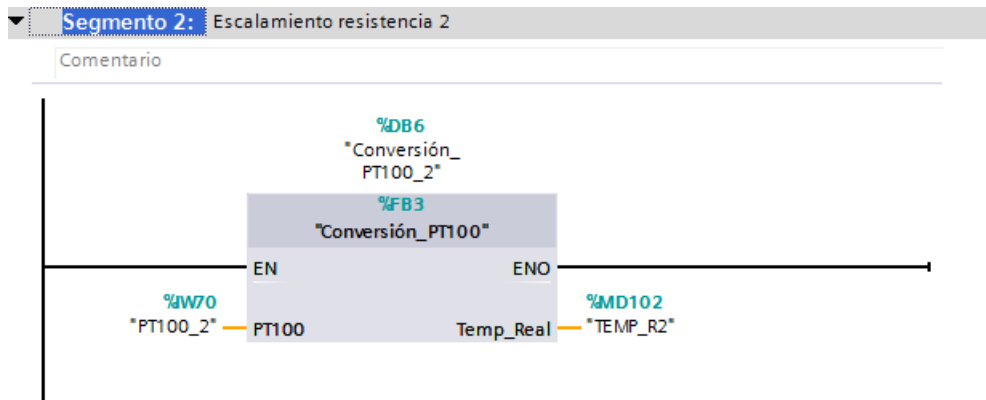


Figura 159 Segmento2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5

Dentro del bloque de función Conversión_PT100 se encuentra la programación de las señales analógicas.

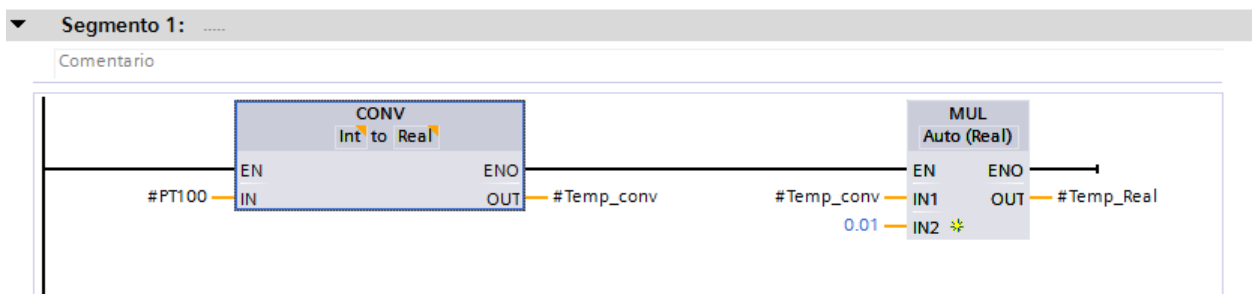


Figura 160 Segmento 1 del bloque de Función Conversión_PT100 para la resistencia 2 Práctica #5

El segmento 3 de la función Escalamiento y variables contiene el bloque de función Cálculo_Temps para las resistencias 1 y 2. A continuación se explica la programación de la resistencia 1 la cual se replica para la resistencia 2.

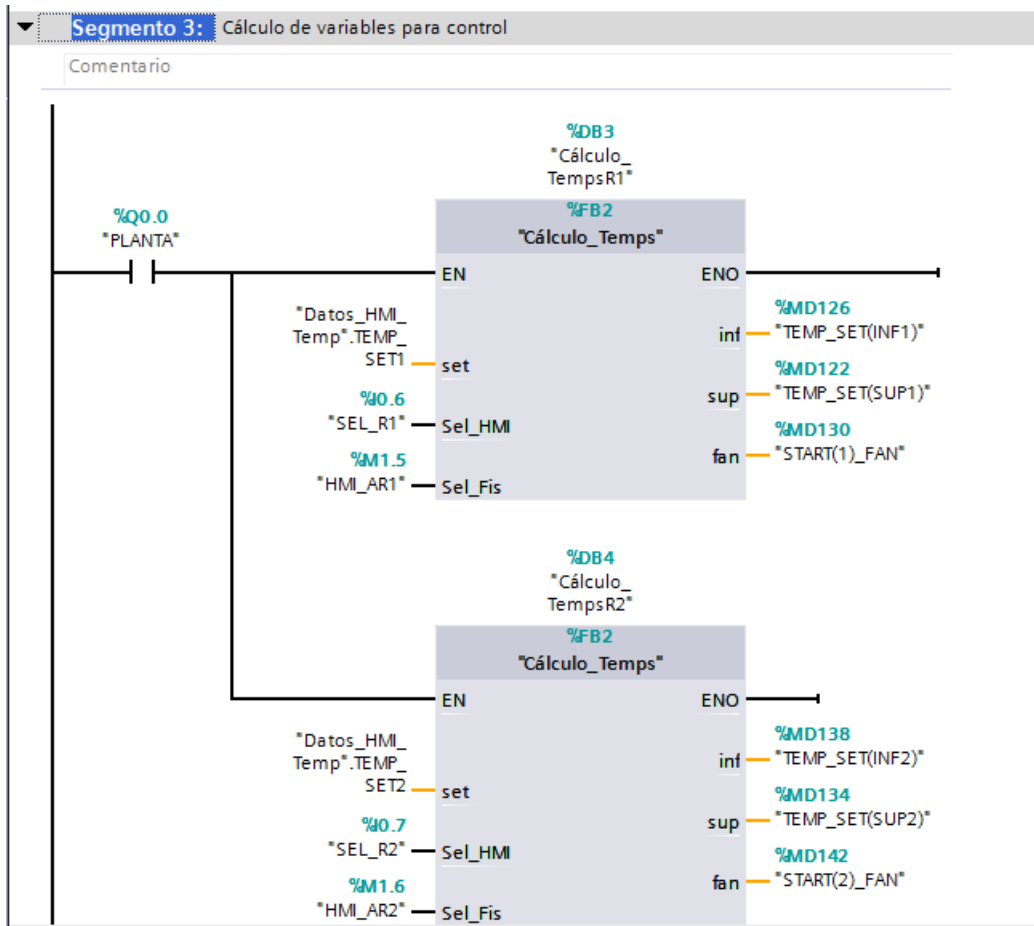


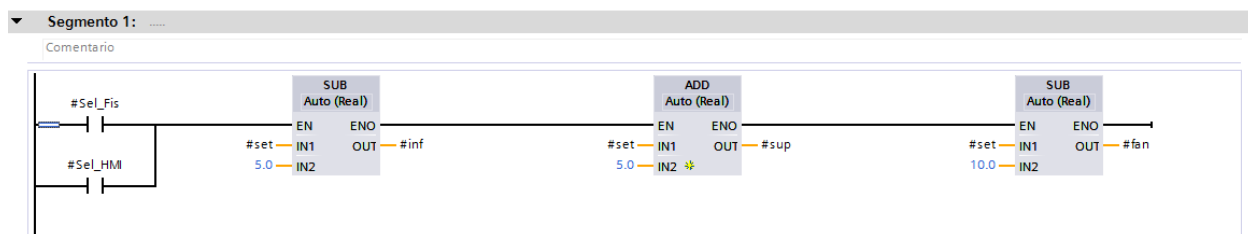
Figura 161 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #5

En un bloque de datos se definen las variables de entrada y salida del Bloque de función Cálculo_Temps.

PRACTICA5 ▶ PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ Cálculo_TempsR1 [DB3]						
Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arran						
Cálculo_TempsR1						
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Valor de observación	Remanen...	Accesible d...
1	▼ Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	■ set	Real	0.0	50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	■ Sel_HMI	Bool	false	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	■ Sel_Fis	Bool	false	FALSE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	▼ Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	■ inf	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	■ sup	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	■ fan	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 162 Bloque de datos para el cálculo de temperatura de la resistencia 1

Dentro del bloque de función Cálculo_Temps se encuentra la programación de los valores para realizar las comparaciones en donde se considera solo la temperatura de estabilización En temperatura mínima se realiza una resta de 5. En temperatura máxima, se realiza una suma de 5 y por último la temperatura de arranque del ventilador, en la cual se define una resta de 10 grados.



9. La imagen HMI se la trabaja igual que en el anexo 4.

Anexo 6: Práctica #6

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI, como se indica en la Práctica #3 (Anexo 3)

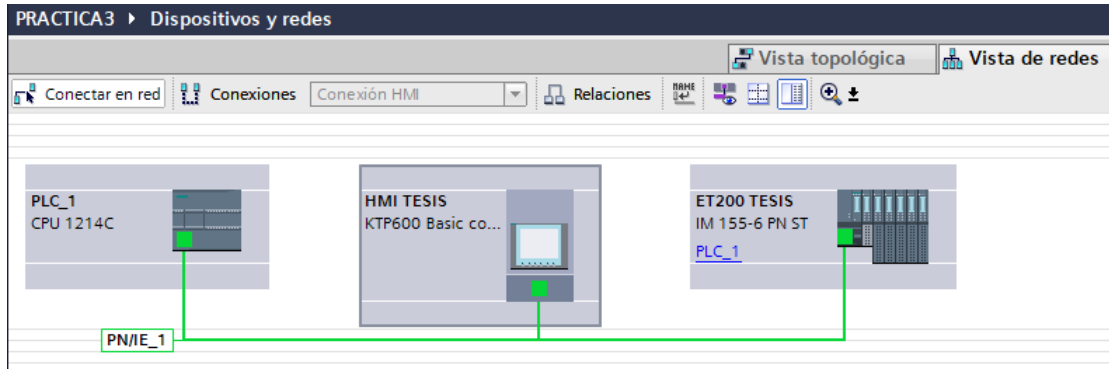


Figura 163 Red PROFINET entre PLC, HMI y ET 200SP

2. En el lado izquierdo del software damos clic en dispositivos y redes

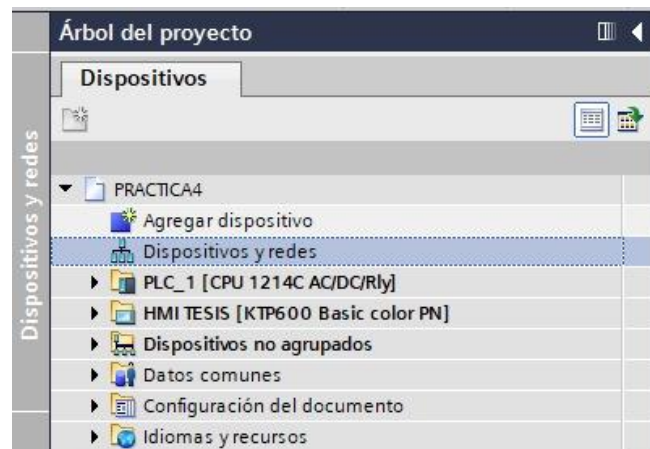


Figura 164 Árbol de proyectos Práctica #6

3. En la vista topológica damos clic en PLC_1 y obtenemos la vista de las propiedades del PLC. En el apartado de Direcciones Ethernet, habilitamos la opción de “Utiliza router”

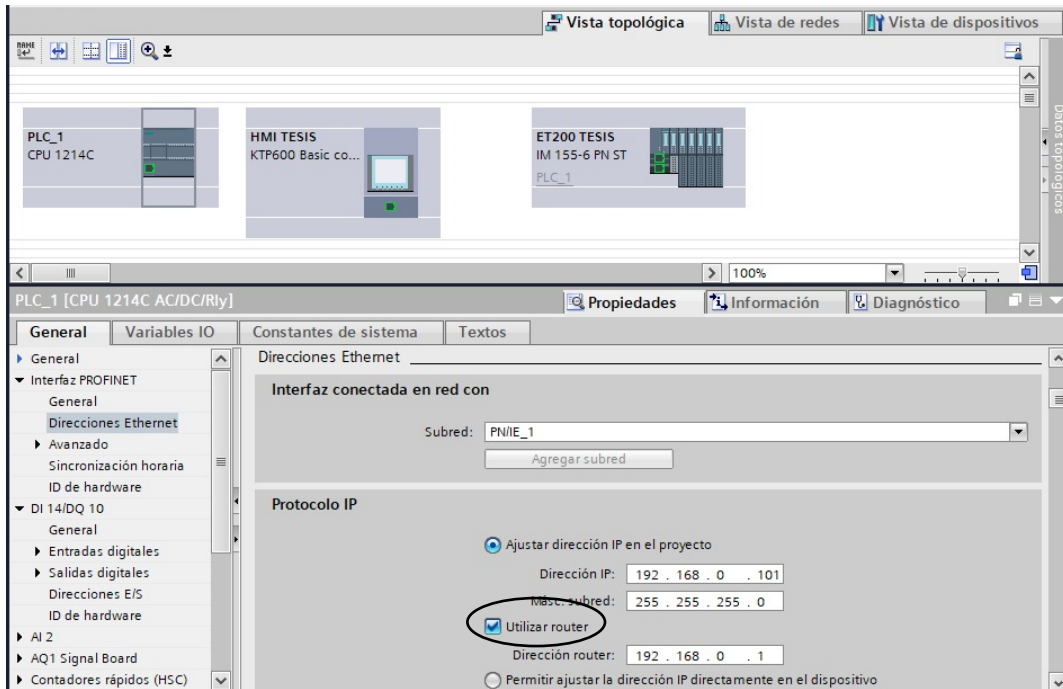


Figura 165 Opción de "Utilizar router" en PLC

4. En la laptop se debe trabajar con una IP estática por lo tanto se debe realizar el siguiente cambio:

- a. Ingresar al panel de control, seleccionar “Redes e Internet” - “Centro de redes y recursos compartidos”

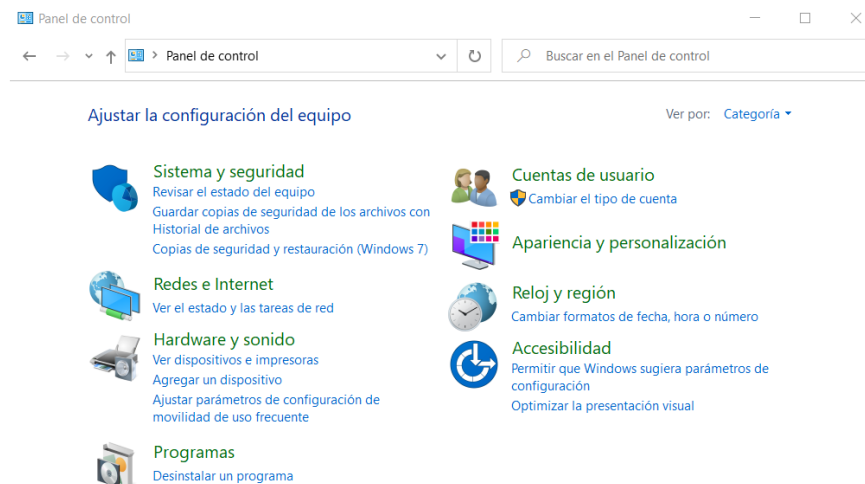


Figura 166 Panel de control del ordenador.

b. Dar clic en “Cambiar configuración del adaptador”

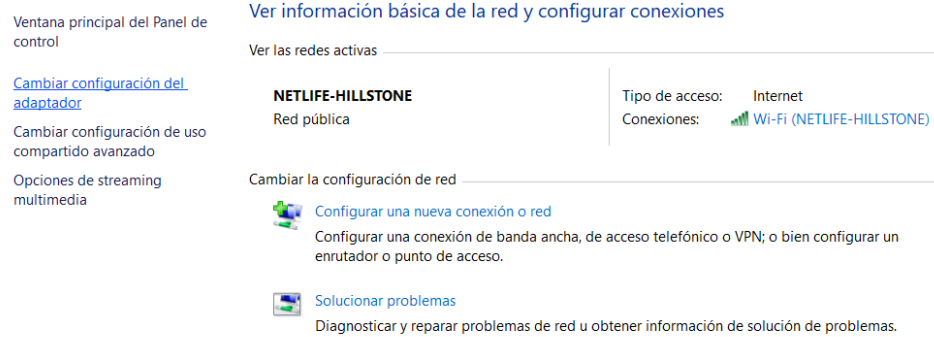


Figura 167 Ventana de Redes e Internet

c. En la nueva ventana que se abre, dar clic derecho en la tarjeta WI-FI, ingresar a propiedades. Seleccionar la opción TCP/IPv4 y dar clic en Propiedades.

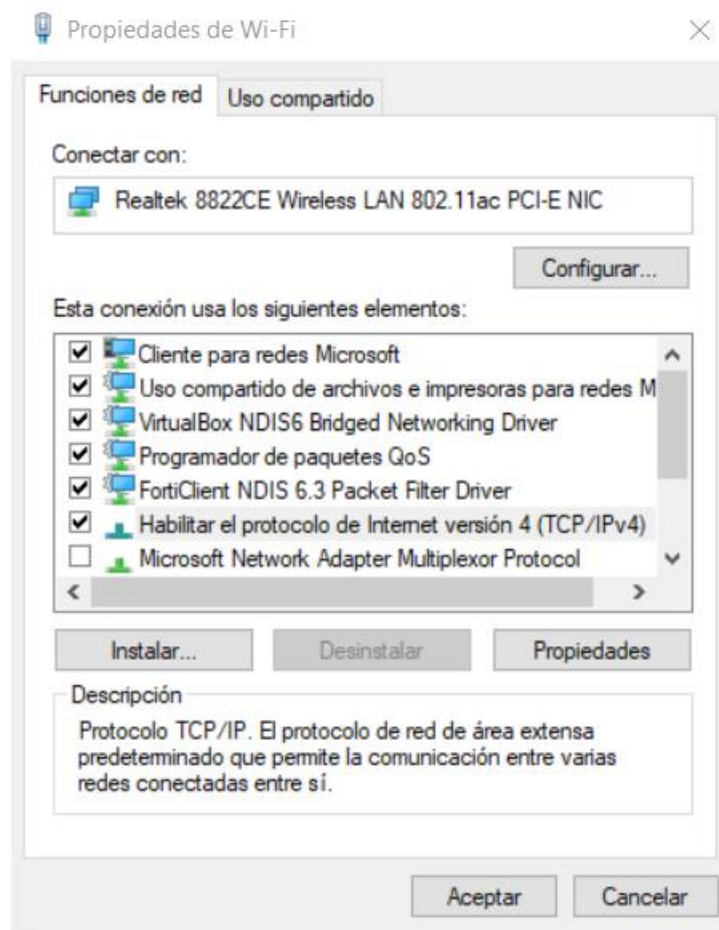


Figura 168 Ventana de propiedades de red Wifi

- d. Habilitar la opción de Usar la siguiente dirección IP. De este modo se configura la IP del ordenador.

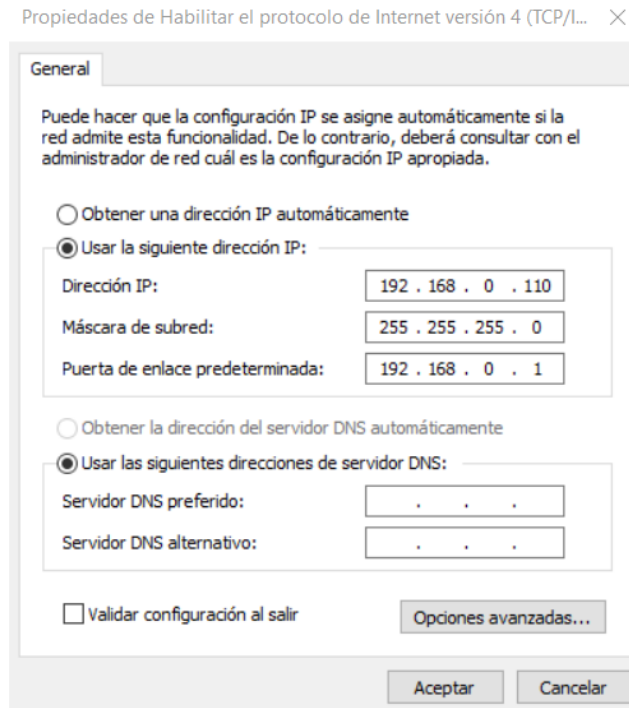


Figura 169 Ventana de propiedades de protocolo de internet TCP/IP

5. Descargar la aplicación “Tether” de TP-Link en un dispositivo móvil e ingresar a la aplicación.



Figura 170 Icono de la aplicación "Tether"

6. Se procede a configurar.
 - a. En la opción “Herramientas” dar clic en “Modo de operación”.

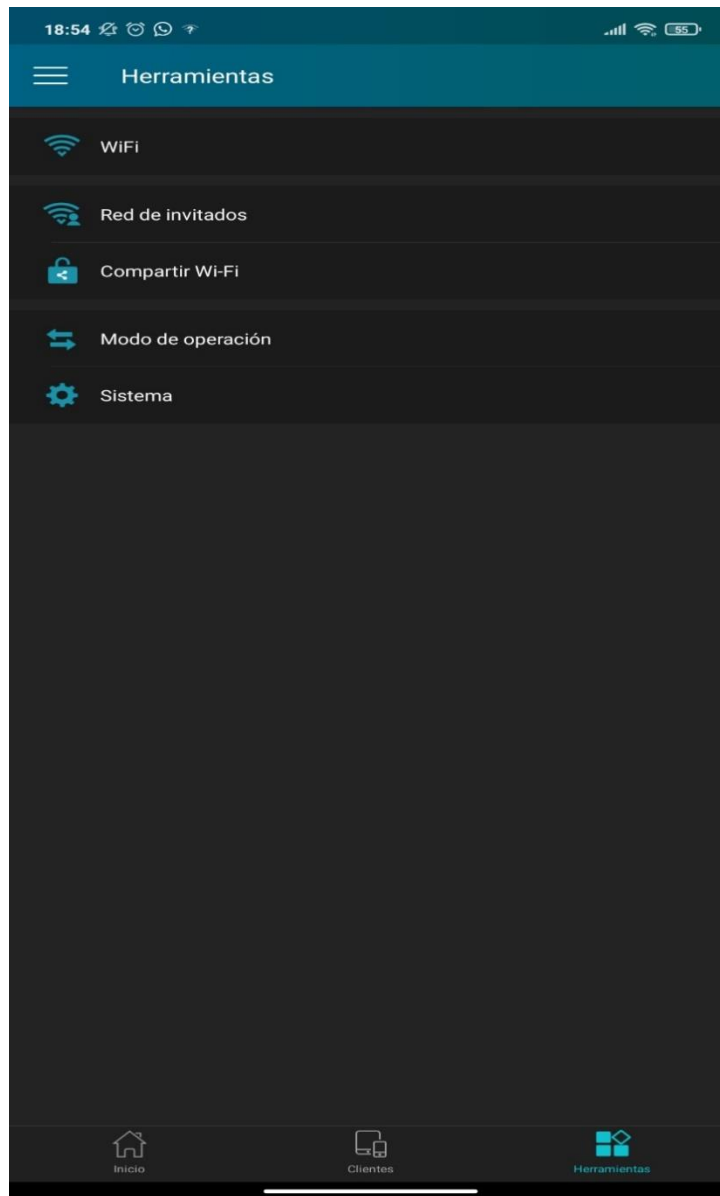


Figura 171 Opción "Herramientas" de la aplicación "Theter"

- b. Dentro del “Modo de operación” se habilita la opción “Punto de acceso (Corriente)” y se guarda esta configuración.

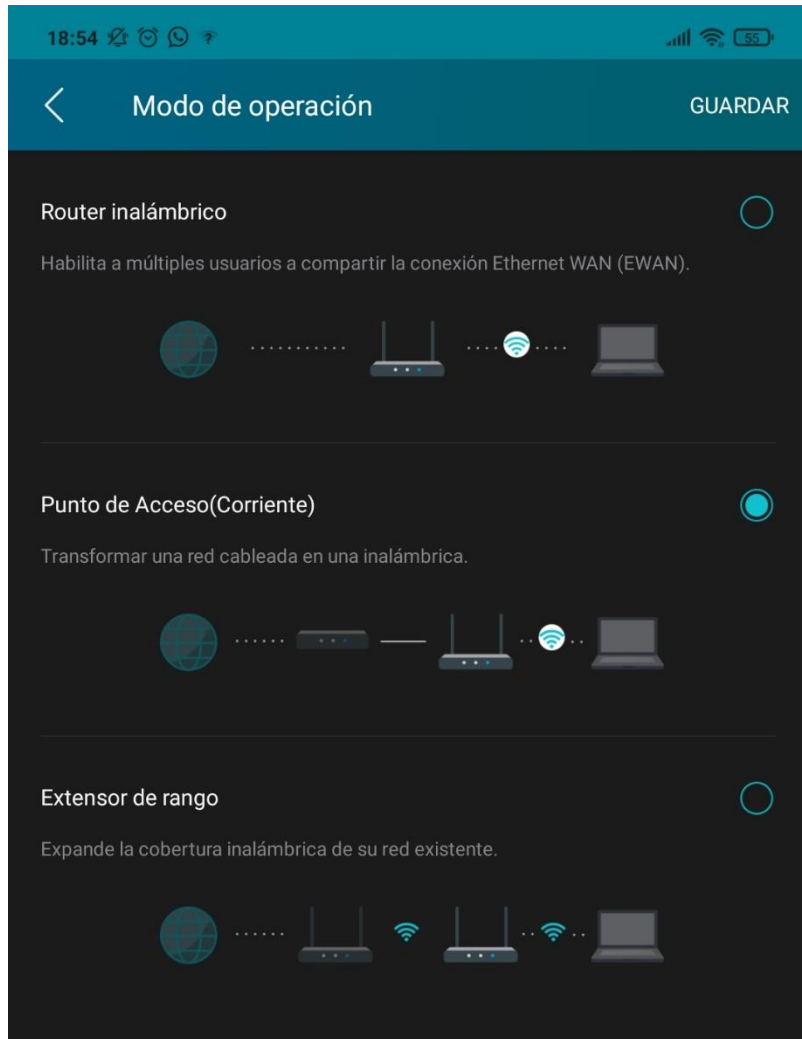


Figura 172 Opción de Punto de Acceso de la aplicación "Tether"

- c. Muestra la siguiente ventana en la cual pide ingresar el nombre de la red y la contraseña. Se guarda la configuración.

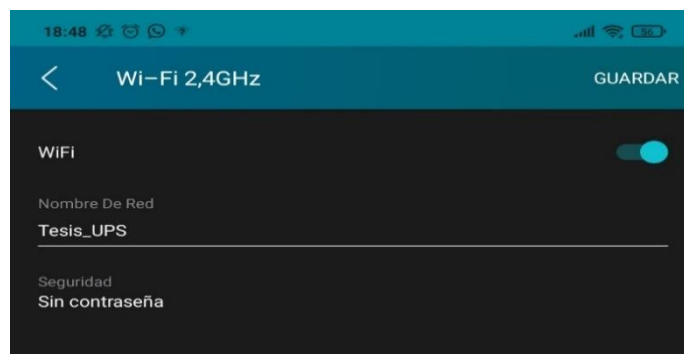


Figura 173 Configuración de la red inalámbrica en la aplicación "Theter"

- d. Se finaliza la configuración de la red y nos muestra la siguiente ventana con toda la configuración

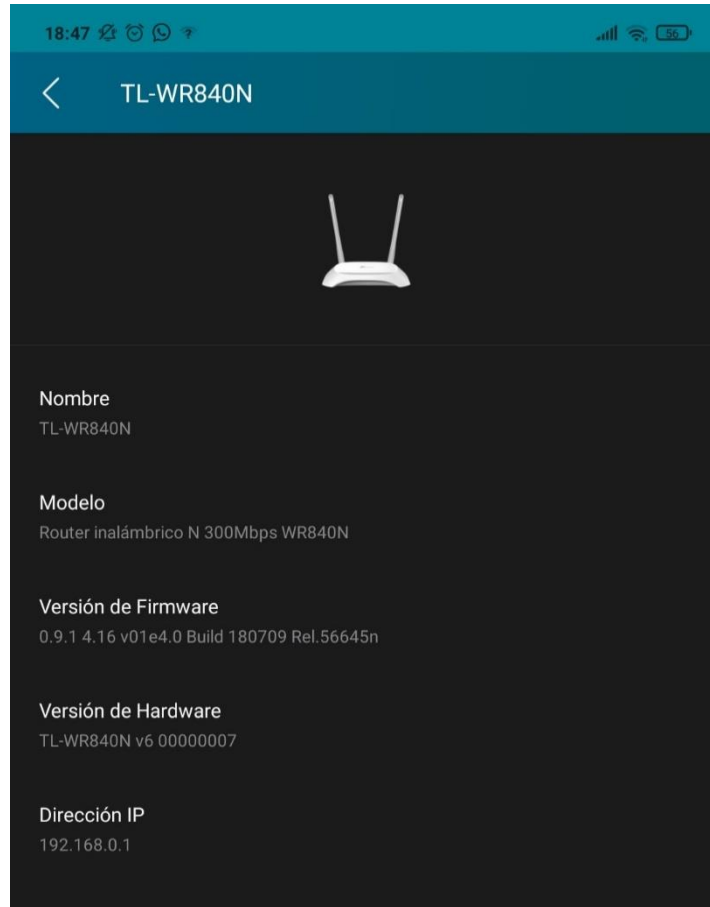


Figura 174 Datos de la red inalámbrica del Router.

7. Al finalizar la práctica tendremos una red inalámbrica del ordenador hacia los módulos.

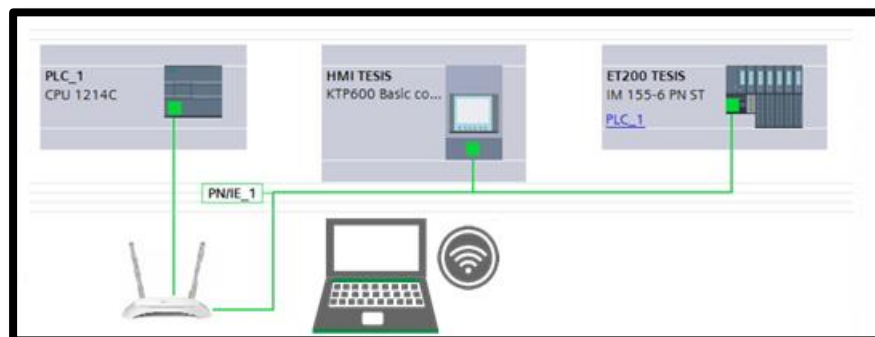


Figura 175 Diagrama de red inalámbrica de los dispositivos usados en la práctica #6

8. En el árbol de proyectos, se tiene la opción de Accesos online y poder visualizar que tarjeta de red se está usando. En este caso se habilita la tarjeta “Qualcomm Atheros AR956x Wireless Network Adapter”.



Figura 176 Tarjeta de red Wireless en Tia Portal.

Anexo 7: Práctica #7

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la práctica #3 (Anexo 3)
2. Programar el control, desde el árbol del proyecto del PLC_1 [CPU 1214 AC/DC/Rly], bajar hasta Bloques de programa - Main [OB1].

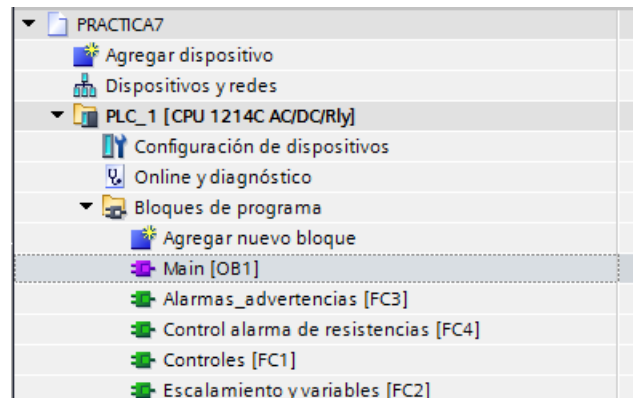


Figura 177 Árbol del proyecto del PLC_1 para la práctica #7

3. En el segmento uno se llama a las funciones que contienen la programación organizada para la mejora de arranque de la planta.

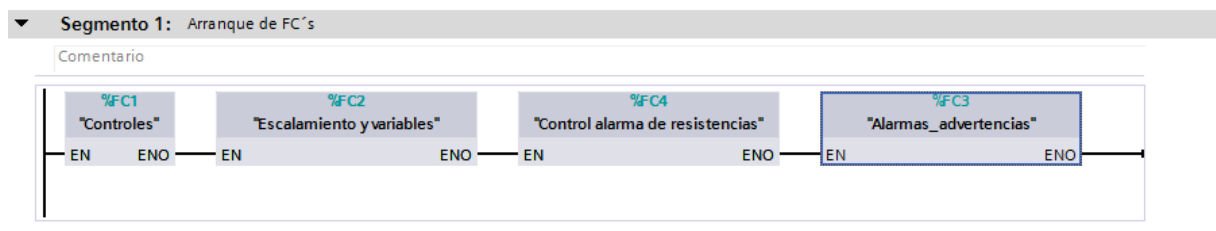


Figura 178 Segmento 1 de la práctica #7

La función Controles contiene la programación de 4 segmentos para el respectivo control manual automático.

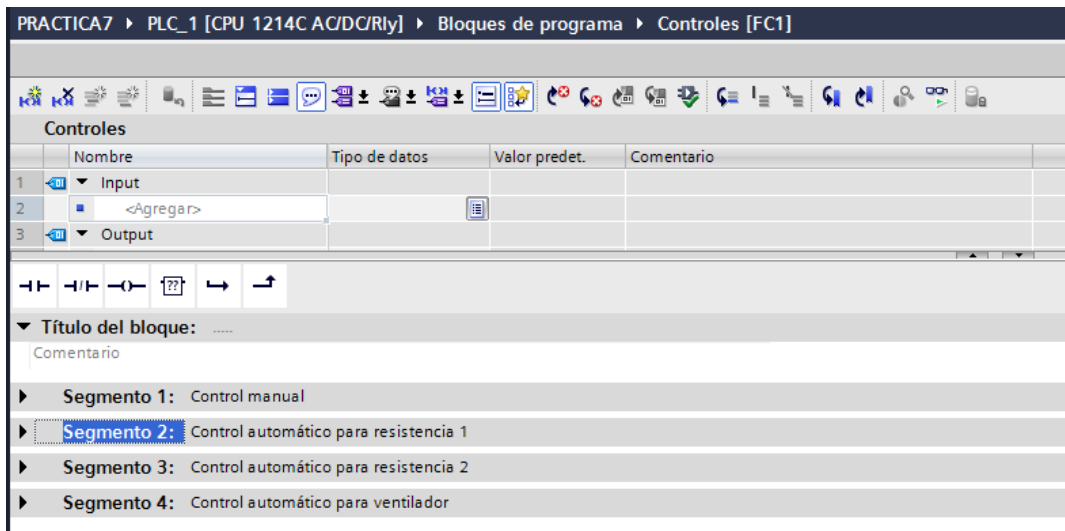


Figura 179 Función Controles Práctica #7

El segmento 1 de la función Controles contiene el control manual, desde el HMI (MAN_AUT) y desde la planta (PLANTA_ON). La cual permiten la activación de la resistencia 1, resistencia 2 y ventilador.

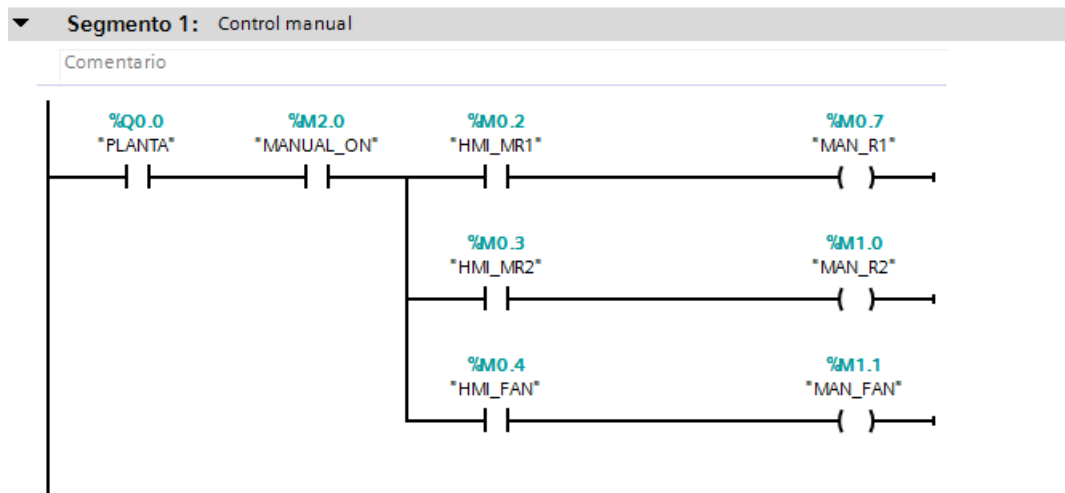


Figura 180 Segmento 1 de la función controles de la práctica #7.

El segmento 2 y 3 contiene el control automático de las resistencias 1 y 2 respectivamente. Dentro de estos segmentos se encuentra el Bloque de función Auto_Res.

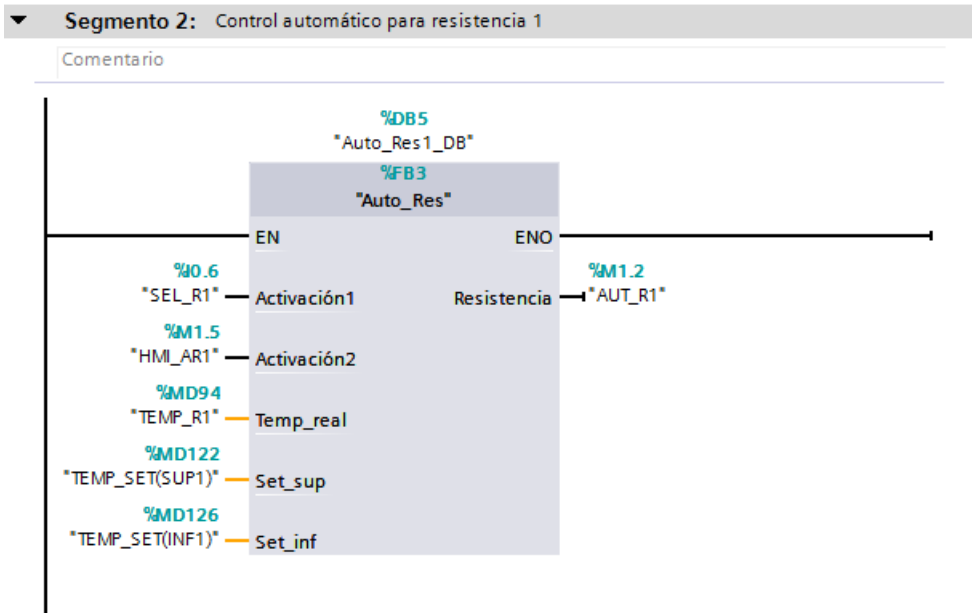


Figura 181 Segmento 2 de la función controles de la práctica #7.

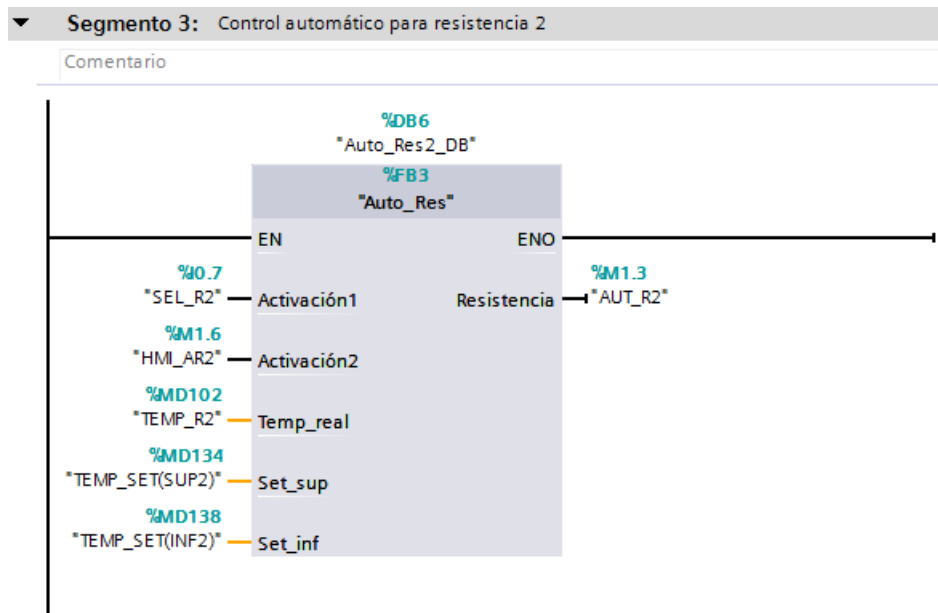


Figura 182 Segmento 3 de la función controles de la práctica #7.

En el Boque de Función Auto_Res se encuentra la programación de la activación de las resistencias.

- Cuando se active la resistencia sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 y la temperatura se mayor o igual a la seteada, la resistencia se restea.
- Cuando se active la resistencia sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 y la temperatura se menor o igual a la seteada, la resistencia permanece activa.

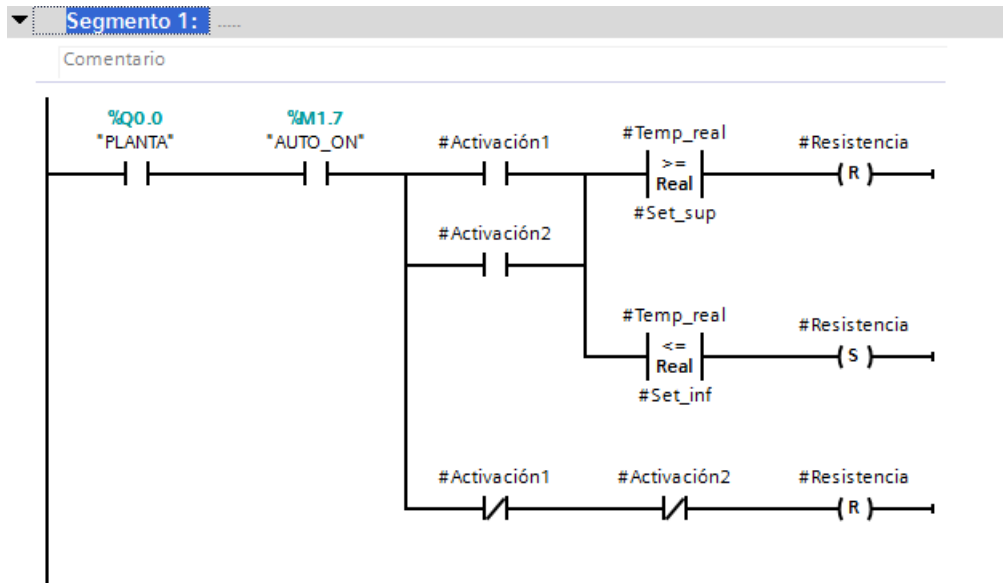


Figura 183 Segmento 1 del bloque de función Auto_Res de la práctica #7.

El segmento 4 de la función Controles se activa cuando las condiciones de los segmentos anteriores se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático. Se realizan dos comparaciones; primero la temperatura debe de estar sobre los 40 grados y segundo la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

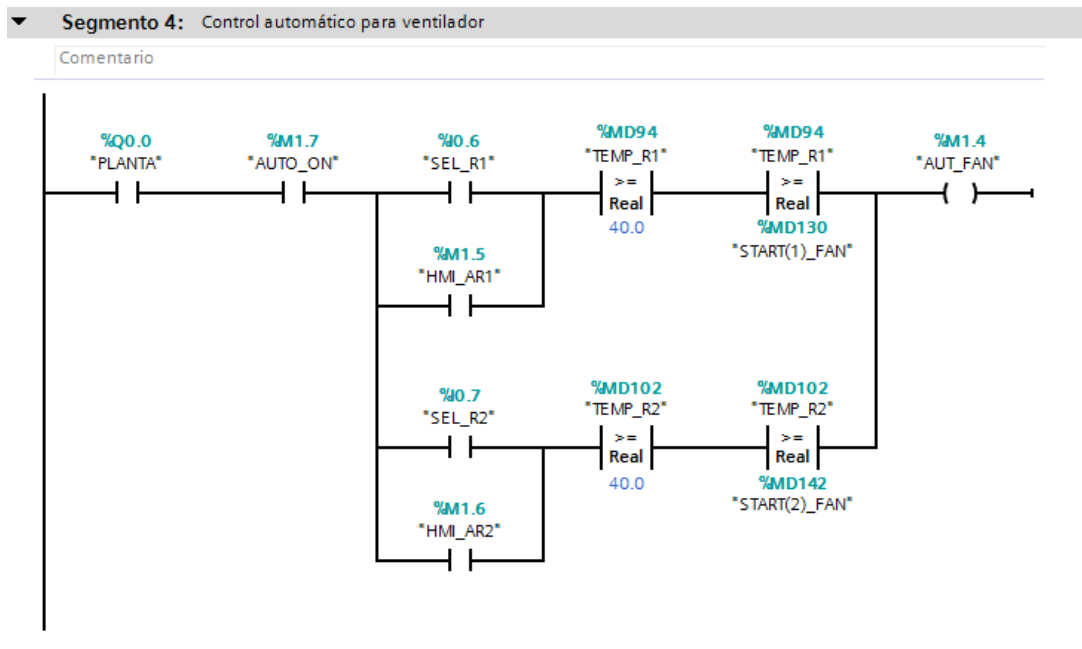


Figura 184 Segmento 4 de la función controles de la práctica #7.

La función FC2 – Escalamiento y variables. Contiene 3 segmentos de programación

PRACTICA7 > PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Escalamiento y variables [FC2]

Escalamiento y variables

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	Input			
2	<Agregar>			
3	Output			

Título del bloque:

Comentario

- Segmento 1: Escalamiento resistencia 1
- Segmento 2: Escalamiento resistencia 2
- Segmento 3: Cálculo de variables para control

Figura 185 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.

El segmento 1 y 2 contiene la programación de las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la

instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 1 y 2 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

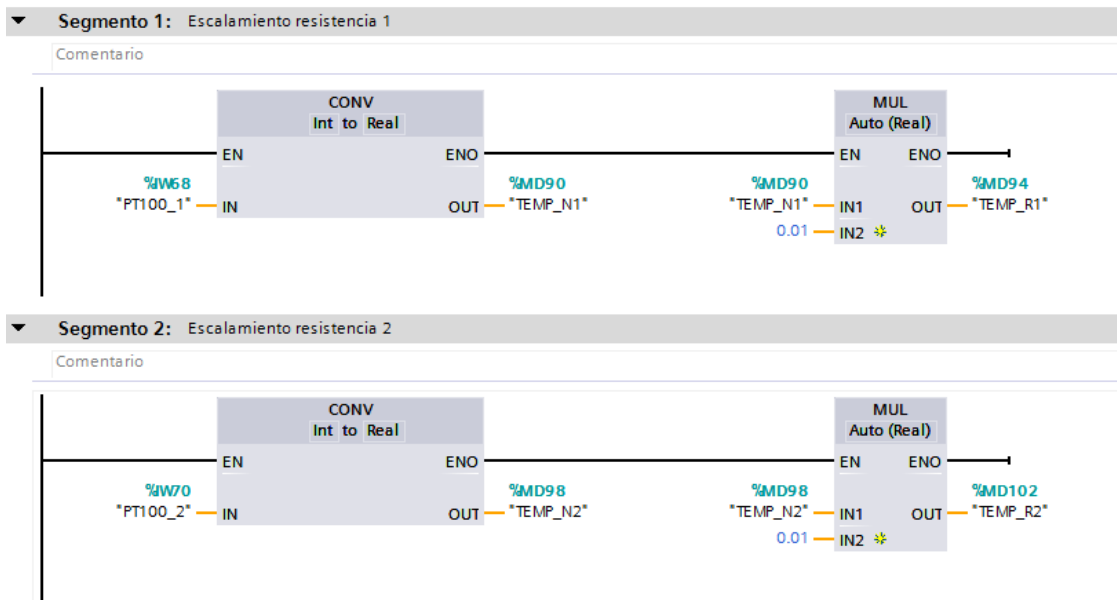


Figura 186 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.

El segmento 3 de la función Escalamiento y variables contiene el bloque de función Cálculo_Temps el cual es activado cuando las resistencias 1 y 2; Sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 sean activadas.

Segmento 3: Cálculo de variables para control

Comentario

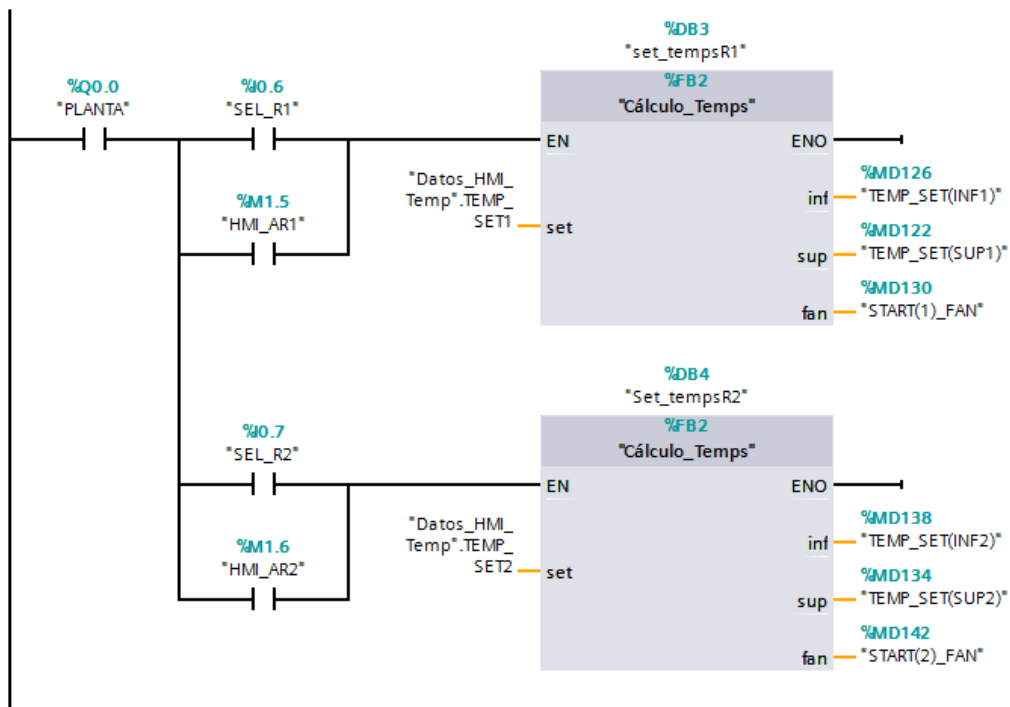
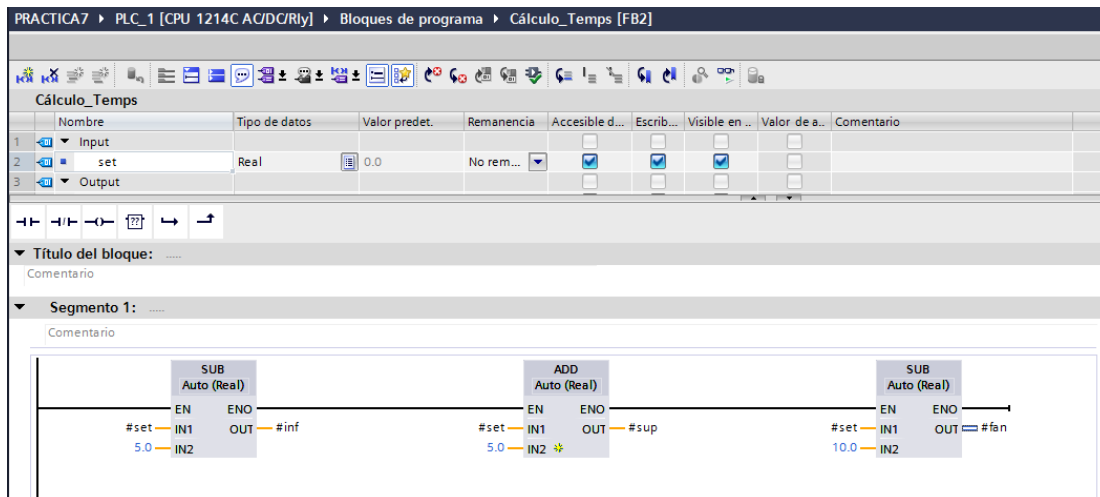


Figura 187 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #7.

Dentro del bloque de función Cálculo_Temps se encuentra la programación de los valores para realizar las comparaciones en donde se considera solo la temperatura de estabilización. En temperatura mínima se realiza una resta de 5. En temperatura máxima, se realiza una suma de 5 y por último la temperatura de arranque del ventilador, en la cual se define una resta de 10 grados.



La función FC2 – Control alarma de resistencias. Contiene 3 segmentos de programación

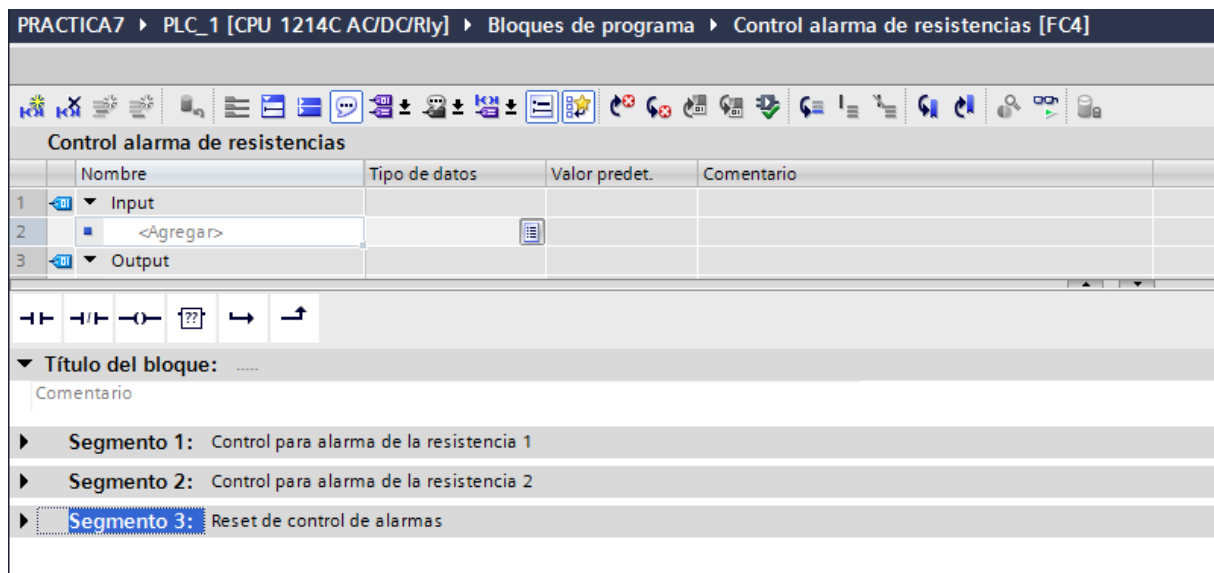


Figura 188 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.

El segmento 1 y 2 de la función Control alarma de resistencias contiene el control de seguridad para una temperatura alta en las resistencias 1 y 2 respectivamente. Dentro del segmento cuando la planta y la resistencia 1 se activen. Estas darán paso al bloque de función Alarma_resistencias y la protección de un temporizador el cual se habilita cuando la resistencia esta encendida, después de 30 segundos la deja activada.

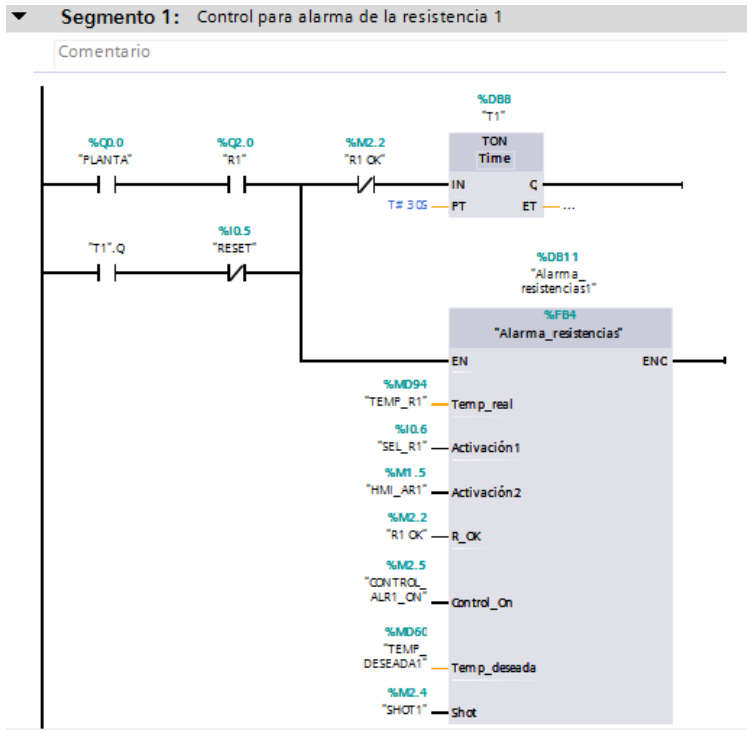


Figura 189 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.

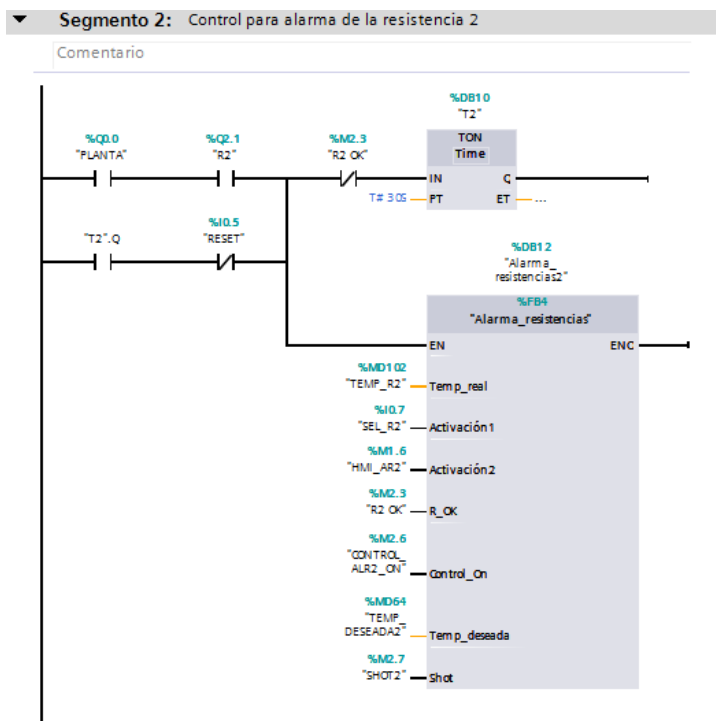


Figura 190 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #7.

Dentro del bloque de función Alarma_Resistencia se encuentra la programación de la protección de la resistencia.

En la línea 1, cuando la resistencia tiene una temperatura real mayor igual a la seteada la resistencia envía el dato de que la resistencia está operando correctamente.

En la línea 2, tenemos la activación del control automático y cuando este se active envía una suma de 15 grados a la temperatura. ----SE PUEDE EXPLICAR MEJOR-----

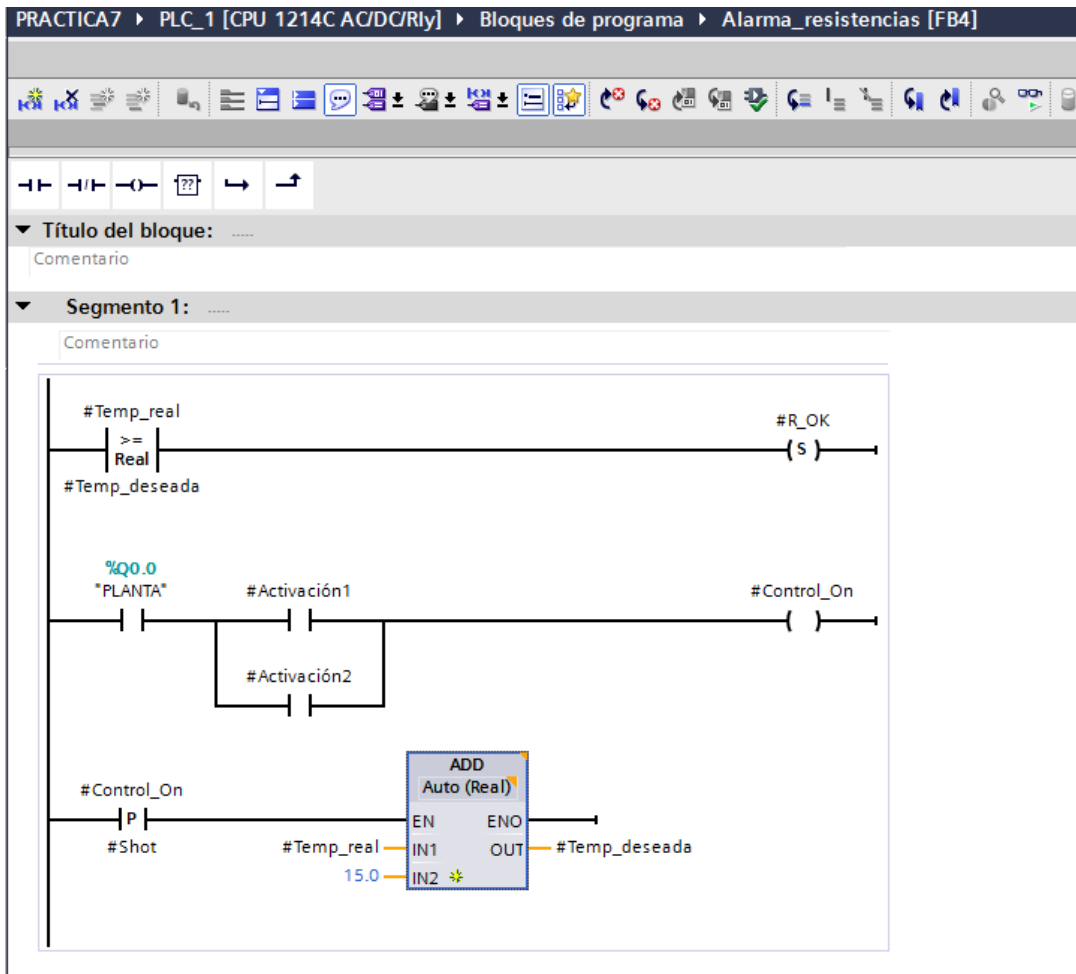
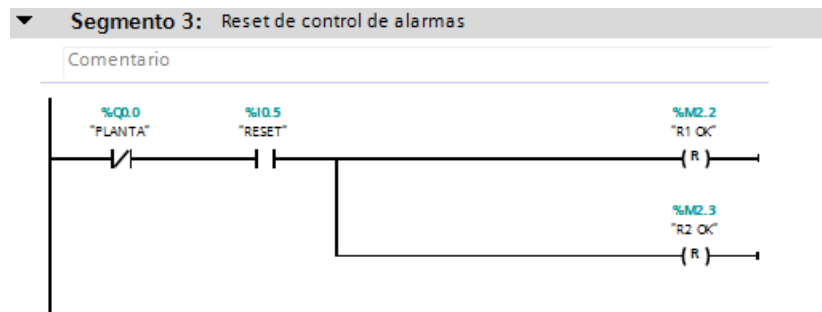


Figura 191 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #7.

El segmento 3 de la función Control alarma de resistencias contiene la desactivación de las resistencias mediante un botón del módulo PLC S7-1200.



La función FC3 – Alarmas_advertencias. Contiene 9 segmentos de programación.

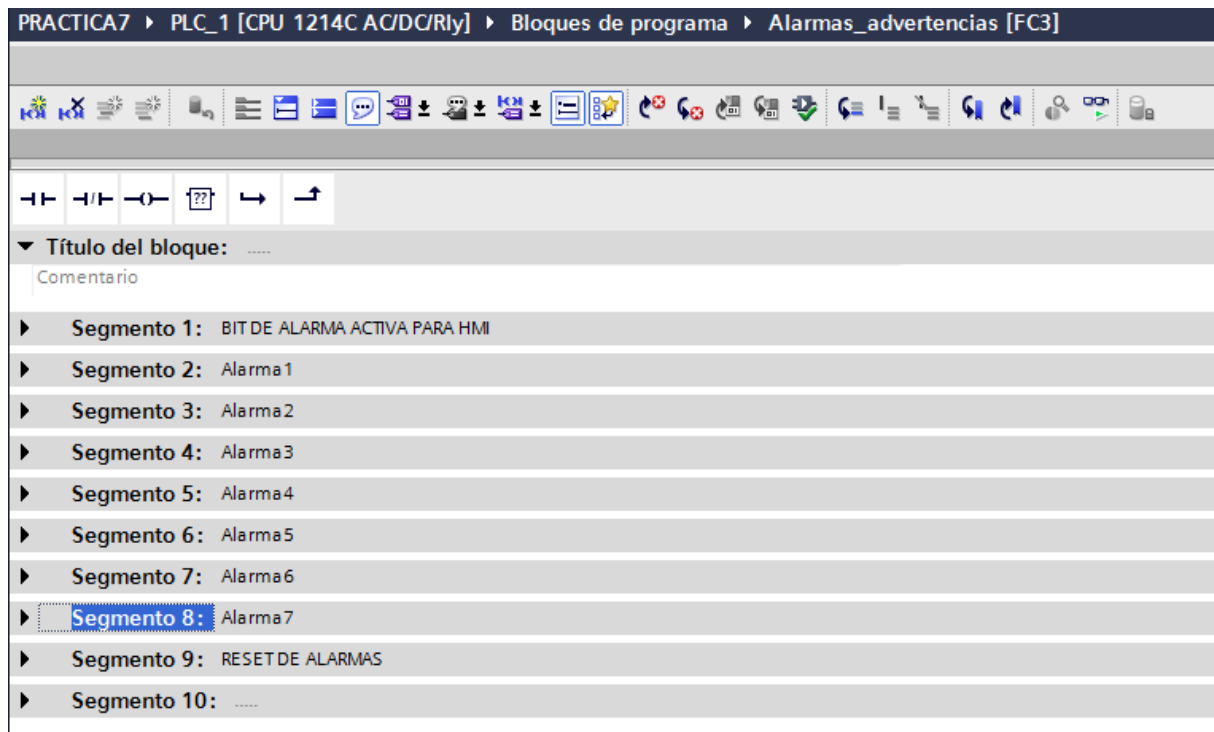


Figura 192 Segmentos de la Función Alarmas_advertencias Práctica #7

El segmento 1 de la función Alarmas_advertencias contiene el bit de cada alarma que se activa en el HMI.

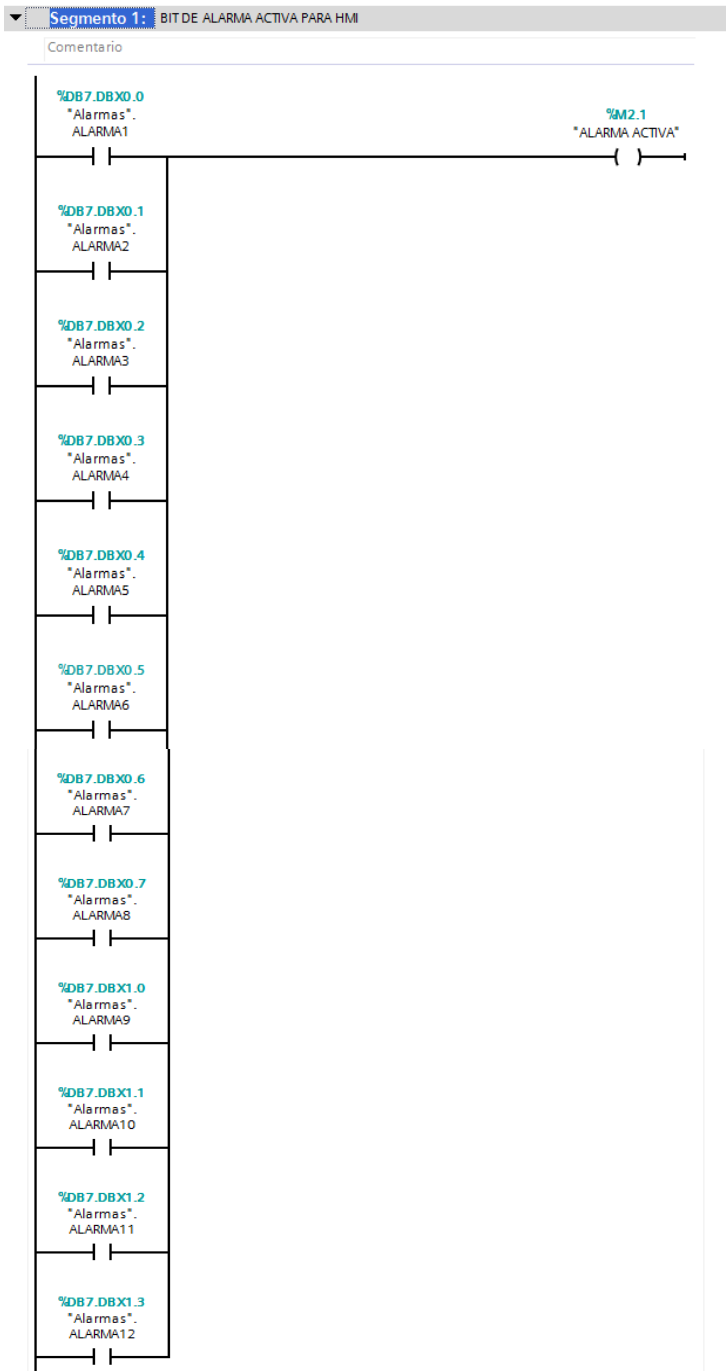


Figura 193 segmento 1 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.

Los siguientes segmentos de la función Alarmas_advertencias cumplen las siguientes funciones:

Segmento 2: Si se activa el Paro de Emergencia desde el módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 3: Si se activa el Paro de Emergencia desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 4: Si se activa el dispositivo de seguridad desde el módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 5: Si se activa el dispositivo de seguridad desde el módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI

Segmento 6: Si se activa el Paro desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 7: Si se activa la alarma de la resistencia 1 por el control explicado anteriormente, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 8: Si se activa la alarma de la resistencia 2 por el control explicado anteriormente, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

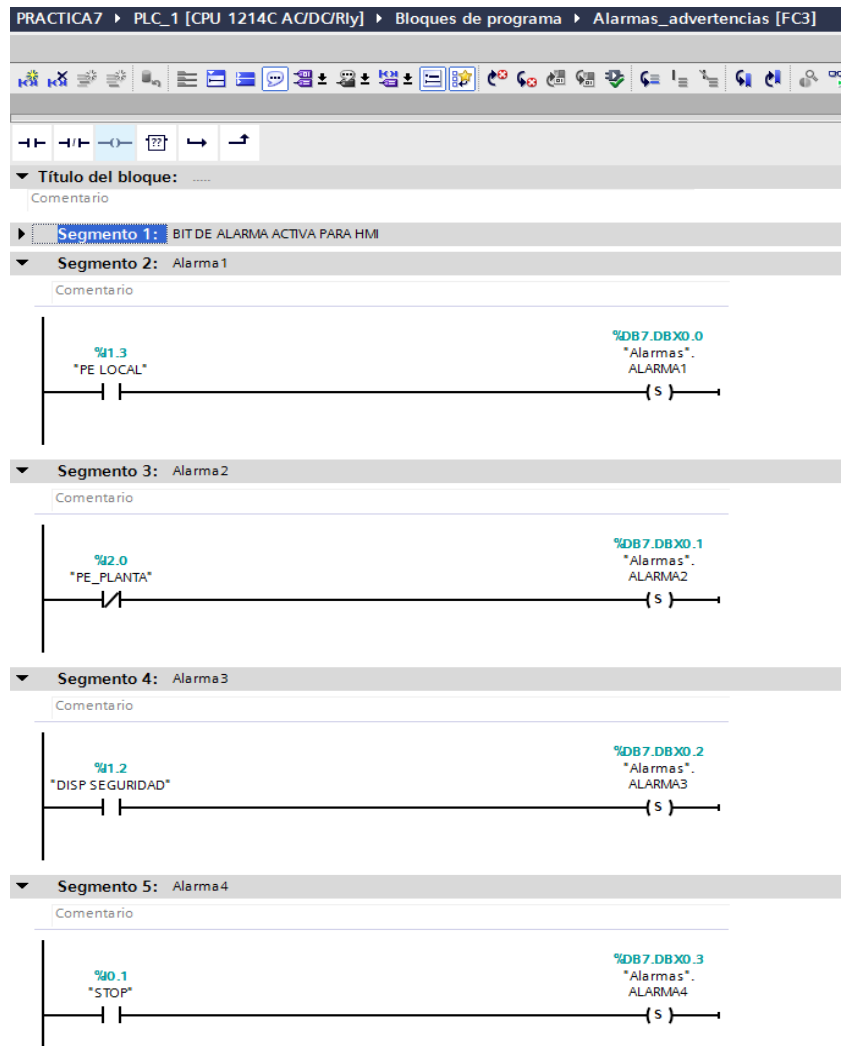


Figura 194 segmento 2, 3, 4 y 5 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.

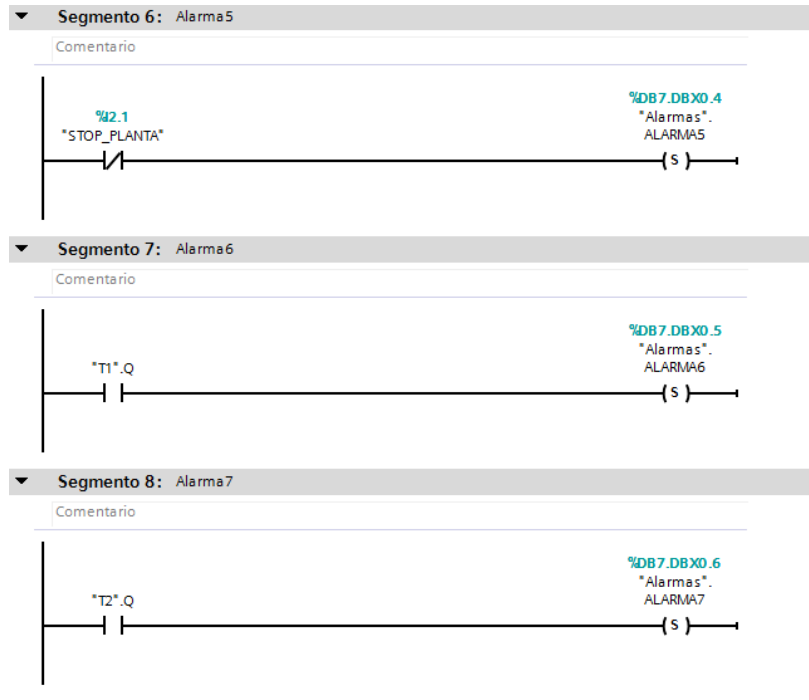


Figura 195 Segmento 6, 7 y 8 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.

El último segmento de la función Alarmas_advertencias permite el reinicio de las alarmas desde un botón del módulo PLC S7-1200.

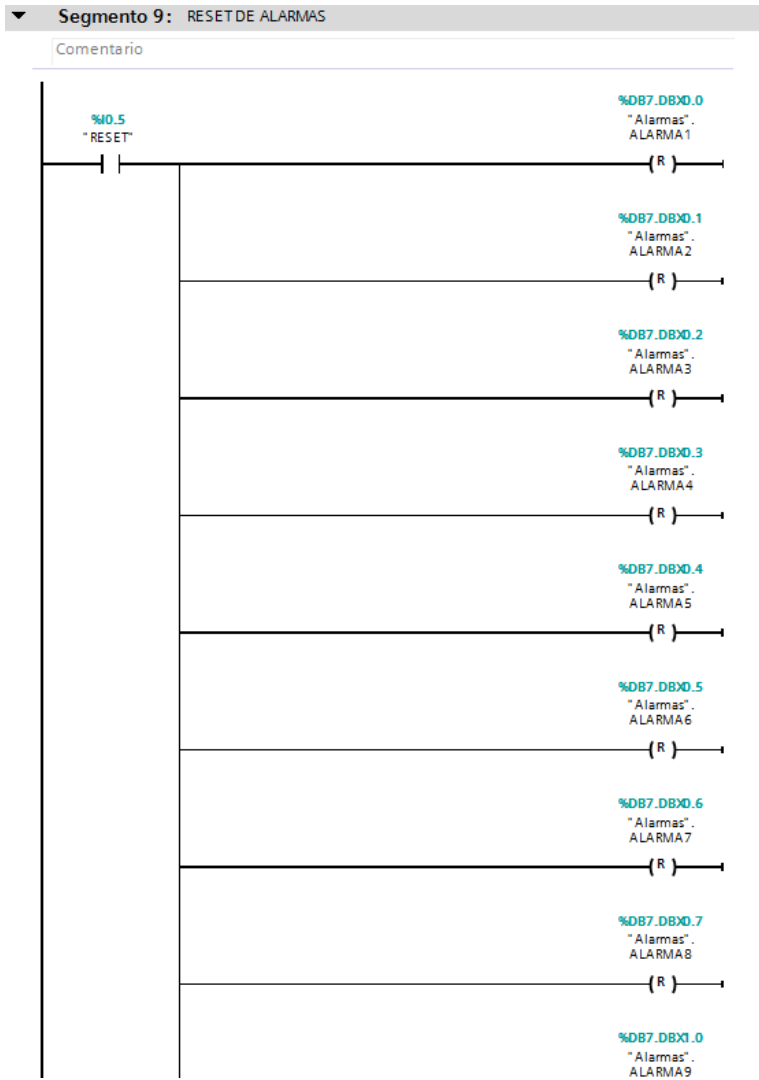


Figura 196 Segmento 9 de la función Alarmas_advertencias Práctica #7.

- Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento dos se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia.

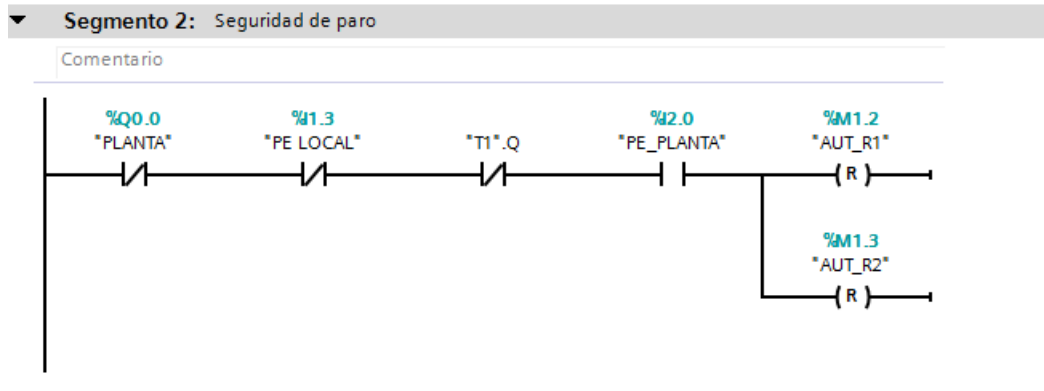


Figura 197 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #7

- Para continuar con el segmento 2 y 3 del Main [OB1] se llama al bloque de función T_Arranque.

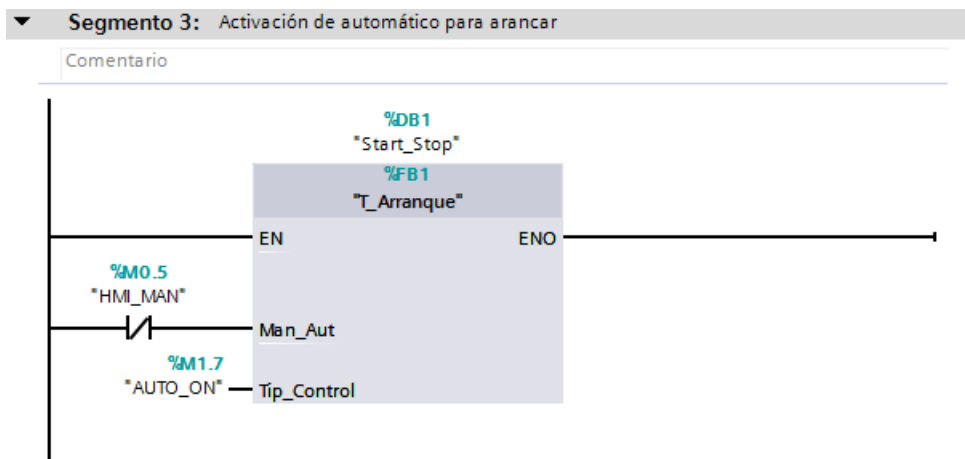


Figura 198 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #7

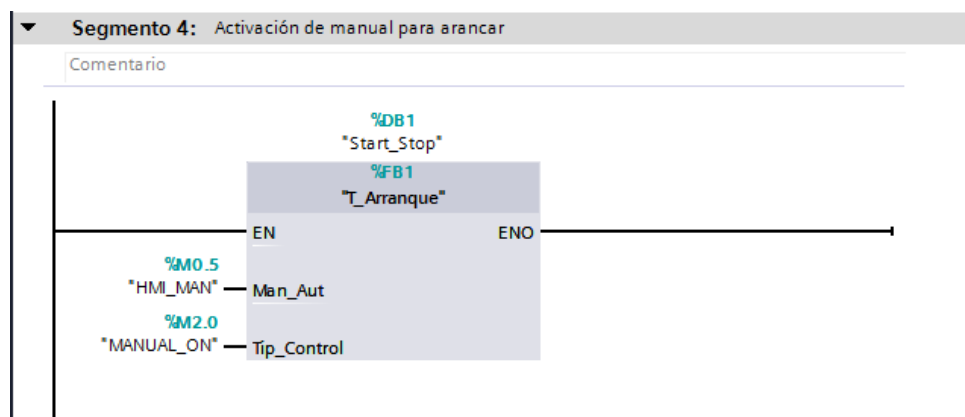


Figura 199 Segmento 4 del Main [OB1] en la práctica #7

Dentro del bloque de función T_Arranque tenemos las seguridades de paro y de igual forma las de arranque; considerando las condiciones de arranque se activará el control deseado, en este caso “AUTO_ON” o “MANUAL_ON”. La única variable de entrada será “HMI_MAN_AUT” que en los segmentos se define si es un contacto normalmente abierto o cerrado; esto define el control manual o automático.

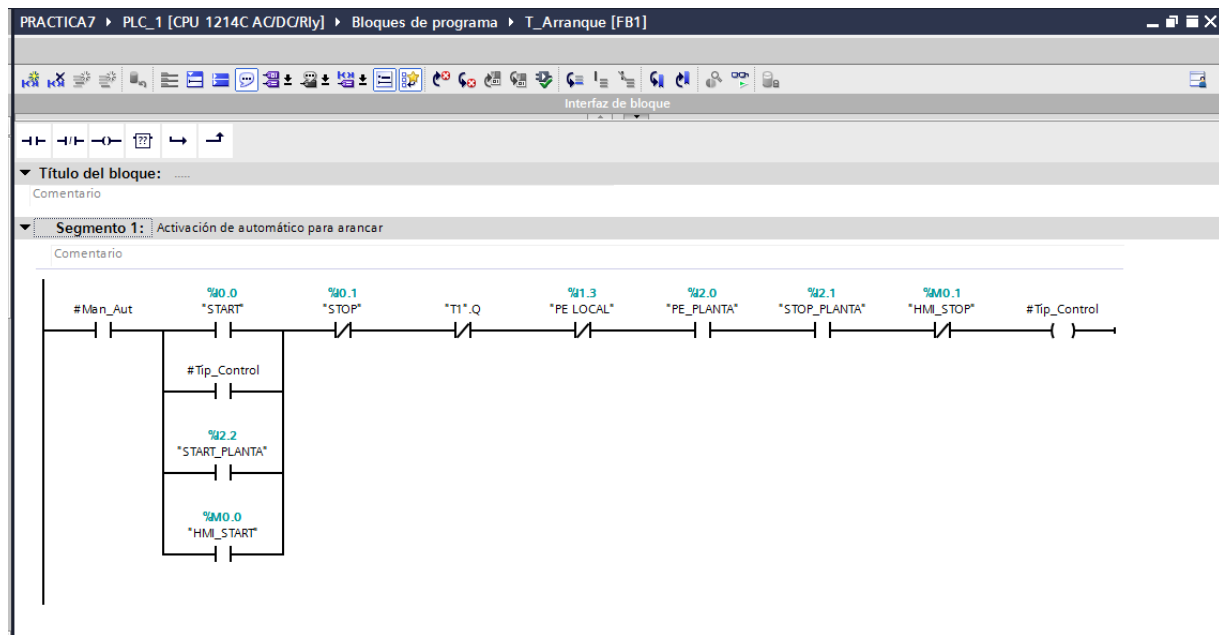


Figura 200 Contenido del bloque de función T_Arranqu de la Práctica #7.

- Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 5 se encuentra el control de los indicadores de encendido de la planta. Por lo tanto, cuando el operador presione marcha ya sea en modo automático o manual se encienda un led indicador en el módulo PLC S7-1200 y en el módulo remoto.

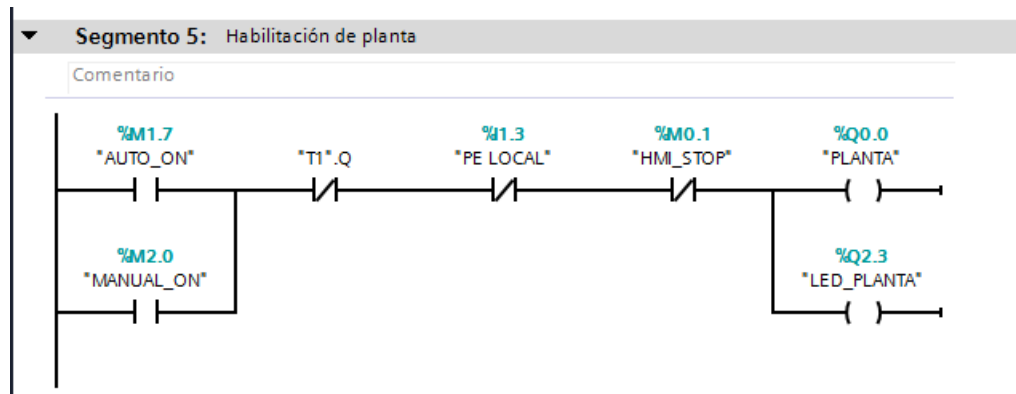


Figura 201 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #7

7. En el segmento 6 del MAIN [OB1] se encuentra el control de los indicadores de encendido del ventilador y las resistencias.

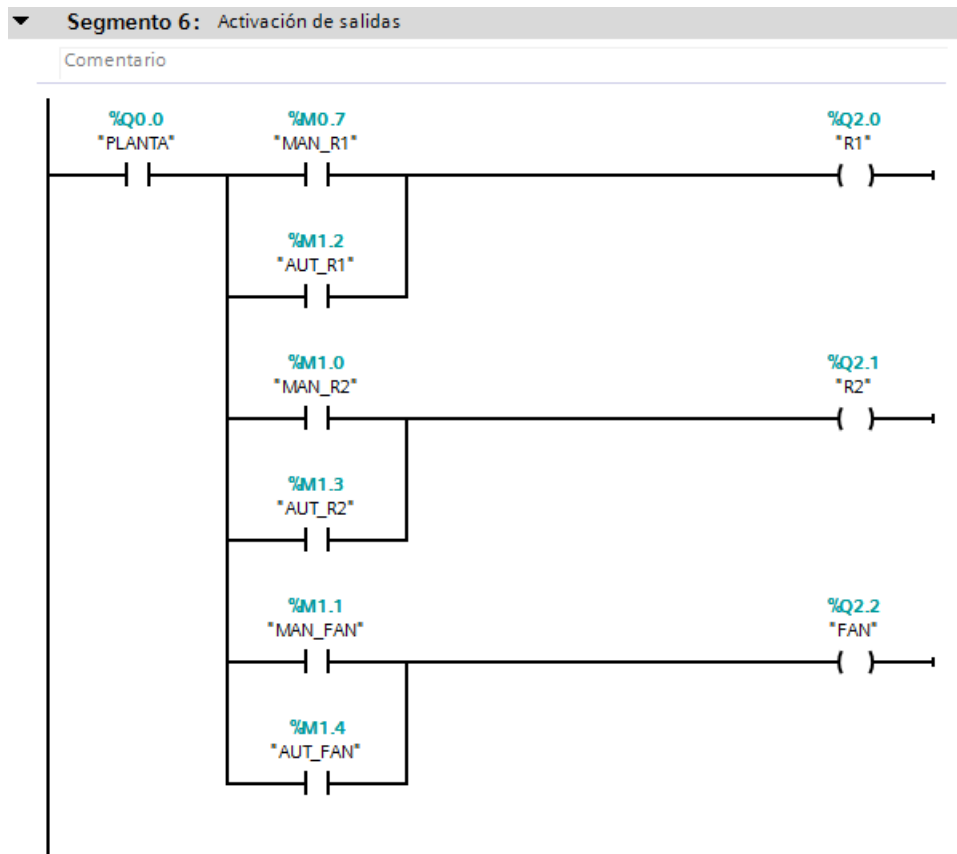


Figura 202 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #7

8. La imagen_2 del HMI se la trabaja igual que en el anexo 4, agregando un nuevo indicador para la visualización de las alarmas.

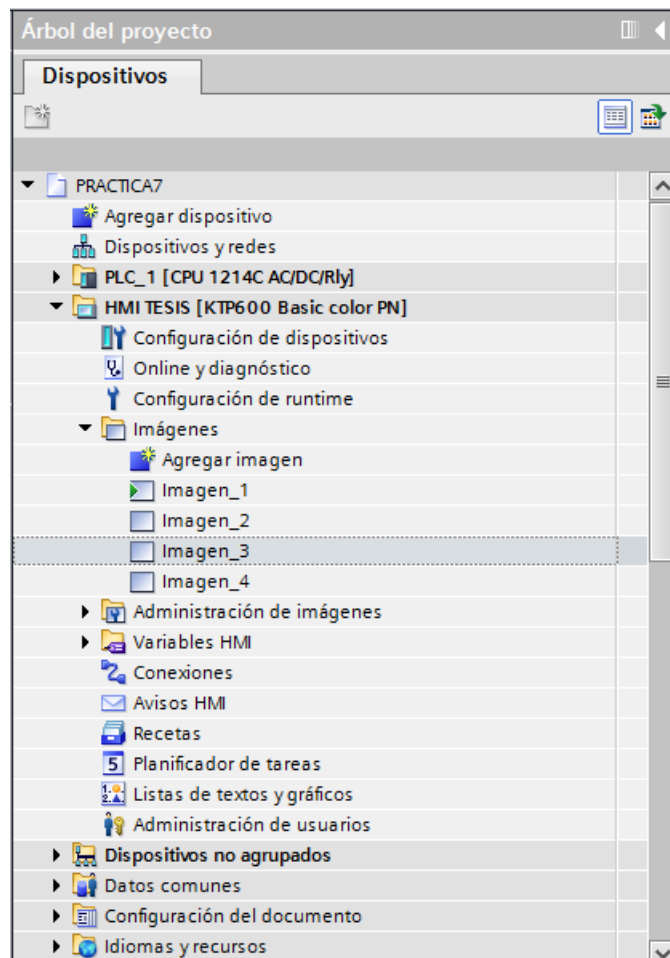


Figura 203 Árbol de proyectos de la Práctica #7

El siguiente icono de advertencia se hace visible cuando se active alguna alarma.



Figura 204 Icono de advertencias de alarmas Práctica #7.

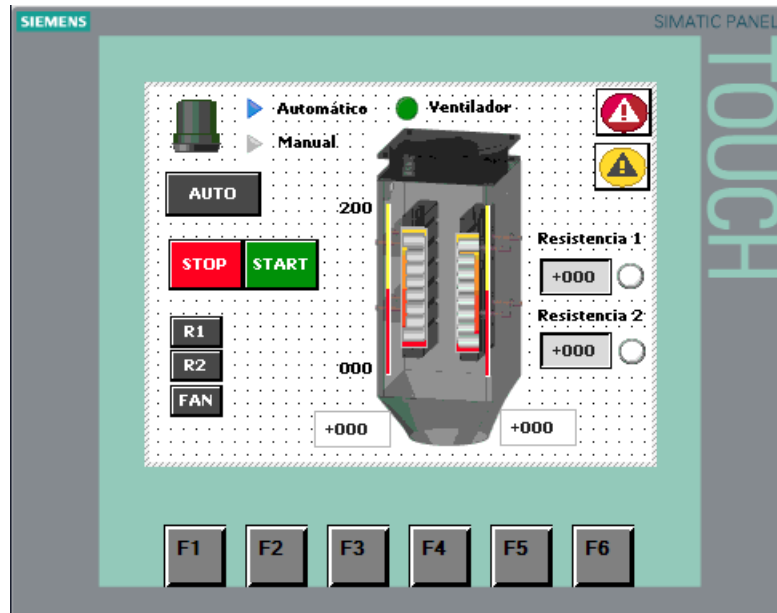


Figura 205 Imagen_2 del HMI para la práctica #7.

Para visualizar las alarmas se presiona el ícono de advertencias el cual nos dirige hacia la Imagen_3 con el panel de alarmas.

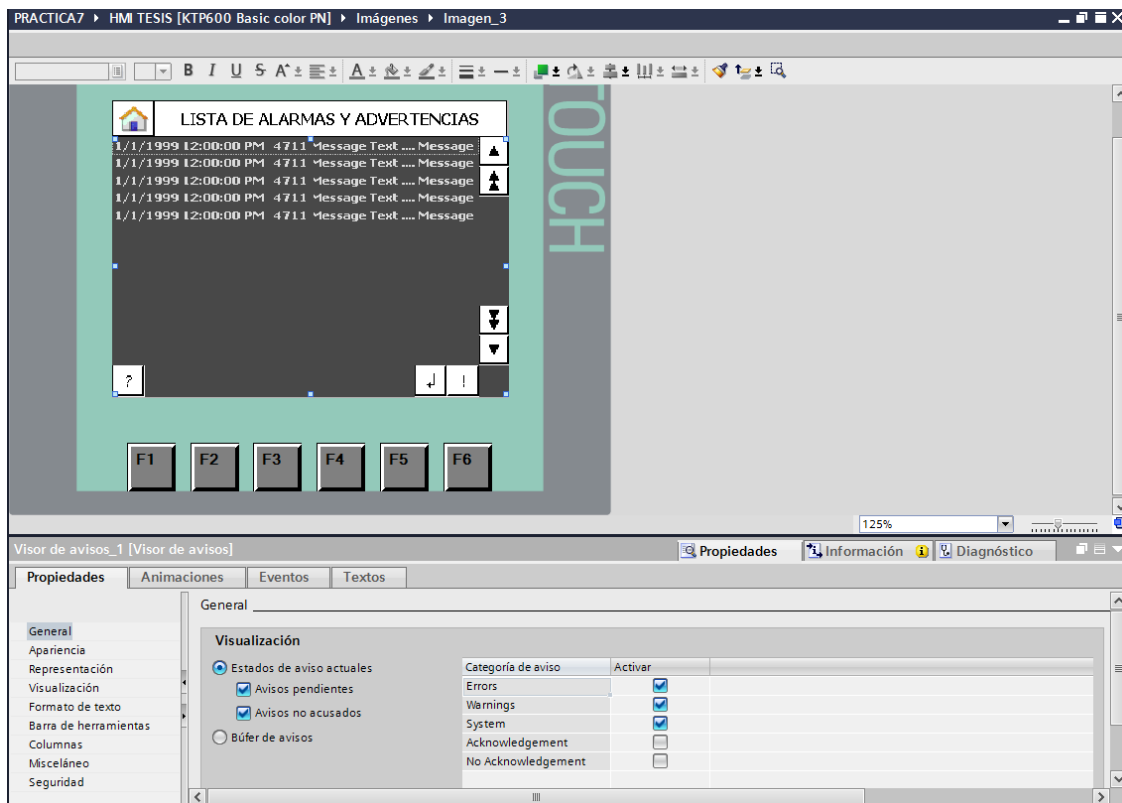


Figura 206 Panel de alarmas de la práctica #7.

En el Árbol de proyectos nos dirigimos hasta Avisos HMI, donde se visualizará una tabla para digitar los avisos que se muestran en la Imagen_3

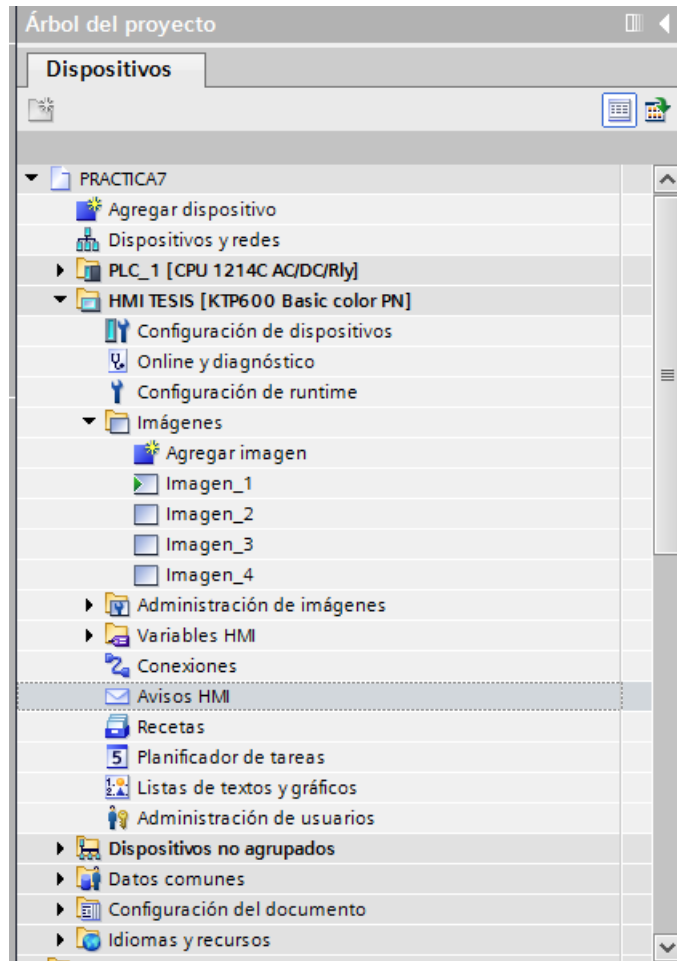


Figura 207 Árbol de proyectos para avisos HMI práctica #7.

PRACTICA7 > HMI TESIS [KTP600 Basic color PN] > Avisos HMI

Avisos de bit Avisos analógicos Categorías Grupos de avisos

Avisos de bit

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di...	Bit de ...	Dirección de ...	Variable de ac...	Bit de ..	Dirección de ...
1	ALARMA 9		Errors	ALARMAS	0	%DB7.DBX1.0	<Ninguna var...	0	
2	ALARMA 10		Errors	ALARMAS	1	%DB7.DBX1.1	<Ninguna var...	0	
3	ALARMA 11		Errors	ALARMAS	2	%DB7.DBX1.2	<Ninguna var...	0	
4	ALARMA 12		Errors	ALARMAS	3	%DB7.DBX1.3	<Ninguna var...	0	
5	ALARMA 13		Errors	ALARMAS	4	%DB7.DBX1.4	<Ninguna var...	0	
6	ALARMA 14		Errors	ALARMAS	5	%DB7.DBX1.5	<Ninguna var...	0	
7	ALARMA 15		Errors	ALARMAS	6	%DB7.DBX1.6	<Ninguna var...	0	
8	ALARMA 16		Errors	ALARMAS	7	%DB7.DBX1.7	<Ninguna var...	0	
9	ALARMA 1	PE LOCAL ACTIVADO	Errors	ALARMAS	8	%DB7.DBX0.0	<Ninguna ...	0	
10	ALARMA 2	PE ESTACIÓN REMOTA ACTIVADO	Errors	ALARMAS	9	%DB7.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
11	ALARMA 3	ALGUN DISPOSITIVO SALTADO	Errors	ALARMAS	10	%DB7.DBX0.2	<Ninguna var...	0	
12	ALARMA 4	PARO NORMAL LOCAL	Errors	ALARMAS	11	%DB7.DBX0.3	<Ninguna var...	0	
13	ALARMA 5	PARO NORMAL ESTACION REMOTA	Errors	ALARMAS	12	%DB7.DBX0.4	<Ninguna var...	0	
14	ALARMA 6	AVERIA EN RESISTENCIA 1	Errors	ALARMAS	13	%DB7.DBX0.5	<Ninguna var...	0	
15	ALARMA 7	AVERIA EN RESISTENCIA 2	Errors	ALARMAS	14	%DB7.DBX0.6	<Ninguna var...	0	
16	ALARMA 8		Errors	ALARMAS	15	%DB7.DBX0.7	<Ninguna var...	0	
<Agregar>									

ALARMA 1 [Aviso de bit] Propiedades Información Diagnóstico

Propiedades Eventos Textos

General

Disparador

Texto informativo

Acuse

Configuración

Texto de aviso: PE LOCAL ACTIVADO

ID: 9

Categoría: Errors

Grupo de avisos: <Ningún grupo de ...

Nombre: ALARMA 1

Figura 208 Tabla de avisos HMI práctica #7.

Anexo 8: Práctica #8

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la práctica #3 (Anexo 3)
2. Para realizar el control PID, primero se agrega un nuevo bloque de organización y se escoge el Bloque cíclico de interrupción.

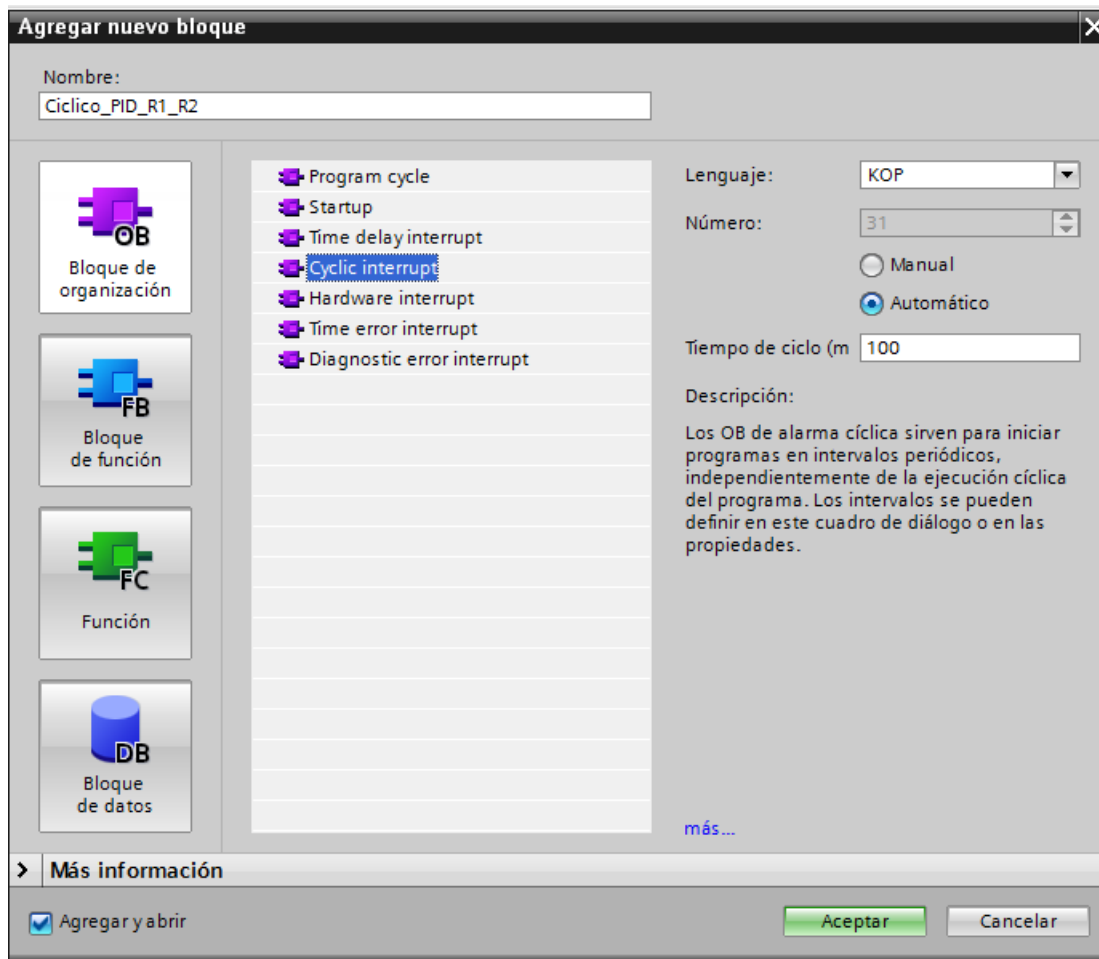


Figura 209 Bloque cíclico para el control PID Práctica #8.

Dentro del bloque agregado, se agrega la función PID_Compact y se procede con la programación del bloque PID.

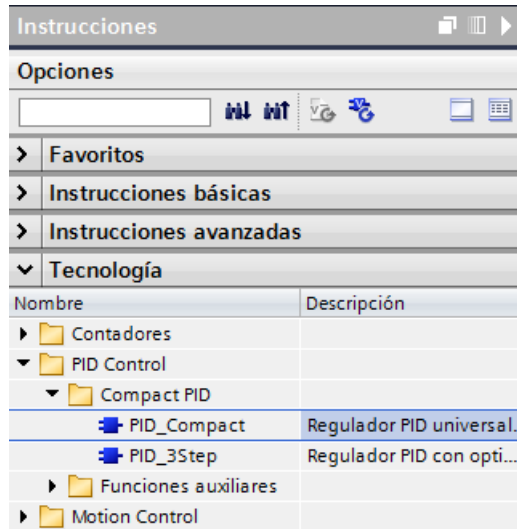


Figura 210 PID_Compact

Para el segmento 1 y 2 del bloque Ciclico_PID_R1_R2. Se definen los valores que nos pide el bloque.

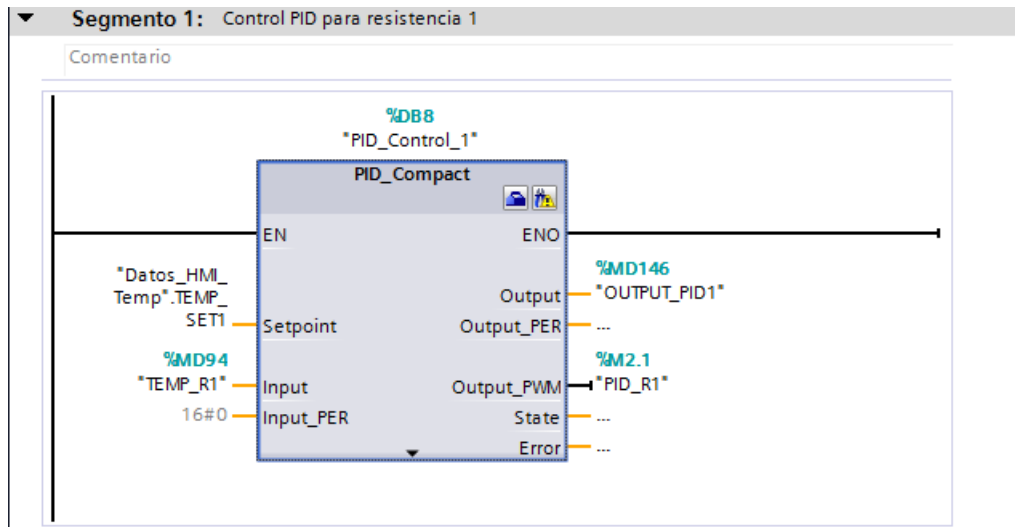


Figura 211 Bloque PID para el control de la resistencia 1 en la práctica #8.

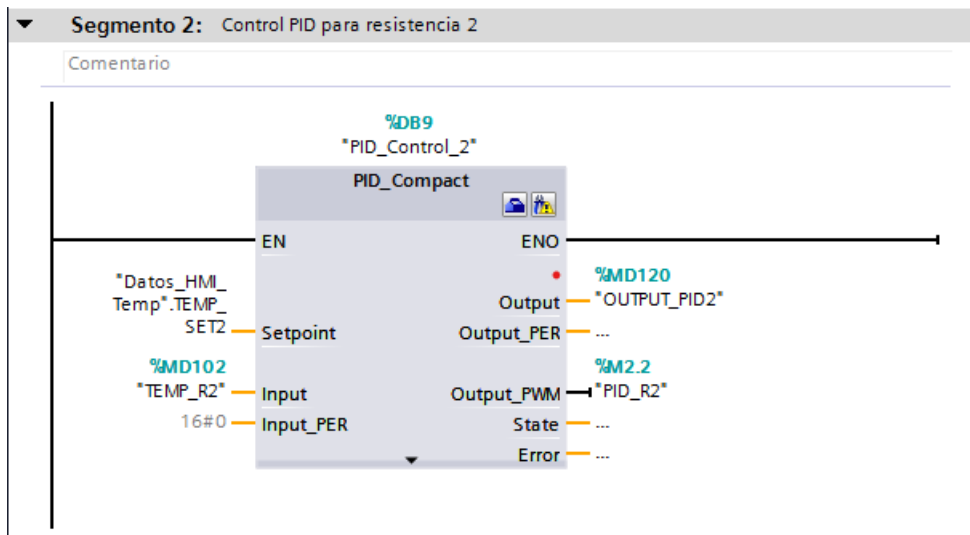


Figura 212 Bloque PID para el control de la resistencia 2 en la práctica #8.

Se debe configurar los parámetros a trabajar dentro del bloque Ciclico_PID_R1_R2. Por lo tanto, nos dirigimos hacia el árbol del proyecto – objetos tecnológicos – PID_Control_1 [DB8] – Configuración.

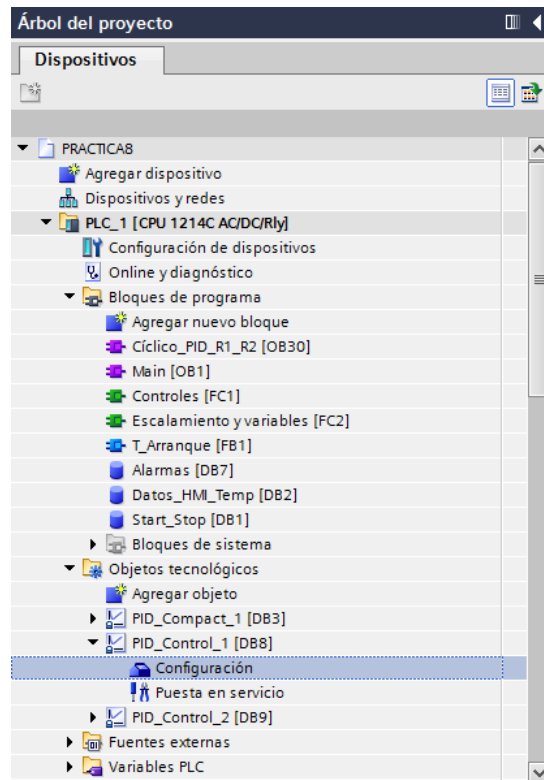


Figura 213 Árbol del proyecto para revisar la configuración del control PID.

En el apartado de ajustes básicos se elige el tipo de regulación, en este caso se usa Temperatura en grados Celsius.

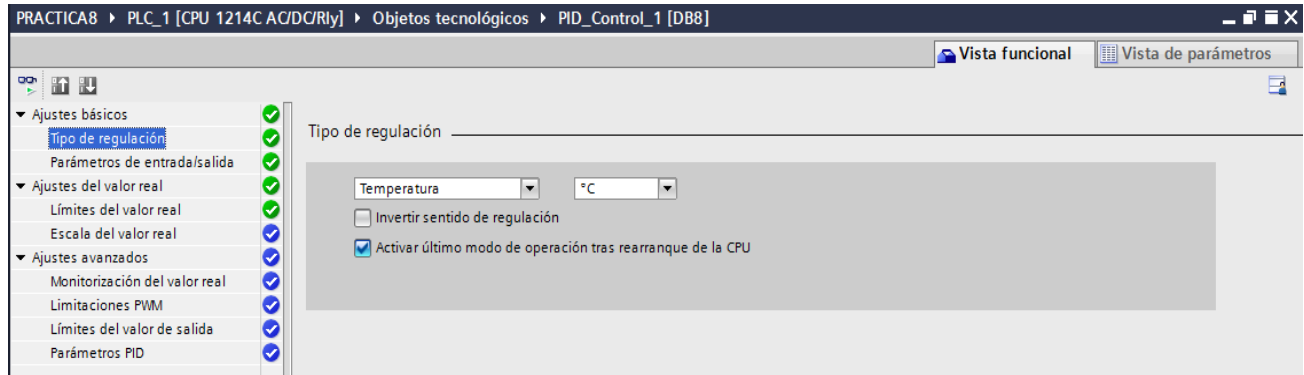


Figura 214 Configuración inicial del bloque PID práctica #8

Se ajustan los parámetros de entrada salida.

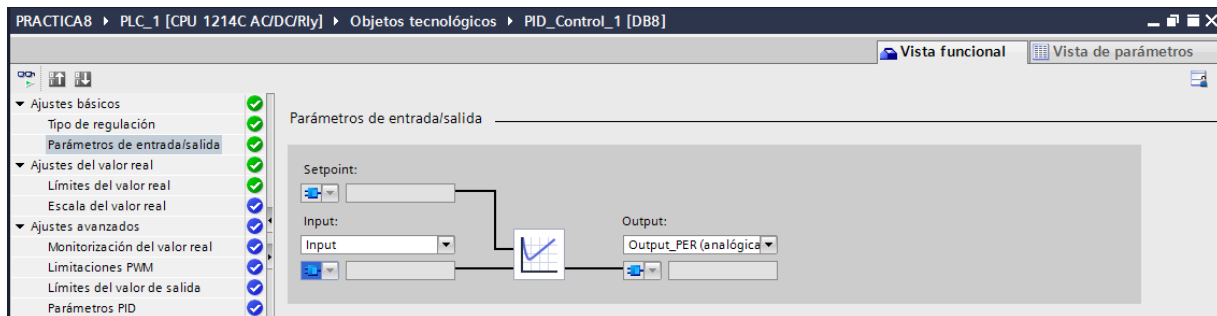


Figura 215 Configuración 2 del bloque PID práctica #8

Se asigna el valor limite real.

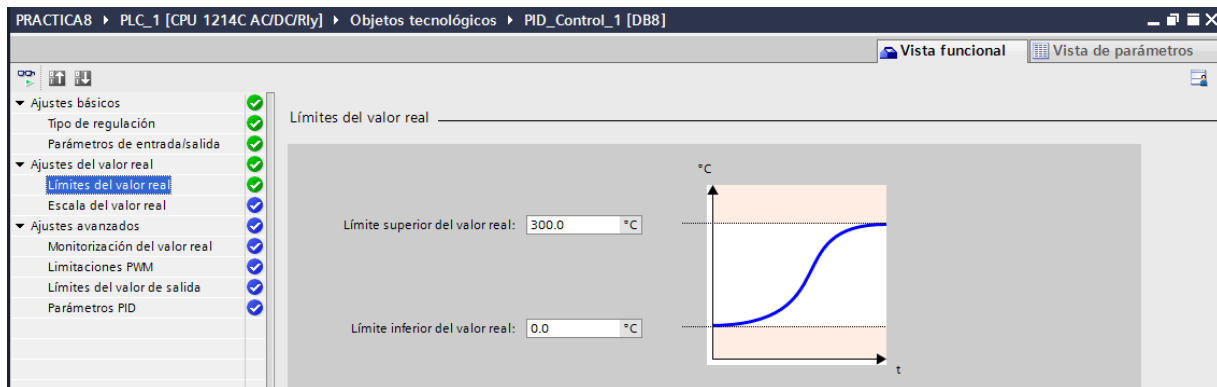


Figura 216 Configuración 3 del bloque PID práctica #8

La escala de valor real se la deja intacta porque esos valores son los óptimos para trabajar el PID.

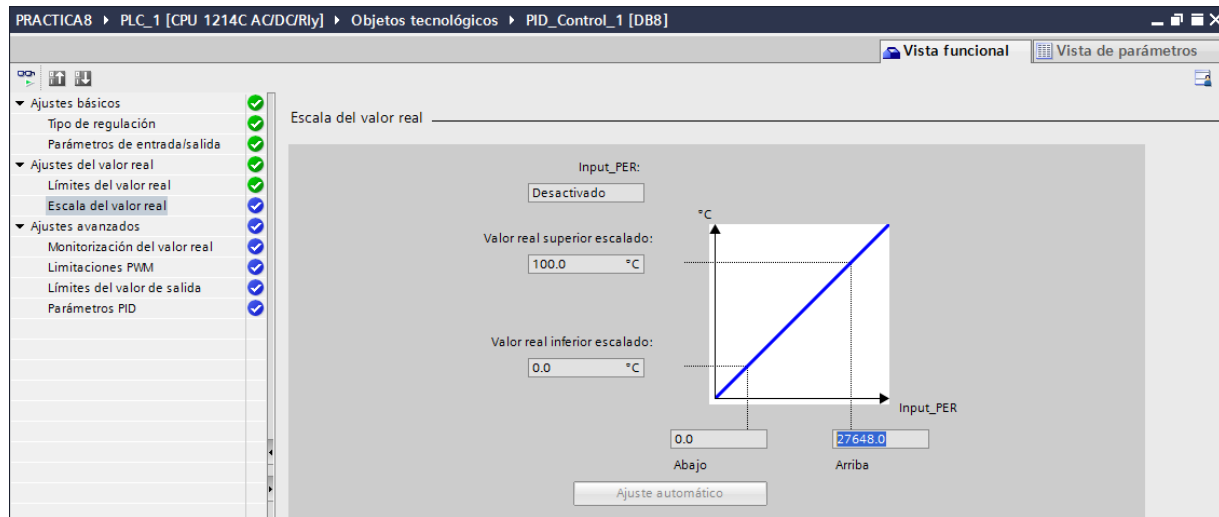
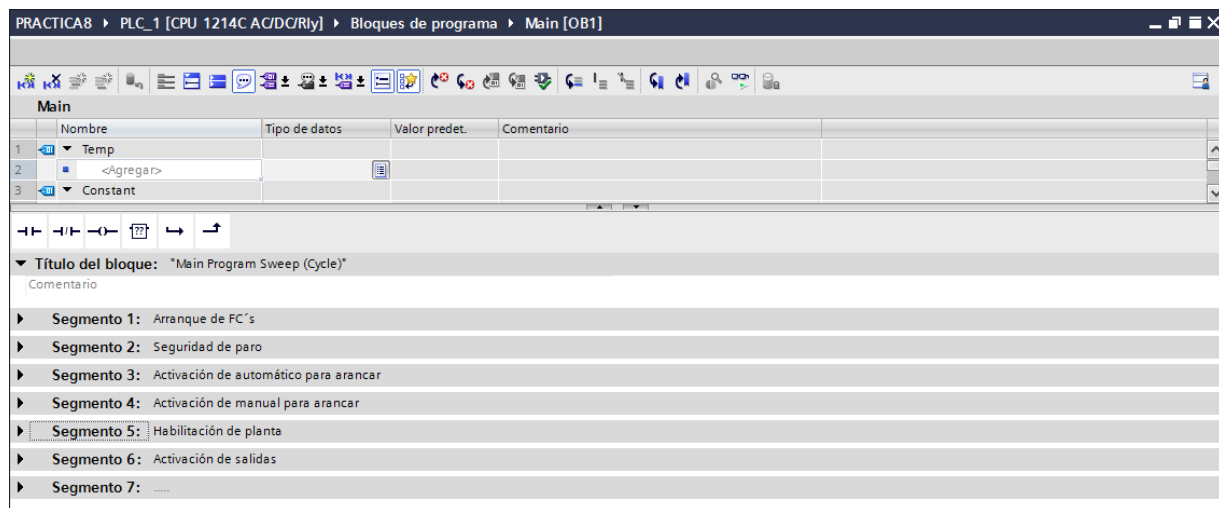


Figura 217 Configuración final del bloque PID práctica #8

3. El Main [OB1] contiene 6 segmentos de programación, los cuales se explican a continuación:



4. El segmento 1 del Main [OB1] se llama a las funciones que contienen la programación organizada para la mejora de arranque de la planta.

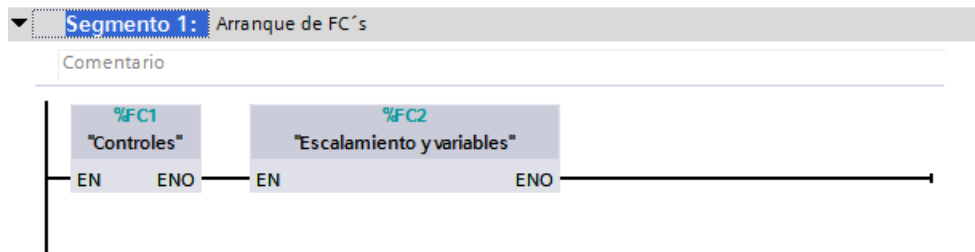


Figura 218 Segmento 1 del Main [OB1] en la práctica #8

La función Controles contiene la programación de 4 segmentos para el respectivo control manual automático.

PRACTICAB8 ▸ PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▸ Bloques de programa ▸ Controles [FC1]

Controles

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	Input			
2	<Agregar>			
3	Output			

Título del bloque:

Comentario

- ▶ Segmento 1: Control manual
- ▶ Segmento 2: Control automático para ventilador
- ▶ Segmento 3: Control automático para resistencia 1
- ▶ Segmento 4: Control automático para resistencia 2
- ▶ Segmento 5:

Figura 219 Función Controles Práctica #8

El segmento 1 de la función Controles contiene el control manual, desde el HMI (MAN_AUT) o desde la planta (PLANTA_ON). La cual permiten la activación de la resistencia 1, resistencia 2 y ventilador.

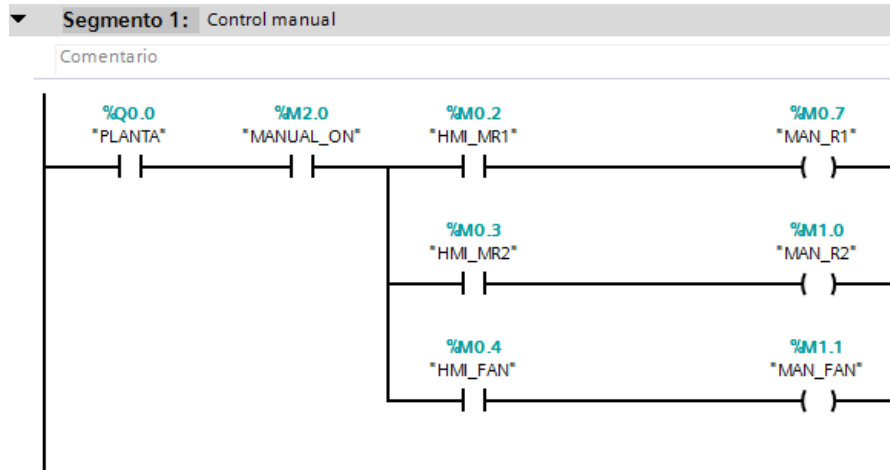


Figura 220 Segmento 1 de la función controles de la práctica #8.

El segmento 2 de la función Controles se activa cuando las condiciones de los segmentos 3 y 4 se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático. Se realizan dos comparaciones; primero la temperatura debe de estar sobre los 40 grados y segundo la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

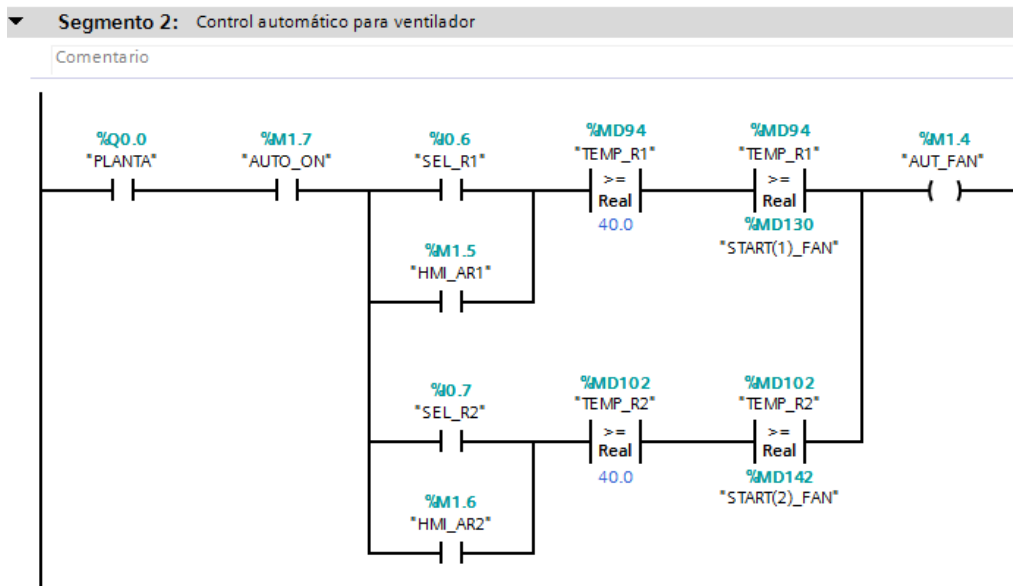


Figura 221 Segmento 2 de la función controles de la práctica #8.

El segmento 3 y 4 de la función Controles es el control automático para la resistencia 1 y 2 respectivamente. Entonces cuando la resistencia se active desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 y la temperatura se menor o igual a la seteada; comienza a actuar el control PID y por lo tanto la resistencia se activa o se desactiva.

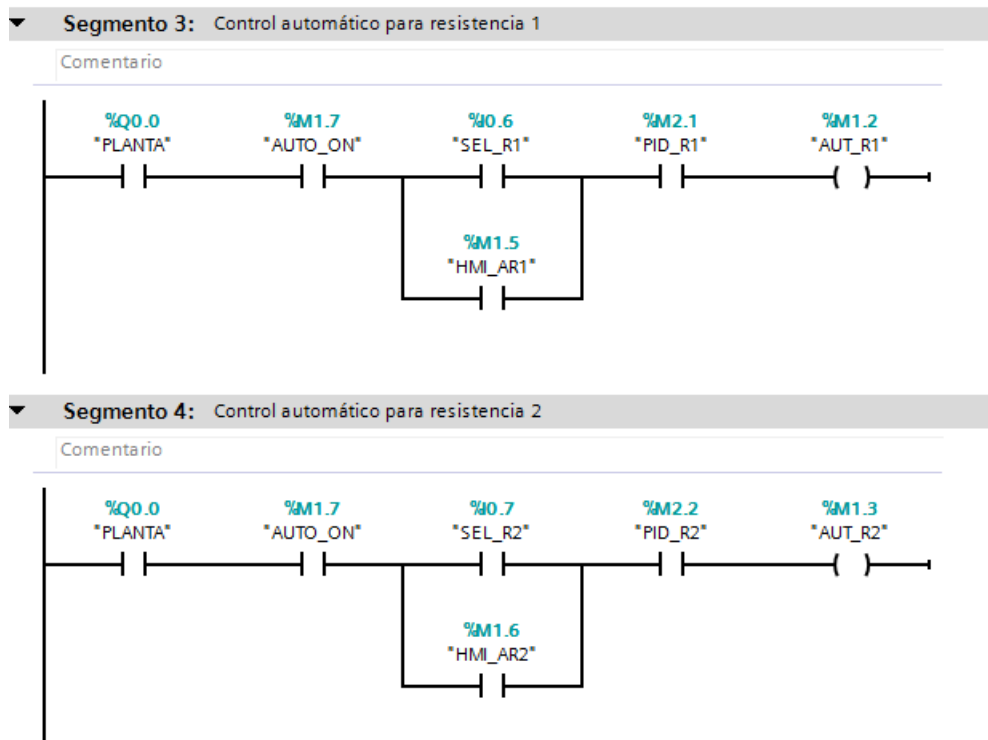


Figura 222 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #8.

La función FC2 – Escalamiento y variables. Contiene 3 segmentos de programación

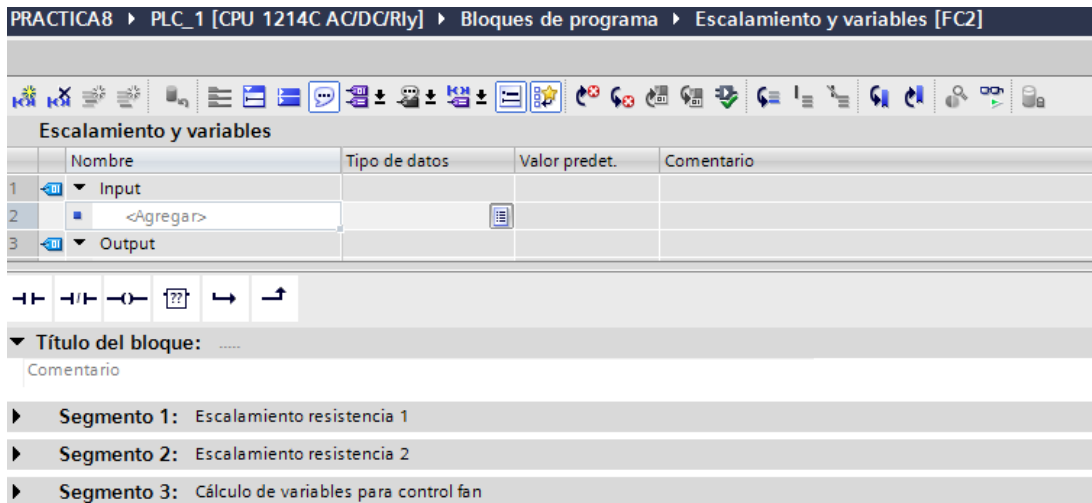


Figura 223 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.

El segmento 1 y 2 contiene la programación de las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 1 y 2 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

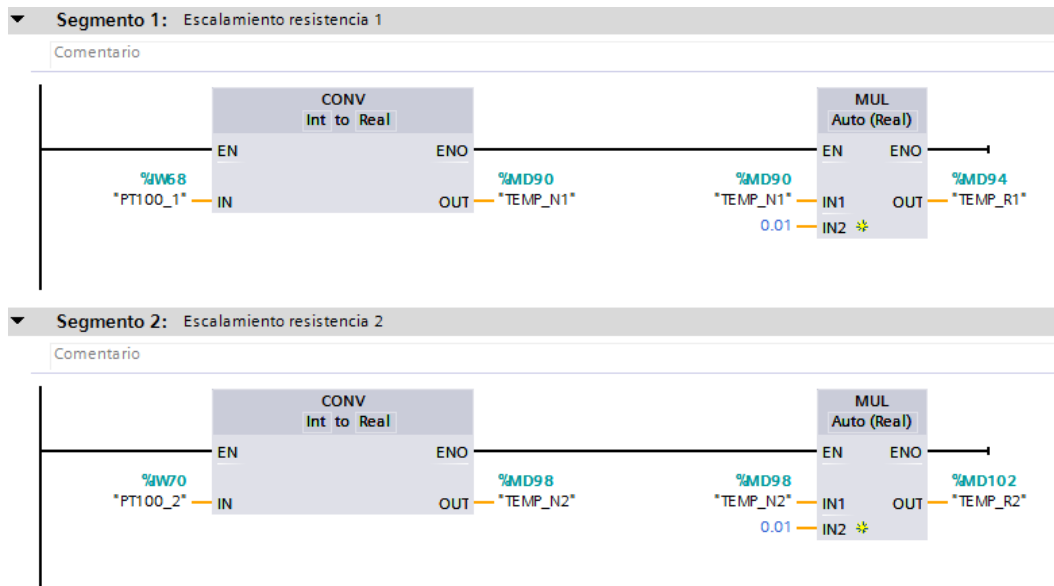


Figura 224 Figura 183 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.

El segmento 3 de la función Escalamiento y variables contiene la activación de las resistencias 1 y 2; Sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200, la temperatura de arranque del ventilador se define en una resta de 10 grados.

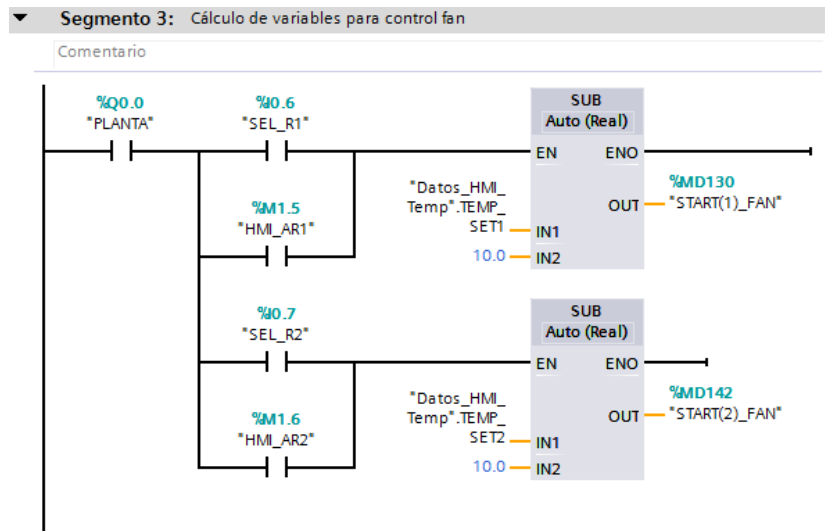


Figura 225 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #8.

4. Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 2, se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia.

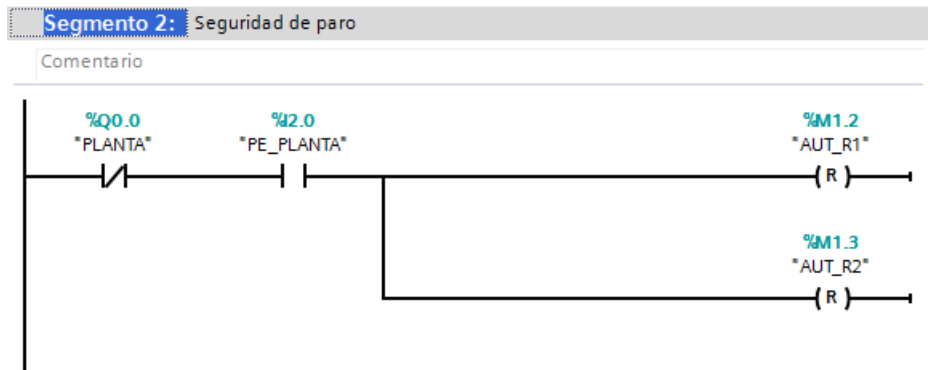


Figura 226 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #8.

5. Para continuar con el segmento 3 y 4 del Main [OB1] se llama al bloque de función T_Arranque.

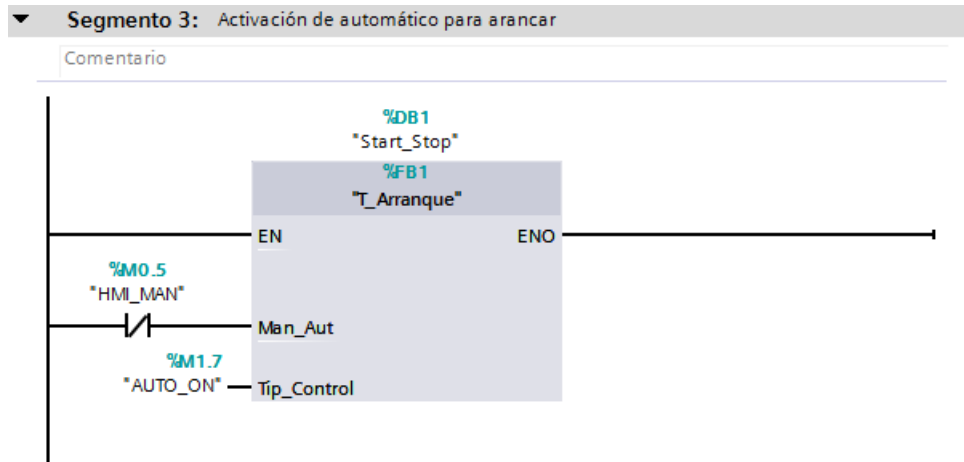


Figura 227 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #8.

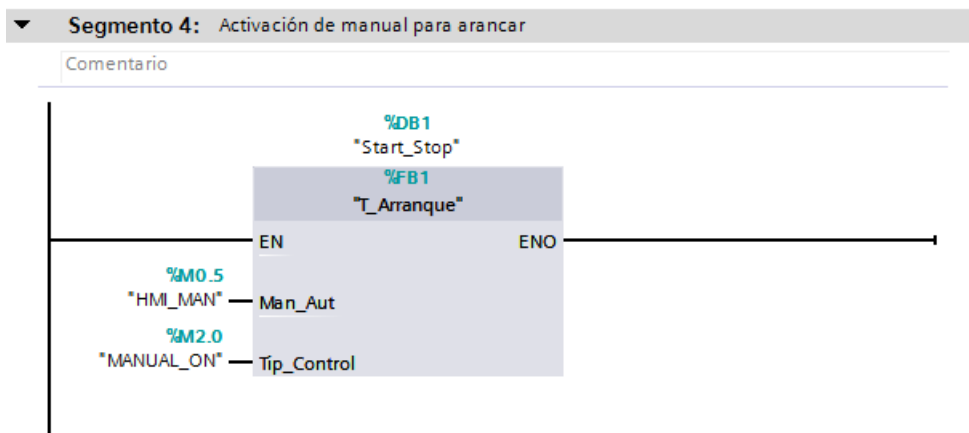


Figura 228 Segmento 4 del Main [OB1] en la práctica #8.

Dentro del bloque de función T_Arranque tenemos las seguridades de paro y de igual forma las de arranque; considerando las condiciones de arranque se activará el control deseado, en este caso “AUTO_ON” o “MANUAL_ON”. La única variable de entrada será “HMI_MAN_AUT” que en los segmentos se define si es un contacto normalmente abierto o cerrado; esto define el control manual o automático.

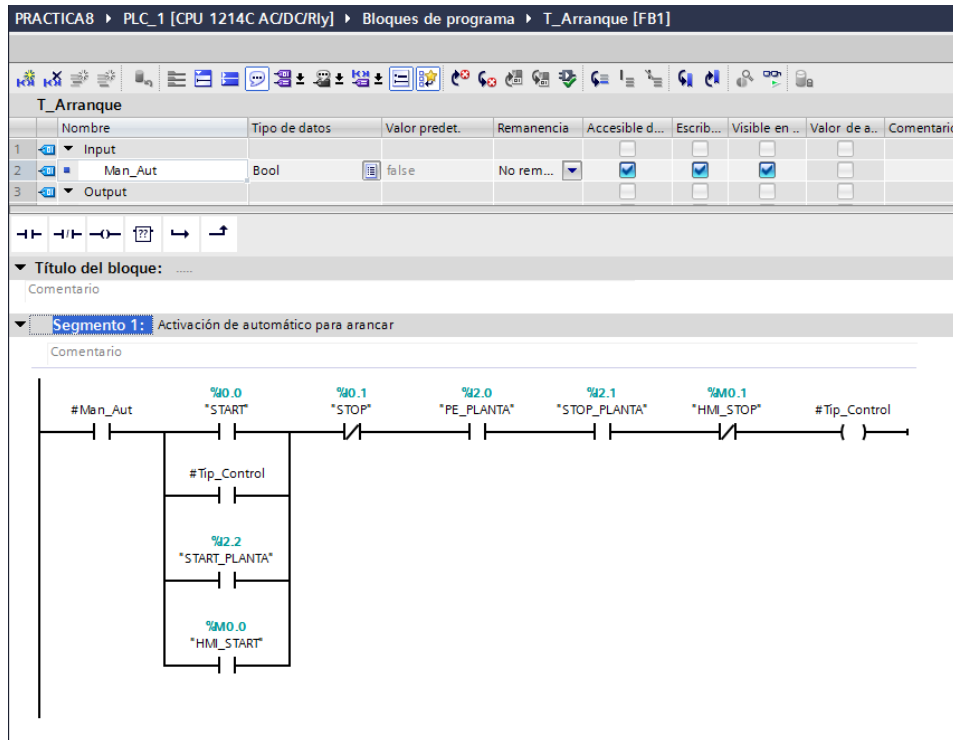


Figura 229 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #8.

6. Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 5 se encuentra el control de los indicadores de encendido de la planta. Por lo tanto, cuando el operador presione marcha ya sea en modo automático o manual se encienda un led indicador en el módulo PLC S7-1200 y en el módulo remoto

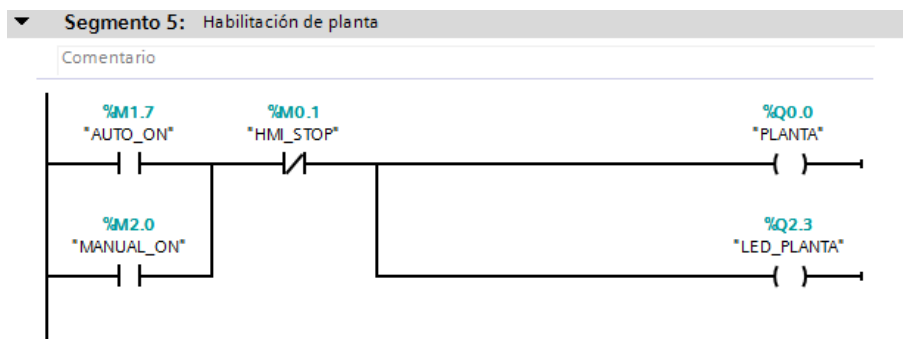


Figura 230 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #8.

7. En el segmento 6 del MAIN [OB1] se encuentra el control de los indicadores de encendido del ventilador y las resistencias.

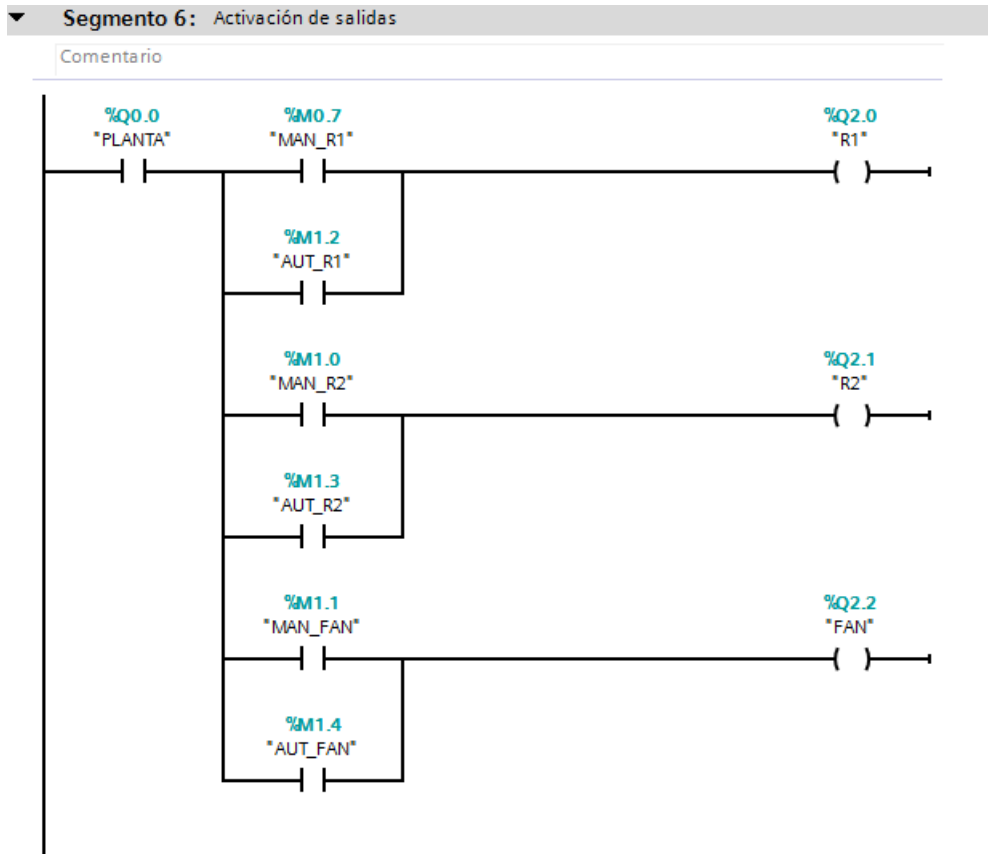


Figura 231 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #8.

- La imagen_2 del HMI se la trabaja igual que en el anexo 4, agregando un nuevo indicador para la visualización del control PID.

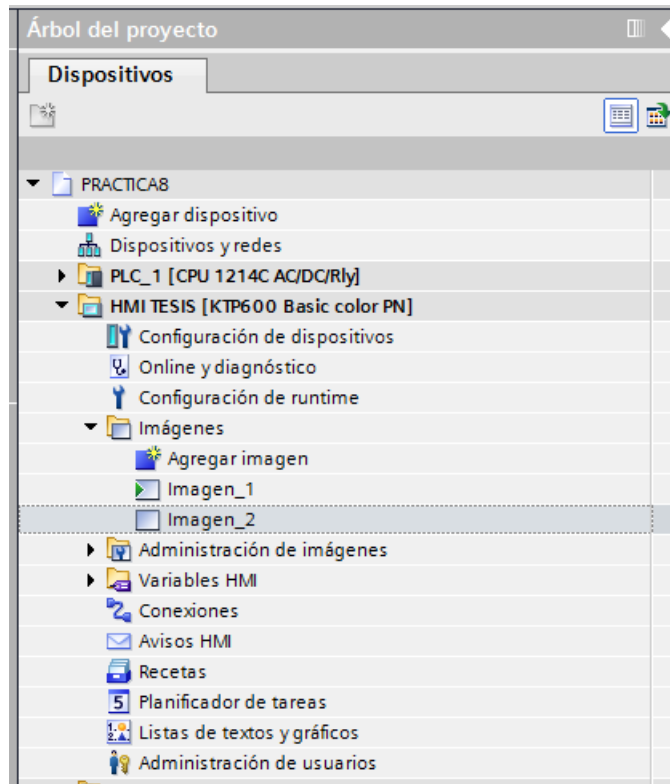


Figura 232 Árbol de proyectos de la Práctica #8.

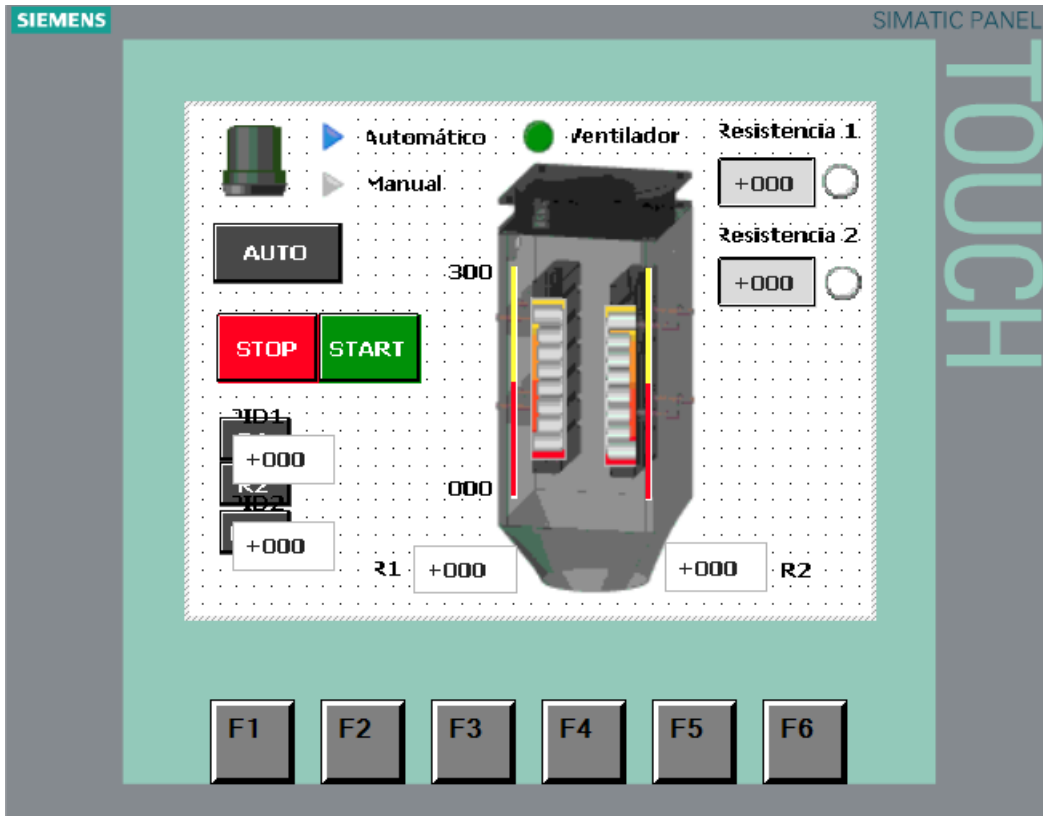


Figura 233 Imagen_2 del HMI para la práctica #8.

Anexo 9: Práctica #9

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la práctica #3 (Anexo 3)
2. Para realizar el control PID, primero se agrega un nuevo bloque de organización y se escoge el Bloque cíclico de interrupción.

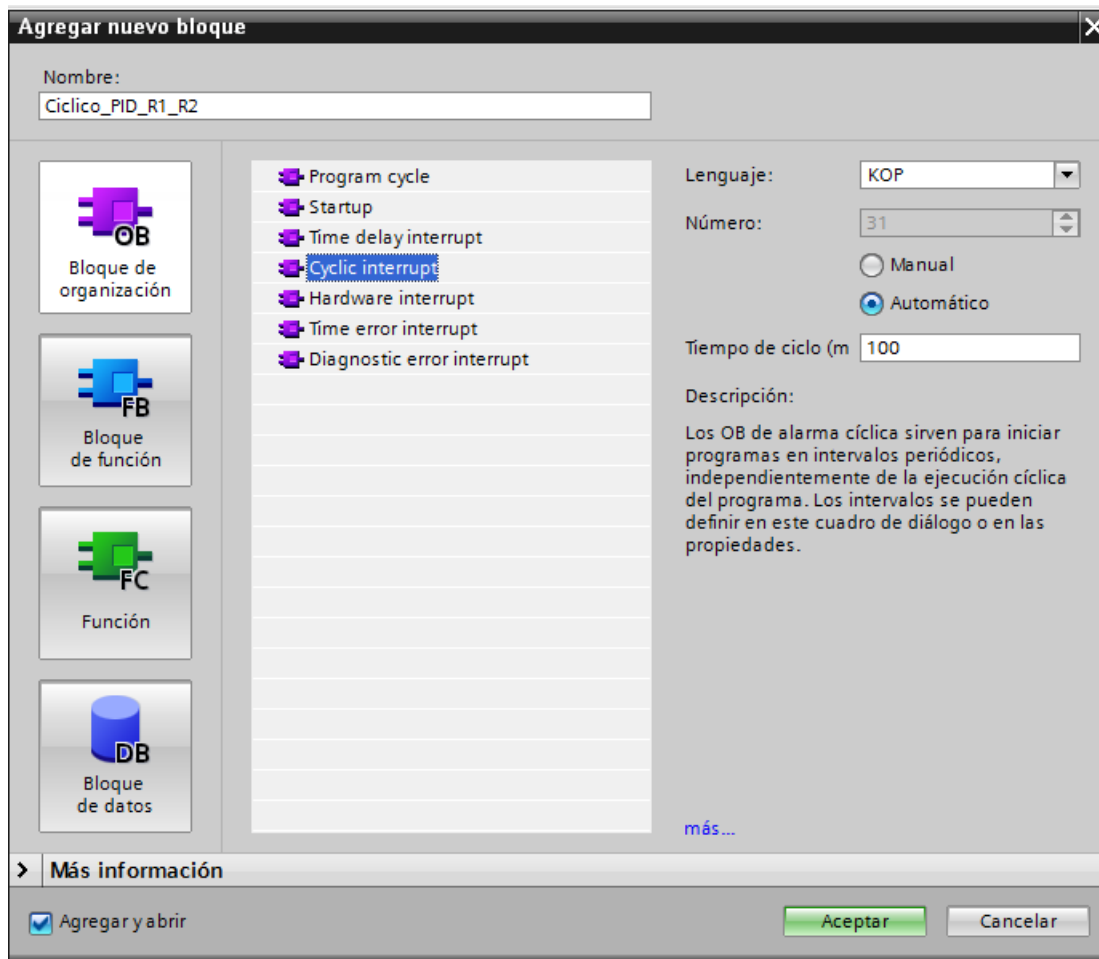


Figura 234 Bloque cíclico para el control PID Práctica #9.

Dentro del bloque agregado, se agrega la función PID_Compact y se procede con la programación del bloque PID.

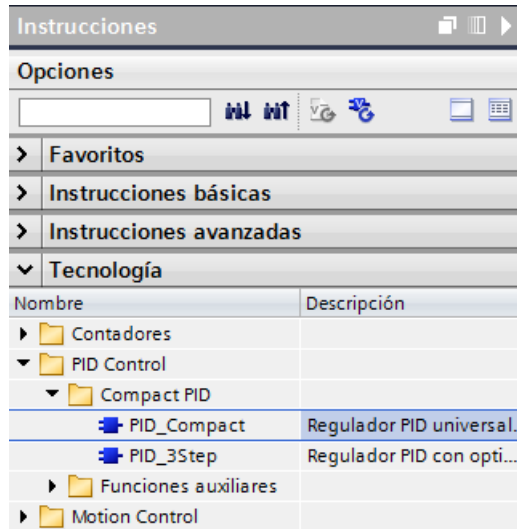


Figura 235 PID_Compact

Para el segmento 1 y 2 del bloque Ciclico_PID_R1_R2. Se definen los valores que nos pide el bloque.

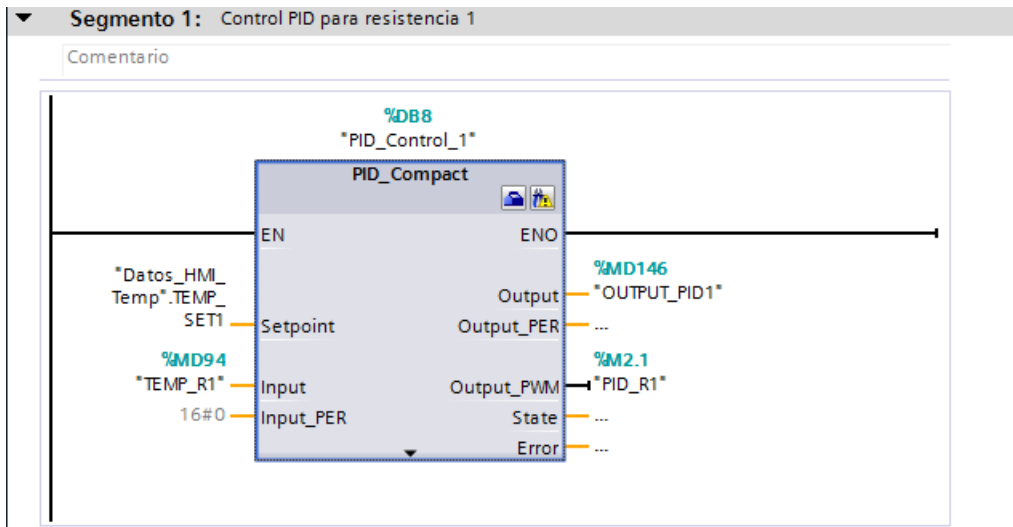


Figura 236 Bloque PID para el control de la resistencia 1 en la práctica #9.

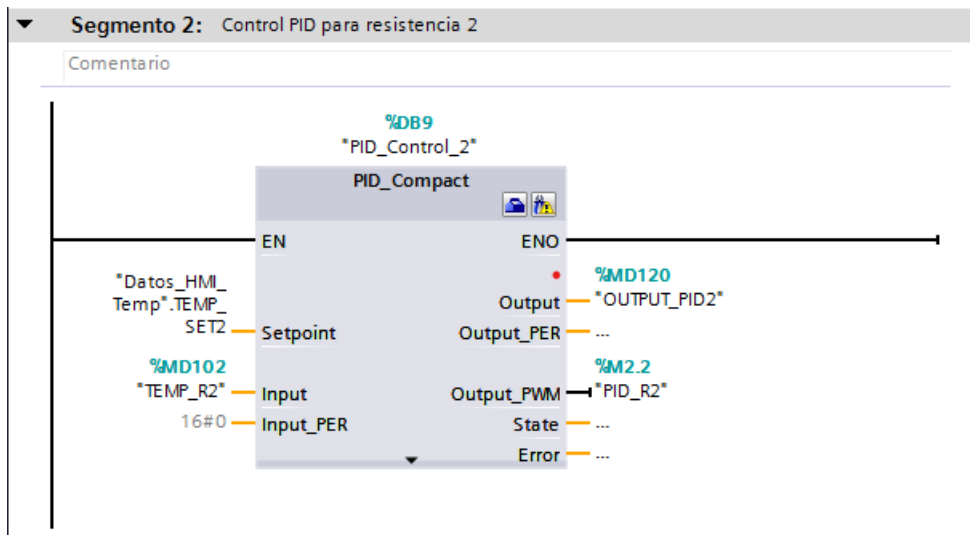


Figura 237 Bloque PID para el control de la resistencia 2 en la práctica #9.

Se debe configurar los parámetros a trabajar dentro del bloque Ciclico_PID_R1_R2. Por lo tanto, nos dirigimos hacia el árbol del proyecto – objetos tecnológicos – PID_Control_1 [DB8] – Configuración.

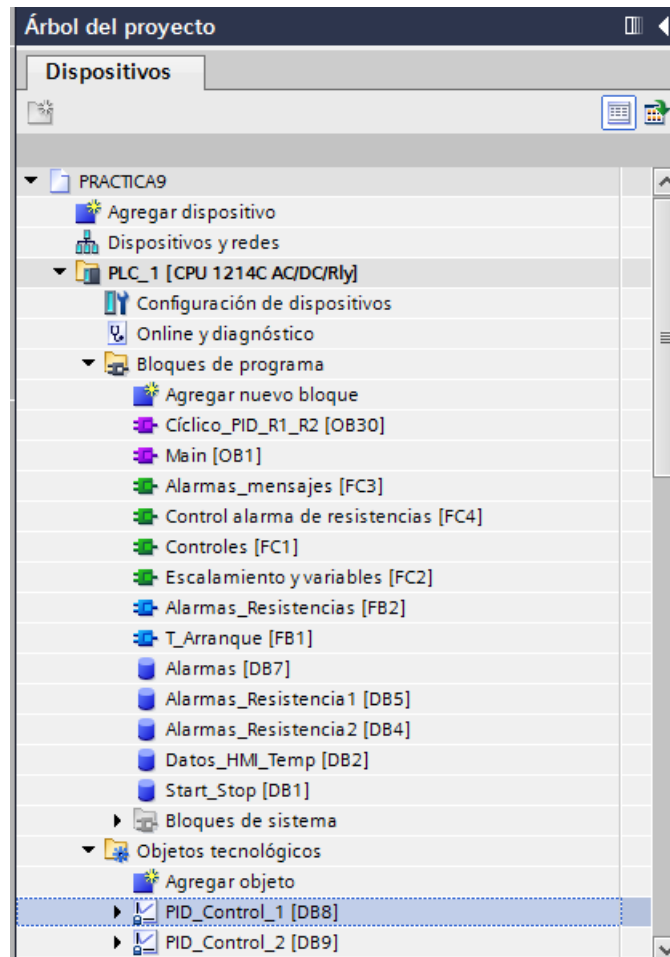


Figura 238 Árbol del proyecto para revisar la configuración del control PID.

En el apartado de ajustes básicos se elige el tipo de regulación, en este caso se usa Temperatura en grados Celsius.

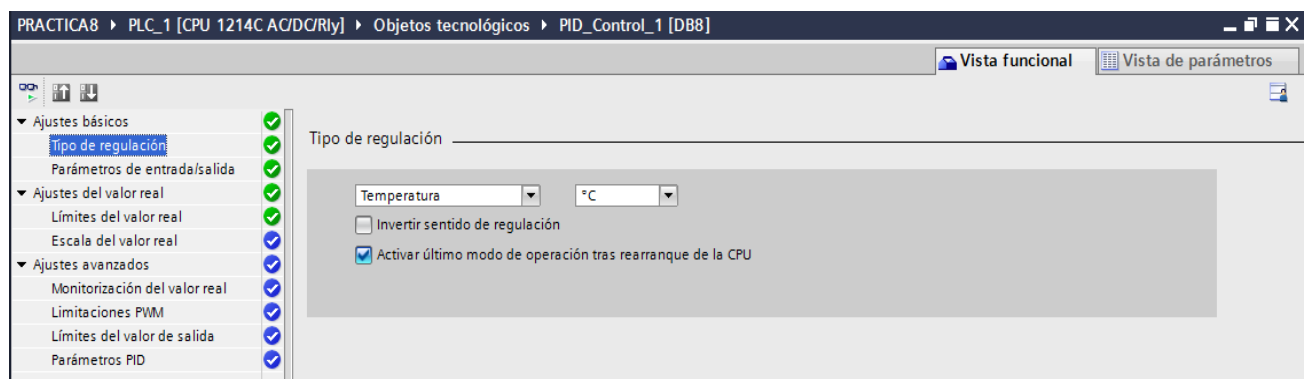


Figura 239 Configuración inicial del bloque PID práctica #9.

Se ajustan los parámetros de entrada salida.

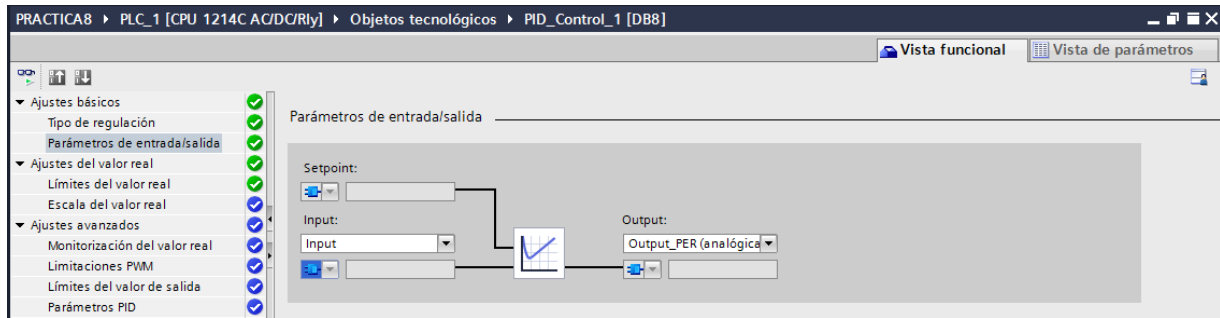


Figura 240 Configuración 2 del bloque PID práctica #9.

Se asigna el valor limite real.

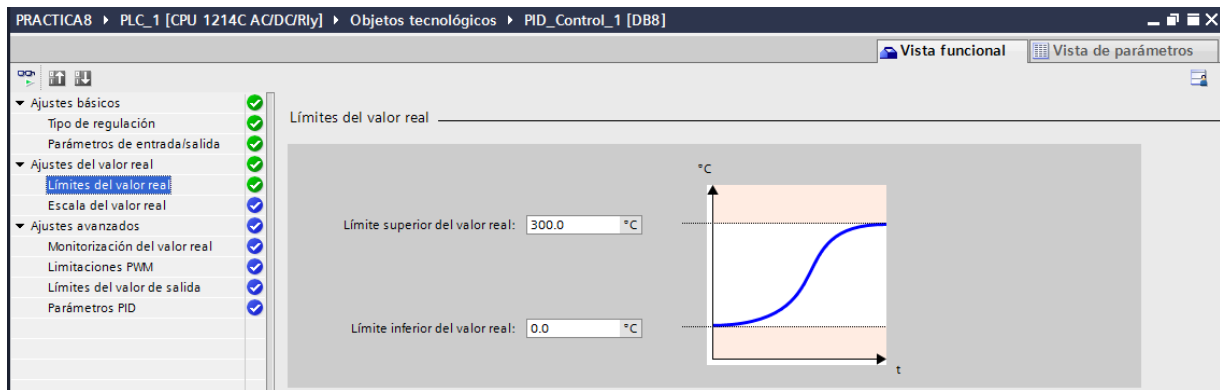


Figura 241 Configuración 3 del bloque PID práctica #9.

La escala de valor real se la deja intacta porque esos valores son los óptimos para trabajar el PID.

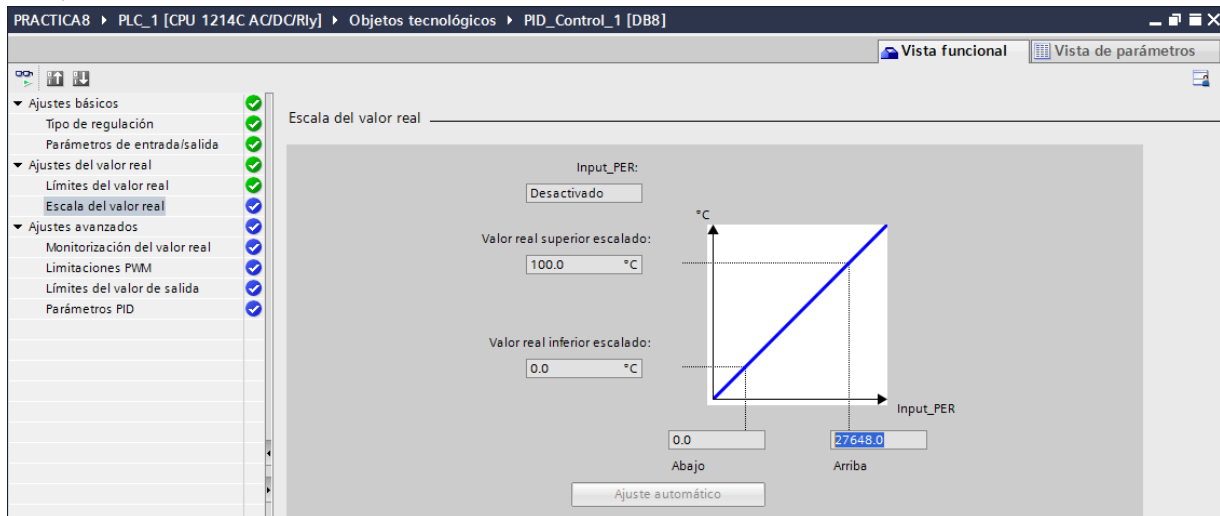


Figura 242 Configuración final del bloque PID práctica #9.

3. El Main [OB1] contiene 6 segmentos de programación, los cuales se explican a continuación:

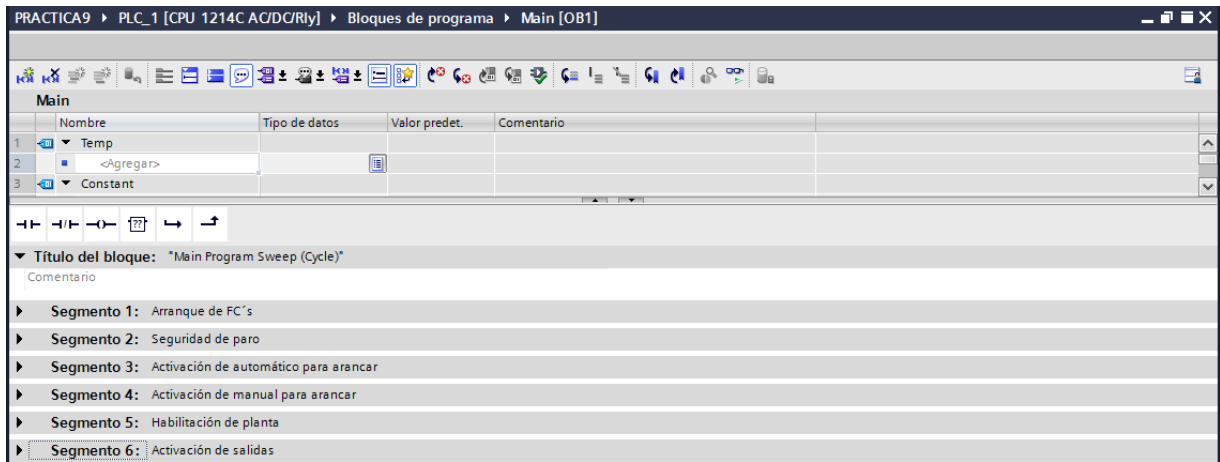


Figura 243 Segmentos del Main [OB1 de la Práctica #9.]

4. En Main [OB1], el segmento 1 se llama a las funciones que contienen la programación para la mejora de arranque de la planta.

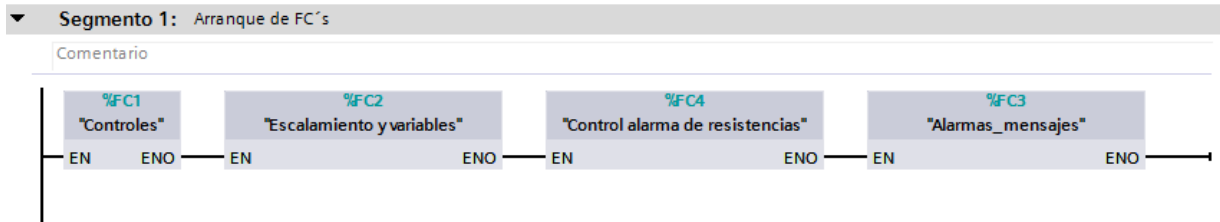


Figura 244 Segmento 1 del Main [OB1] de la Práctica #9.

Dentro del segmento 1 se encuentra la Función controles que contiene el desarrollo de 4 segmentos explicados a continuación.

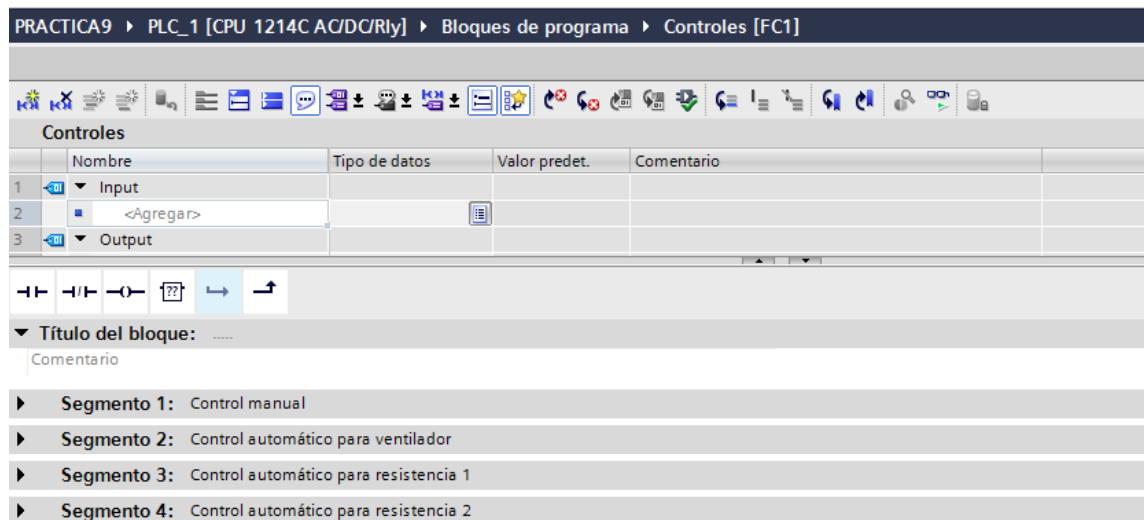


Figura 245 Función Controles Práctica #9.

El segmento 1 de la función Controles contiene el control manual que es operado desde el HMI (MAN_AUT) o desde la planta (PLANTA_ON). La cual permiten la activación de la resistencia 1, resistencia 2 y ventilador.

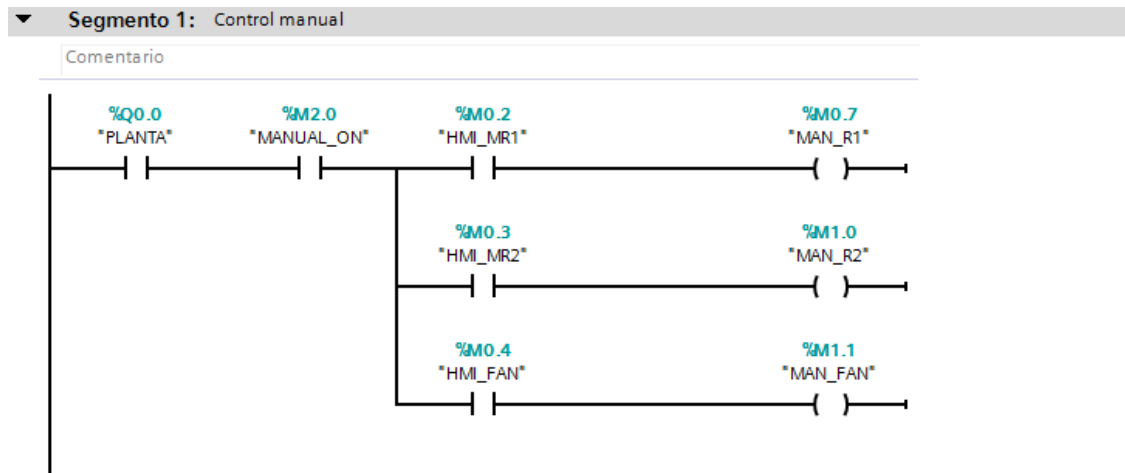


Figura 246 Segmento 1 de la función controles de la práctica #9.

El segmento 2 de la función Controles se activa cuando las condiciones de los segmentos 3 y 4 se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático. Se realizan dos comparaciones; primero la temperatura debe de estar mayor a los 40 grados y

segundo cuando la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

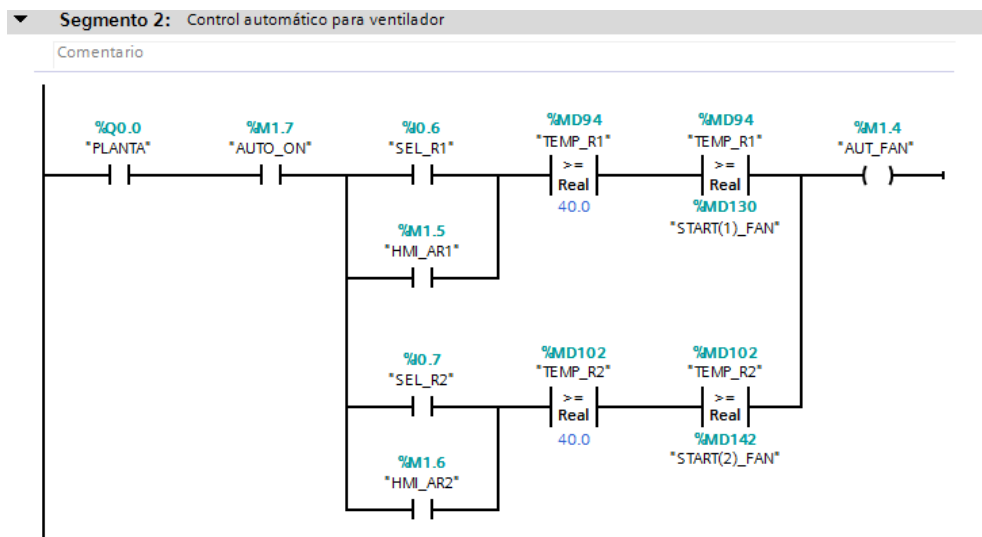


Figura 247 Segmento 2 de la función controles de la práctica #9.

El segmento 3 y 4 de la función Controles es el control automático para la resistencia 1 y 2 respectivamente. Entonces cuando la resistencia se active desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 y la temperatura se menor o igual a la seteada; comienza a actuar el control PID y por lo tanto la resistencia se activa o se desactiva.

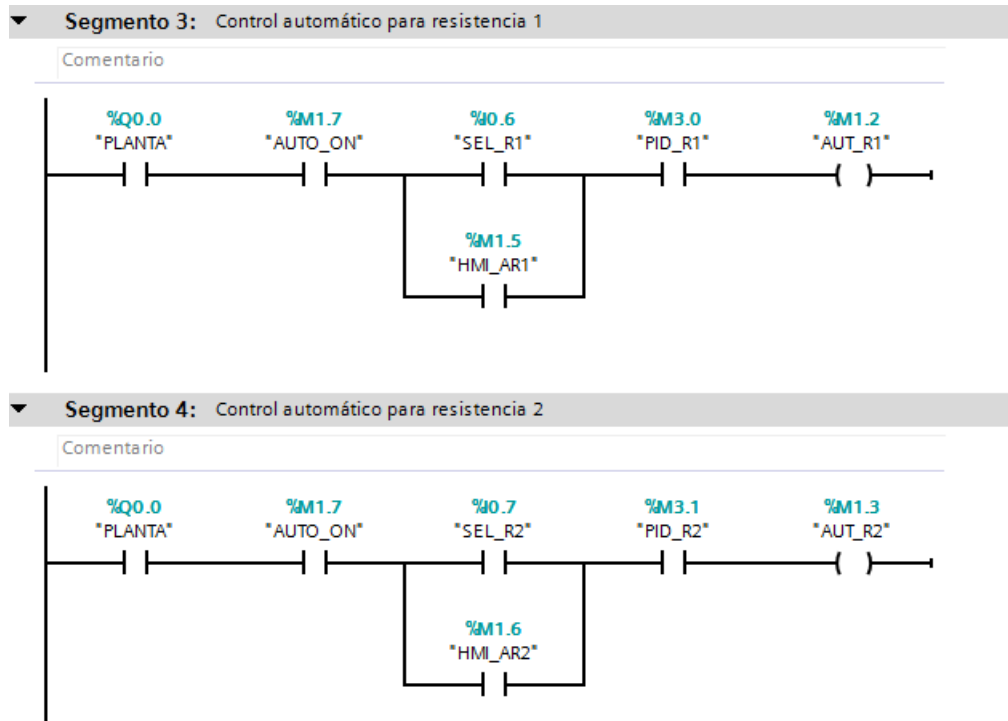


Figura 248 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #9.

Continuando con el segmento 1 del Main [OB1] se desarrolla la función FC2 – Escalamiento y variables. Contiene 3 segmentos de programación.

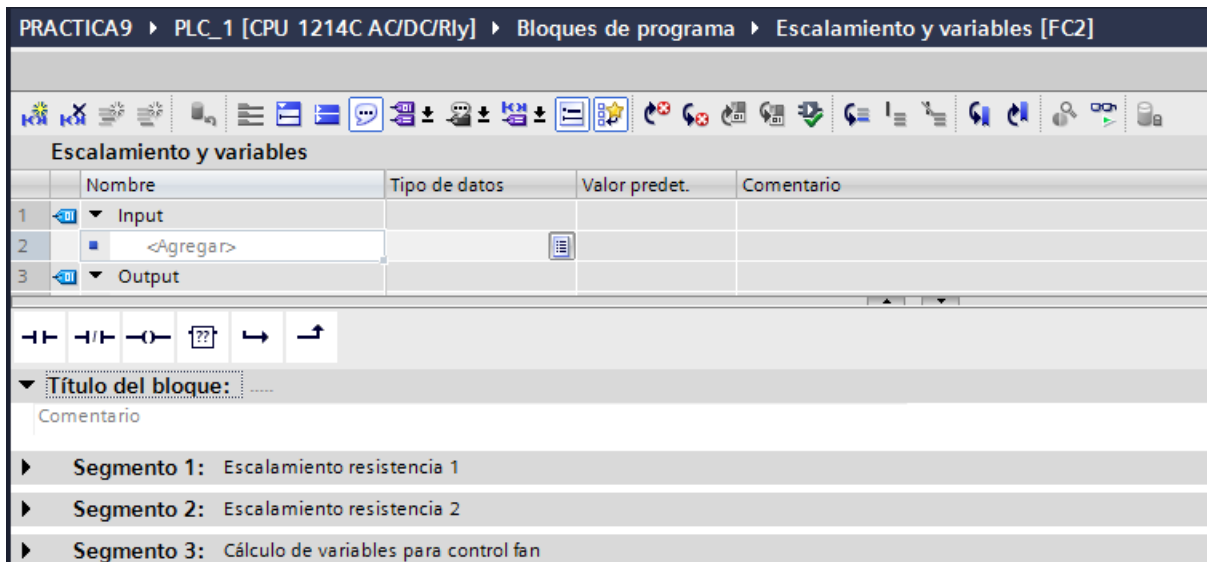


Figura 249 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #9.

El segmento 1 y 2 contiene la programación de las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 1 y 2 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

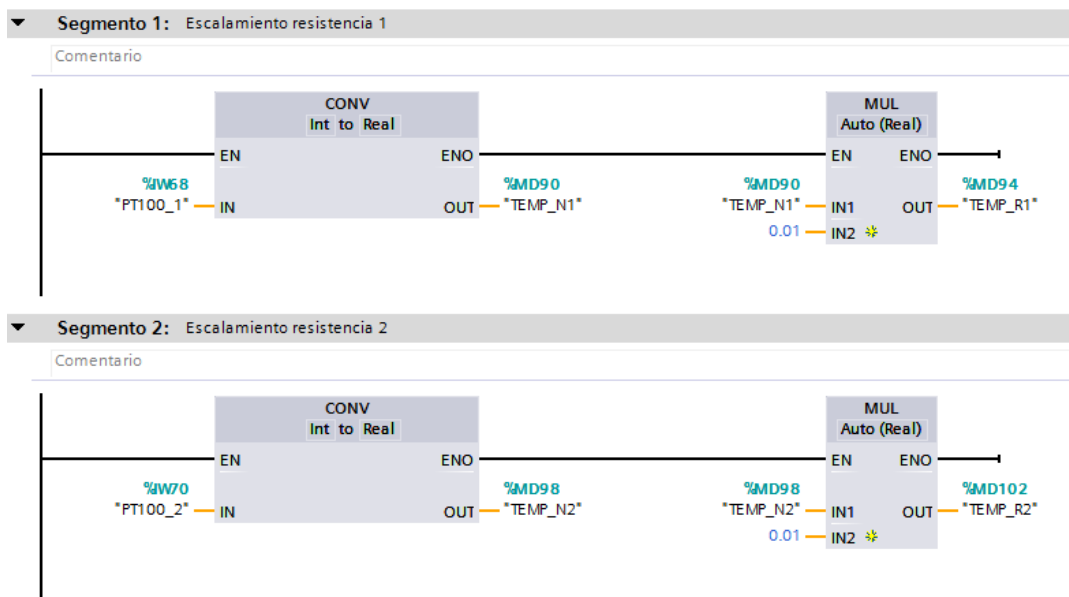


Figura 250 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #9.

El segmento 3 de la función Escalamiento y variables contiene la activación de las resistencias 1 y 2; Sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 además de contener la temperatura de arranque del ventilador se define en una resta de 10 grados.

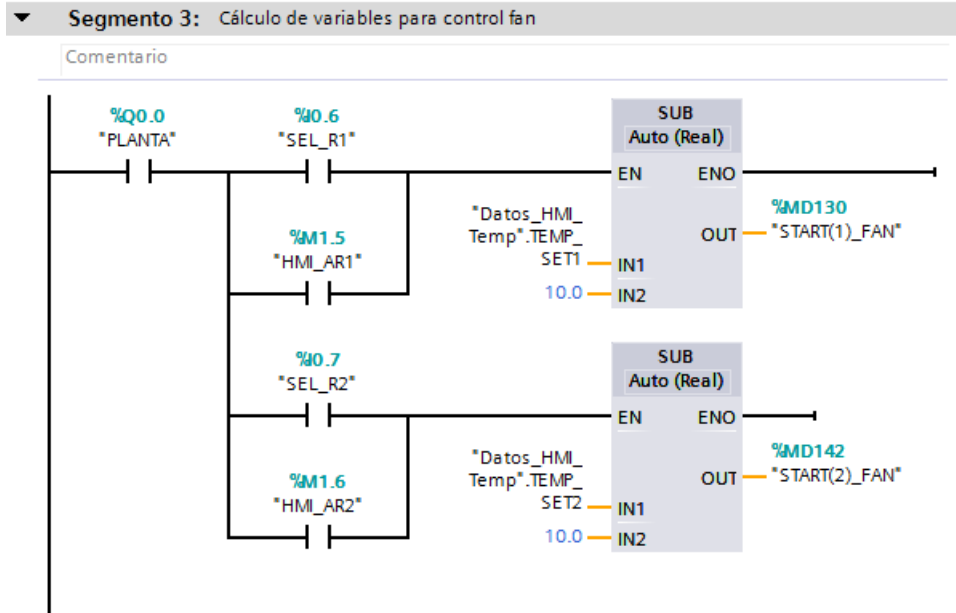


Figura 251 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #9

La función FC4 – Control alarma de resistencias. Contiene 7 segmentos de programación.

PRACTICA9 > PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Control alarma de resistencias [FC4]

Control alarma de resistencias

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	Input			
2	<Agregar>			
3	Output			

Título del bloque:

Comentario

- ▶ Segmento 1: Control (falta calefacción) para alarma de la resistencia 1
- ▶ Segmento 2: Control (falta calefacción) para alarma de la resistencia 2
- ▶ Segmento 3: Control (sobretemperatura) para resistencia 1
- ▶ Segmento 4: Control (sobretemperatura) para resistencia 2
- ▶ Segmento 5: Control resistencia abierta en proceso 1
- ▶ Segmento 6: Control resistencia abierta en proceso 2
- ▶ Segmento 7: Reset de control de alarmas

Figura 252 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

El segmento 1 y 2 de la función Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad para la lectura de falta de temperatura en las resistencias 1 y 2 respectivamente. En los segmentos se desarrolla el bloque de función Alarma_Resistencia.

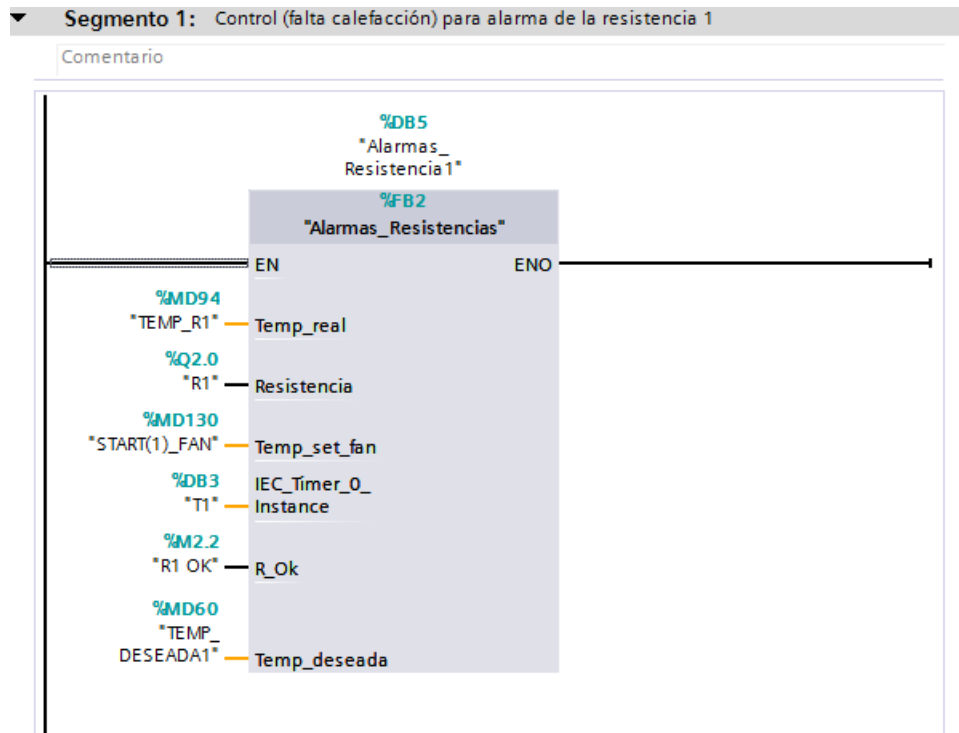


Figura 253 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

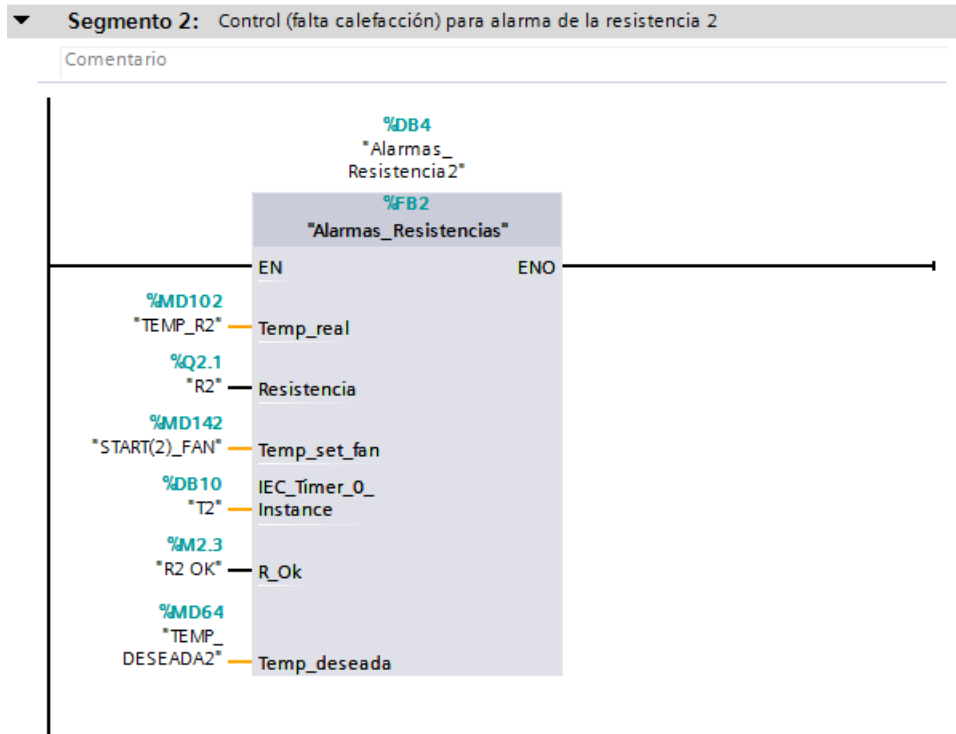


Figura 254 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

Dentro del bloque de función Alarma_Resistencia se encuentra la programación de la protección de la resistencia.

PRACTICA9 ▶ PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ Alarmas_Resistencia [FB2]

Alarmas_Resistencia

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a...
1	Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Temp_real	Real	0.0	No rem...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Resistencia	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Título del bloque:

Comentario

- ▶ Segmento 1: Tiempo para validar subida de temperatura.
- ▶ Segmento 2: Reset de control y habilitación para cargar nuevo dato y encender el control
- ▶ Segmento 3: Subida de temperatura de 15 grados a validar

Figura 255 Segmentos del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.

El segmento 1 de la función Alarmas_Resistencia contiene el desarrollo de un temporizador para validar la lectura de la temperatura de la resistencia.

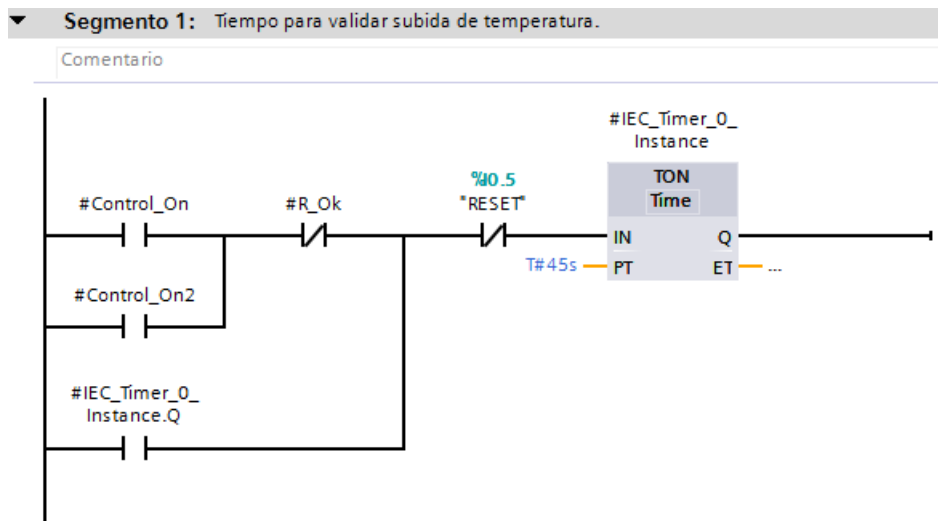


Figura 256 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9

El segmento 2 de la función Alarmas_Resistencia contiene la validación de dos controles de temperatura los cuales permiten presentar una alarma que indique que la resistencia no está calentando, esto es representado por los dos comparadores iniciales los cuales encenderán la marca de R_Ok que indicara que la resistencia se encuentra funcionando bien. Además, se requiere tener habilitada la PLANTA (Q0.0) y la resistencia.

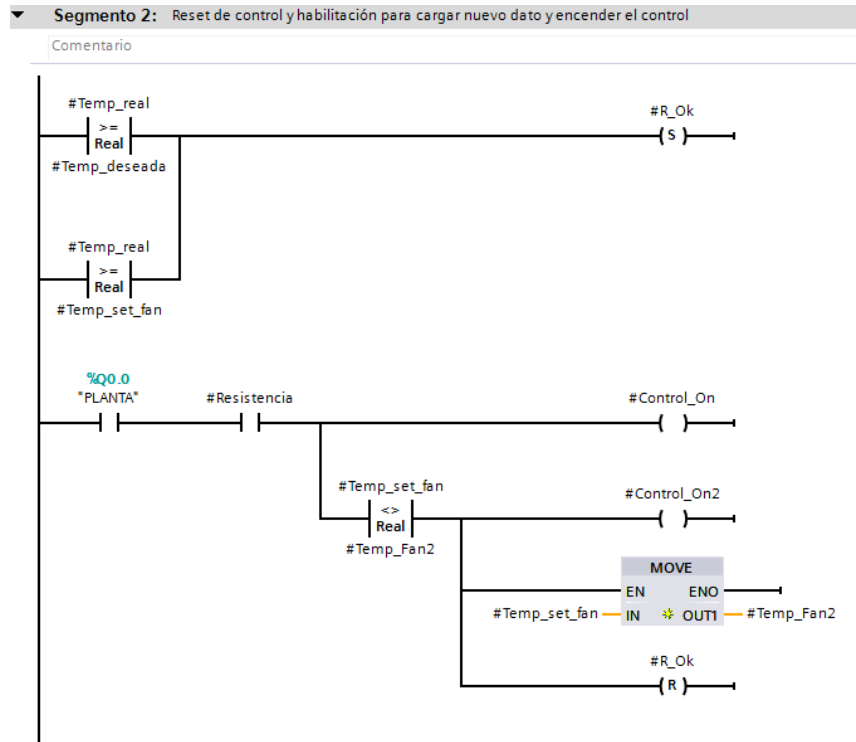


Figura 257 Segmento 2 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.

El segmento 3 de la función Alarma_Resistencia contiene control para poder validar la calefacción de la resistencia.

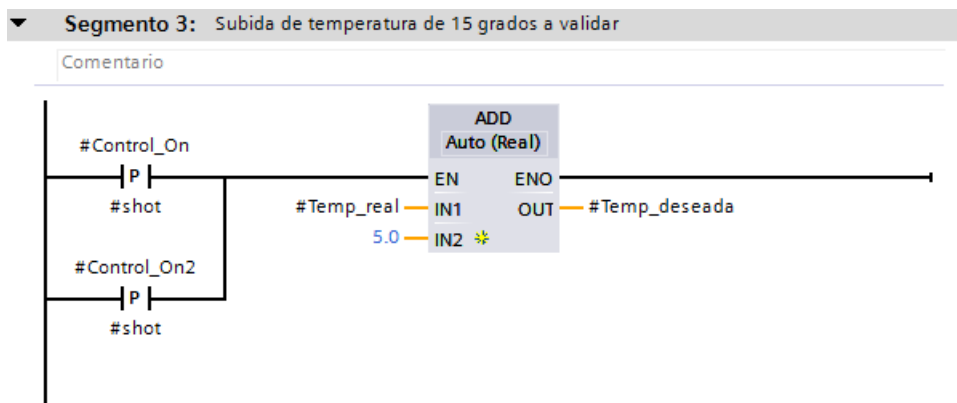


Figura 258 Segmento 3 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #9.

El segmento 3 y 4 del Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad para la lectura de aumento de temperatura en las resistencias 1 y 2 respectivamente.

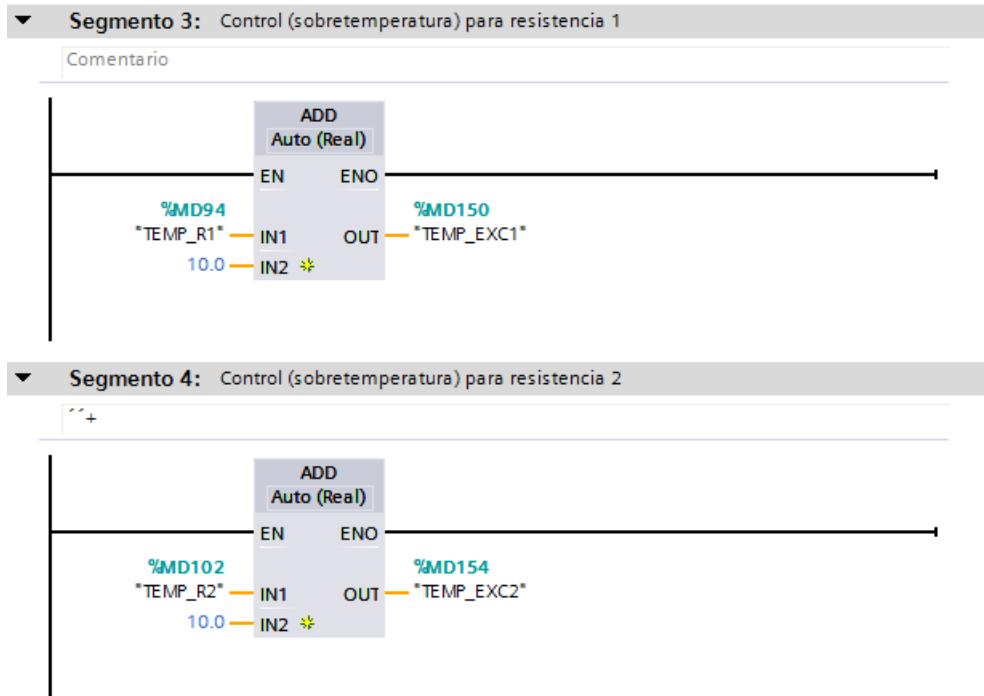
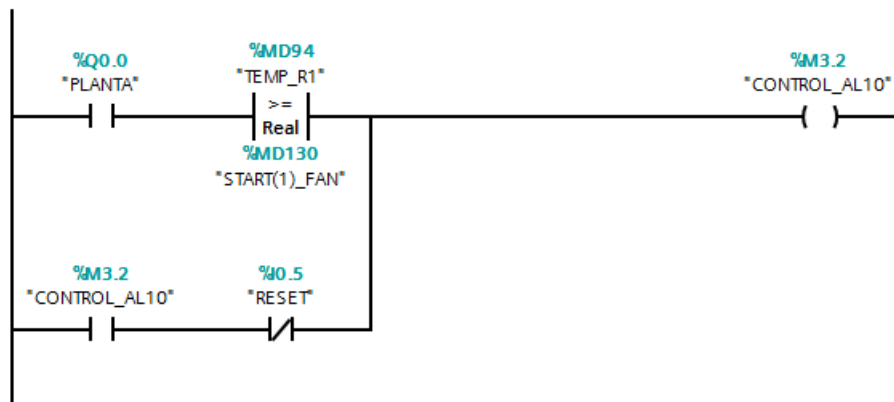


Figura 259 Segmento 3 y 4 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

El segmento 5 y 6 del Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad de las resistencias 1 y 2 respectivamente. Cuando se active el segmento dará paso a una alarma que indica que la resistencia se encuentra abierta.

▼ **Segmento 5:** Control resistencia abierta en proceso 1

Comentario



▼ **Segmento 6:** Control resistencia abierta en proceso 2

Comentario

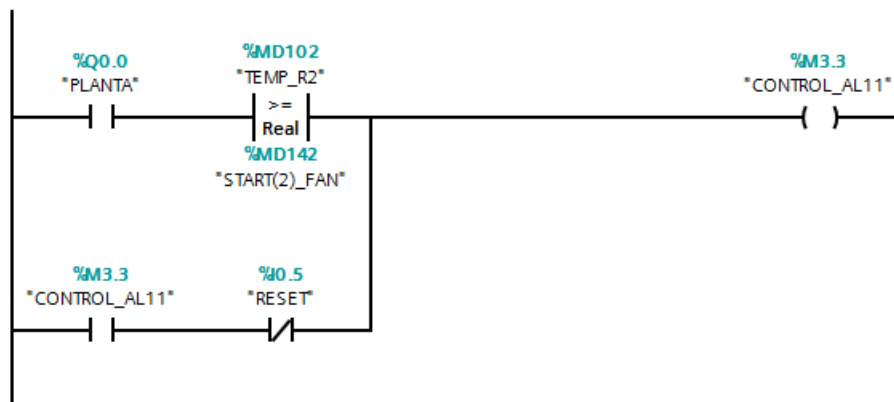


Figura 260 Segmento 5 y 6 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

El segmento 7 de la función Control alarma de resistencias contiene la desactivación de las resistencias mediante un botón del módulo PLC S7-1200.

▼ **Segmento 7:** Reset de control de alarmas

Comentario

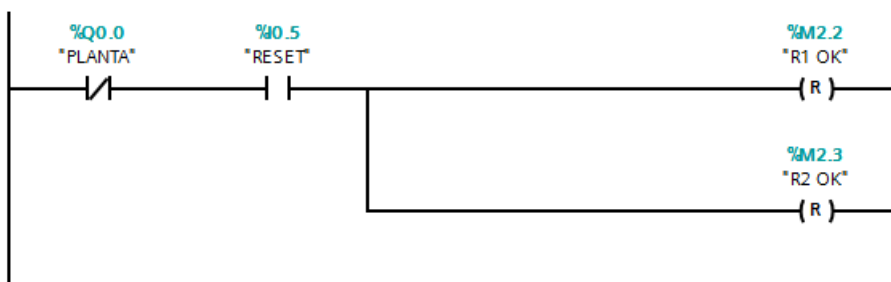


Figura 261 Segmento 7 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #9.

La función FC3 – Alarmas_advertencias. Contiene 15 segmentos de programación.

Alarmas_mensajes

	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	Input			
2	<Agregar>			
3	Output			

▼ Título del bloque:

Comentario

- ▶ Segmento 1: BIT DE ALARMA ACTIVA PARA HMI
- ▶ Segmento 2: Alarma1 PARO DE EMERGENCIA ACTIVO LOCAL I1.3
- ▶ Segmento 3: Alarma2 PARO DE EMERGENCIA ACTIVO REMOTO I2.0
- ▶ Segmento 4: Alarma3 RELE DE SEGURIDAD SIMULADO I1.2
- ▶ Segmento 5: Alarma4 PARO NORMAL (STOP) LOCAL IO.1
- ▶ Segmento 6: Alarma5 PARO NORMAL (STOP) REMOTO 2.1
- ▶ Segmento 7: Alarma6 CONTROL DE RESISTENCIA 1 (NO SE EVIDENCIA CALEFACCION A LOS 45S)
- ▶ Segmento 8: Alarma7 CONTROL DE RESISTENCIA 2 (NO SE EVIDENCIA CALEFACCION A LOS 45S)
- ▶ Segmento 9: Alarma8 CONTROL DE RESISTENCIA 1 (SOBRETEMPERATURA)
- ▶ Segmento 10: Alarma9 CONTROL DE RESISTENCIA 2 (SOBRETEMPERATURA)
- ▶ Segmento 11: Alarma 10 R1 ABIERTA EN PROCESO (TEMPERATURA NO MENOS DE 10 GRADOS)
- ▶ Segmento 12: Alarma 11 R2 ABIERTA EN PROCESO (TEMPERATURA NO MENOS DE 10 GRADOS)
- ▶ Segmento 13: Alarma 12 R1 TERMOCUPLA AVERIADA
- ▶ Segmento 14: Alarma 13 R2 TERMOCUPLA AVERIADA
- ▶ Segmento 15: RESET DE ALARMAS

Figura 262 Segmentos de la Función Alarmas_mensajes Práctica #7

El segmento 1 de la función Alarmas_advertencias contiene el bit de cada alarma que se activa en el HMI.

Segmento 1: BIT DE ALARMA ACTIVA PARA HMI

Comentario

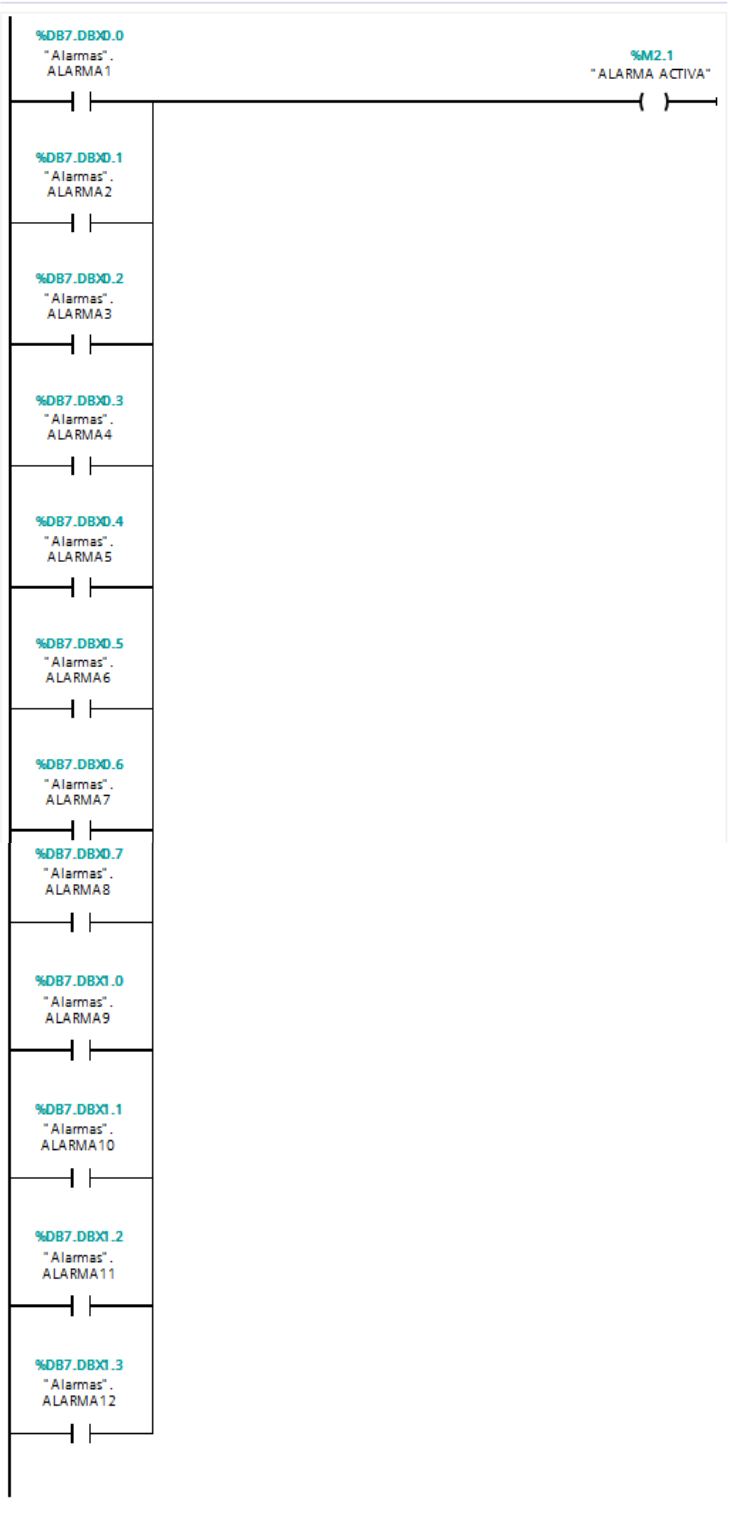


Figura 263 Segmento 1 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #9

Los siguientes segmentos de la función Alarmas_advertencias cumplen las siguientes funciones:

Segmento 2: Al activar el Paro de Emergencia desde el módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 3: Al activar el Paro de Emergencia desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 4: Al activar el dispositivo de seguridad simulado desde un selector del módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 5: Al activar el paro desde el módulo PLC-1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 6: Al activar el paro desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 7: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 se activa y durante los primeros 45 no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 8: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 se activa y durante los primeros 45 no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 9: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 excede en 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 10: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 excede en 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 11: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 desciende 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 12: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 desciende 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 13: Presenta una alarma cuando la lectura de la resistencia 1 exceda su temperatura máxima de 300 grados. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 14: Presenta una alarma cuando la lectura de la resistencia 2 exceda su temperatura máxima de 300 grados. El aviso se visualiza en el HMI.

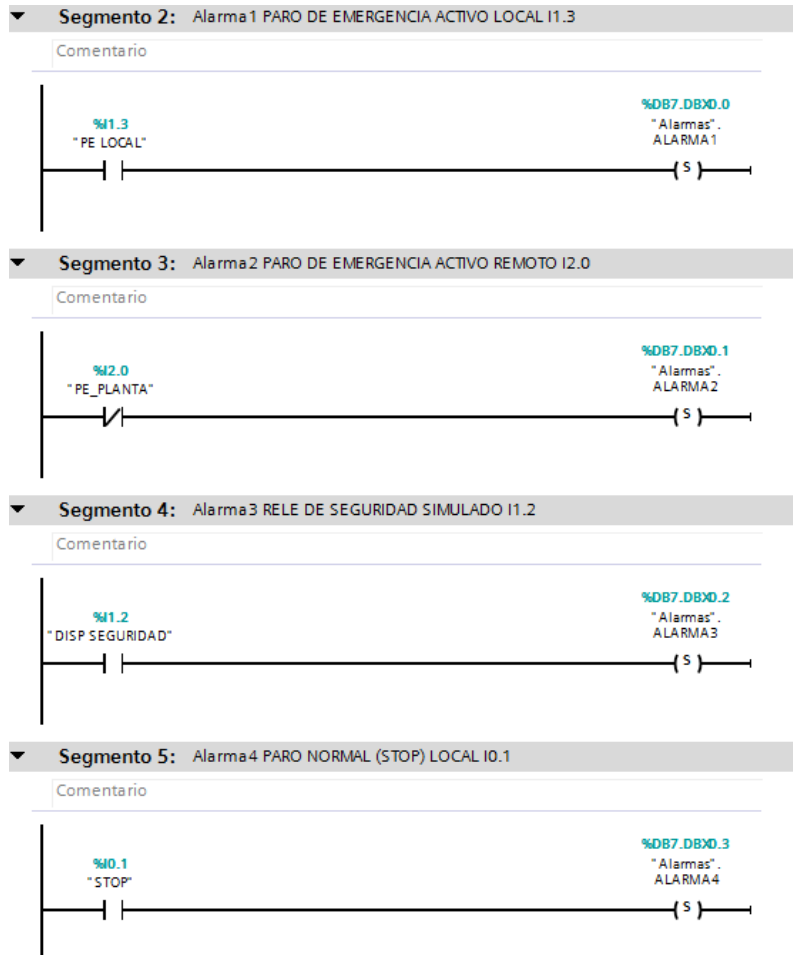


Figura 264 segmento 2, 3, 4 y 5 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.

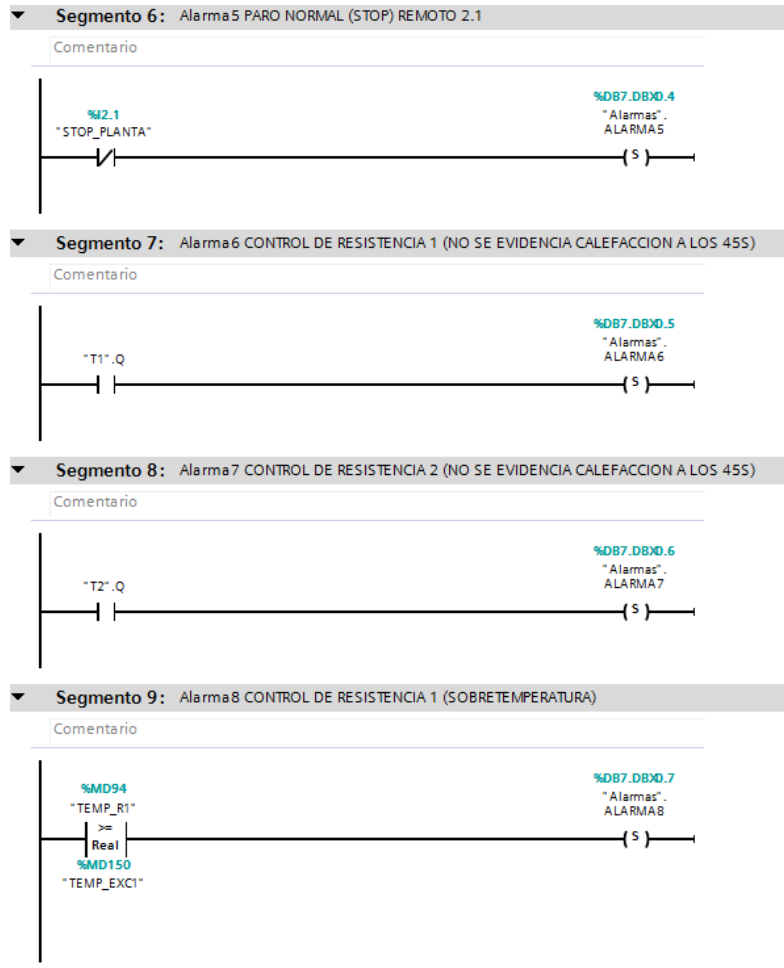


Figura 265 segmento 6, 7, 8 y 9 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.

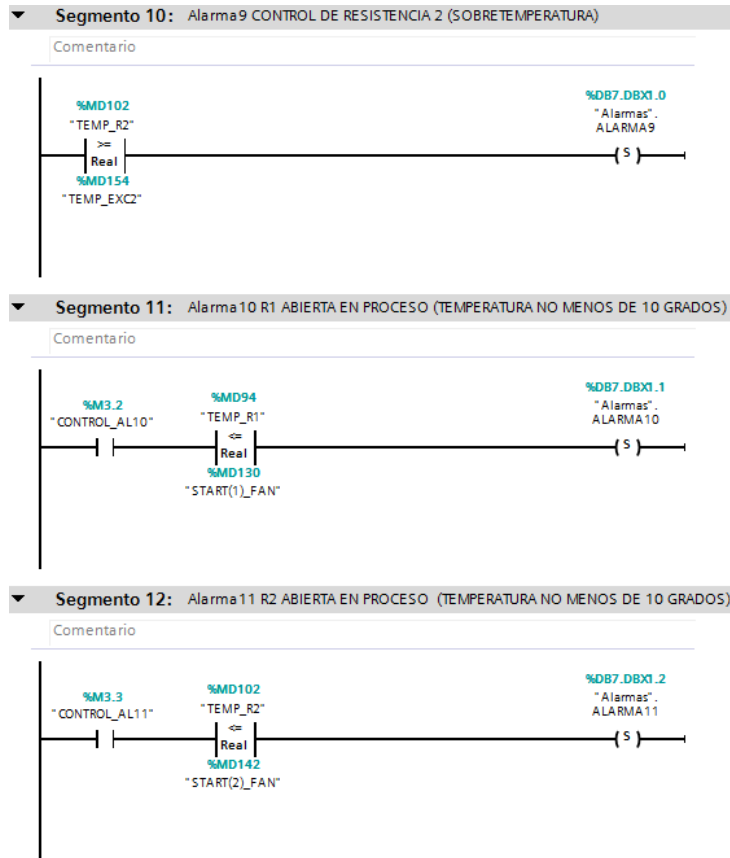


Figura 266 segmento 10,11 y 12 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.

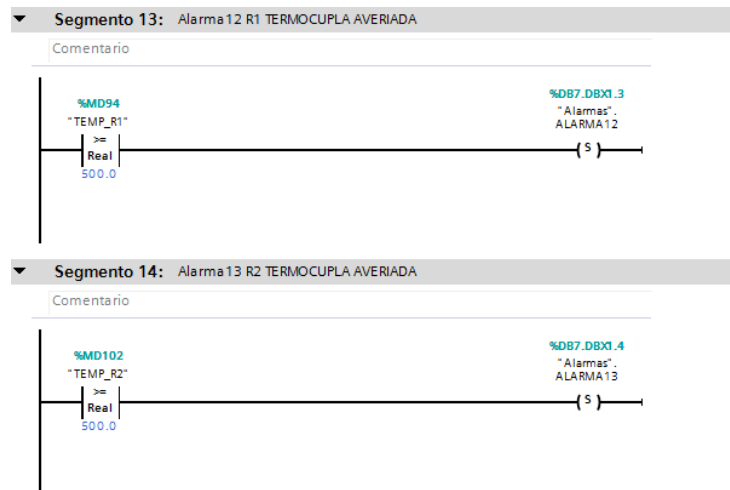


Figura 267 segmento 13 y 14 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.

El último segmento de la función Alarmas_advertencias permite el reinicio de las alarmas desde un botón del módulo PLC S7-1200.

Segmento 15: RESET DE ALARMAS

Comentario

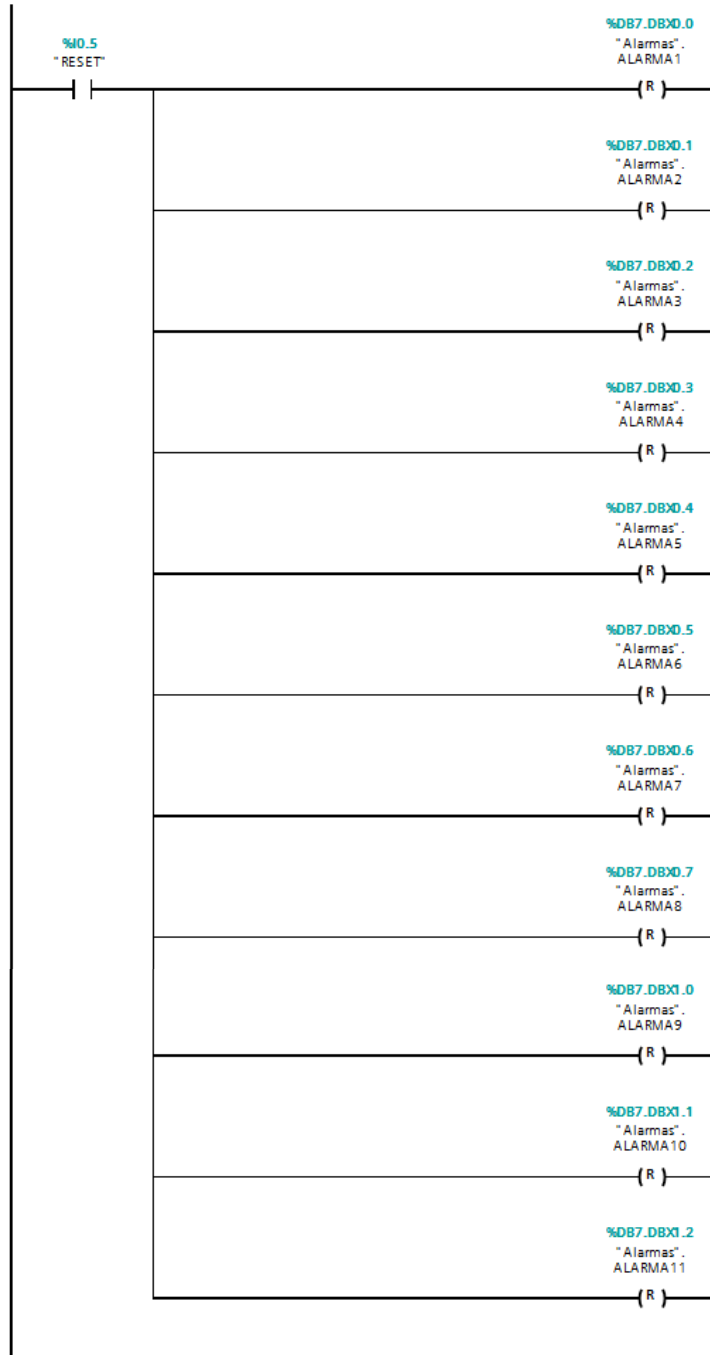


Figura 268 segmento 15 de la función Alarmas_advertencias Práctica #9.

- Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 2, se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia.

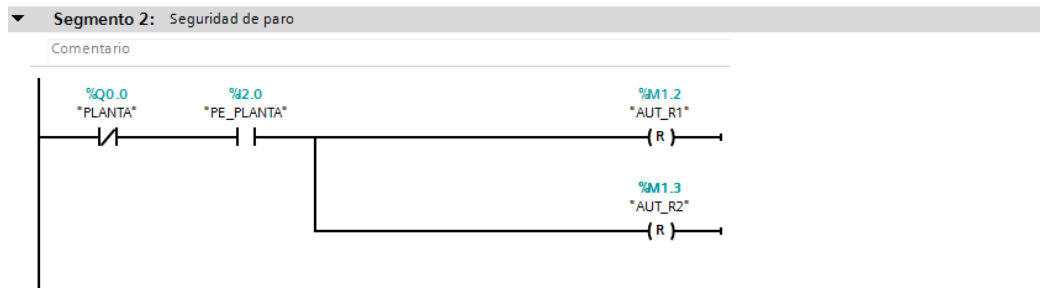


Figura 269 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #9

- En el MAIN [OB1] en el segmento 3 y 4 del Main [OB1] se llama al bloque de función T_Arranque.

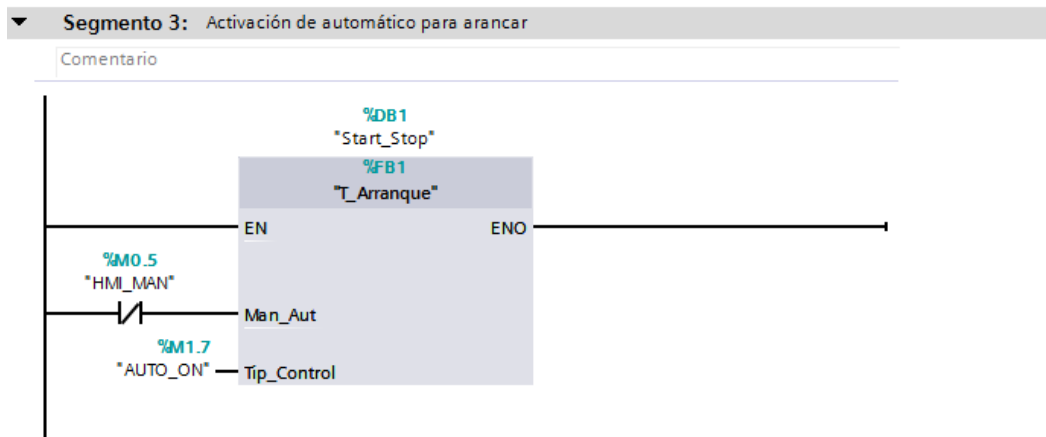


Figura 270 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #9.

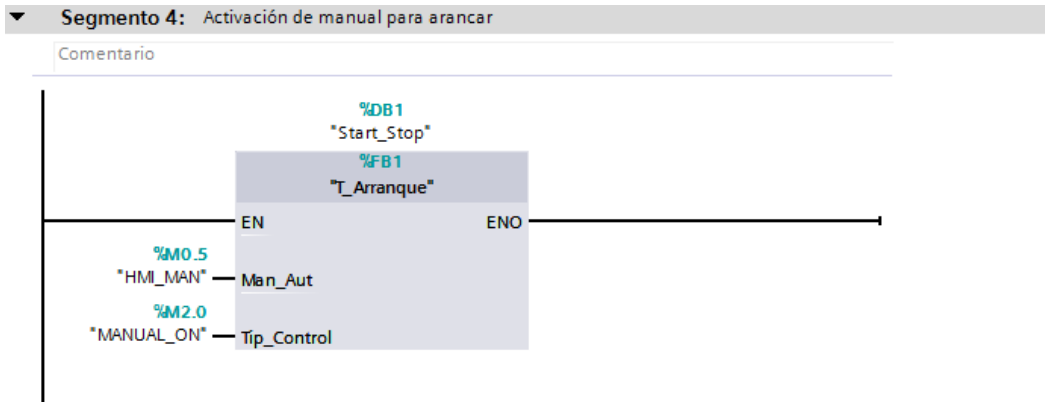


Figura 271 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #9

Dentro del bloque de función T_Arranque tenemos las seguridades de paro y de igual forma las de arranque; considerando las condiciones de arranque se activará el control deseado, en este caso “AUTO_ON” o “MANUAL_ON”. La única variable de entrada será “HMI_MAN_AUT” que en los segmentos se define si es un contacto normalmente abierto o cerrado; esto define el control manual o automático.

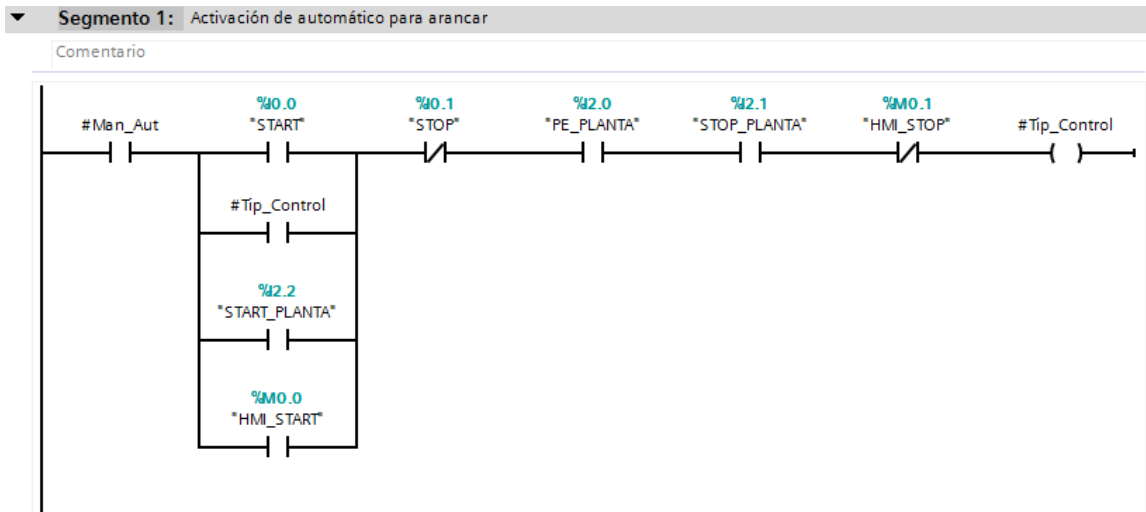


Figura 272 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #9.

7. Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 5 se encuentra el control de los indicadores de encendido de la planta. Por lo tanto, cuando el operador presione marcha ya sea en modo

automático o manual se encienda un led indicador en el módulo PLC S7-1200 y en el módulo remoto

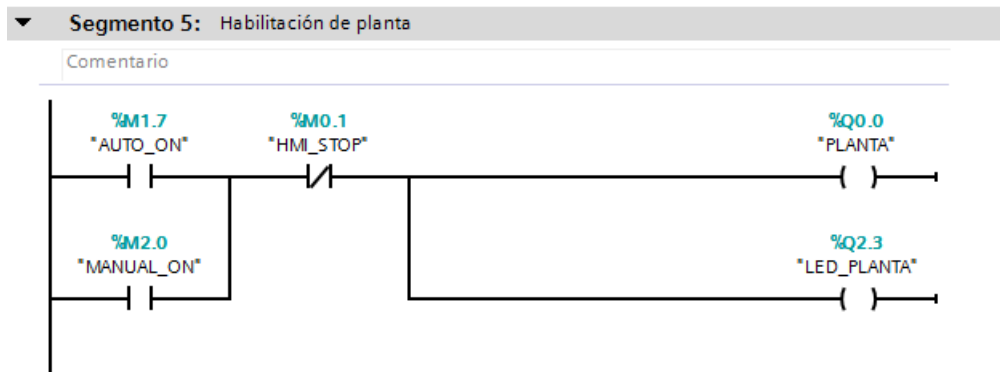


Figura 273 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #9.

8. En el segmento 6 del MAIN [OB1] se encuentra el control de los indicadores de encendido del ventilador y las resistencias.

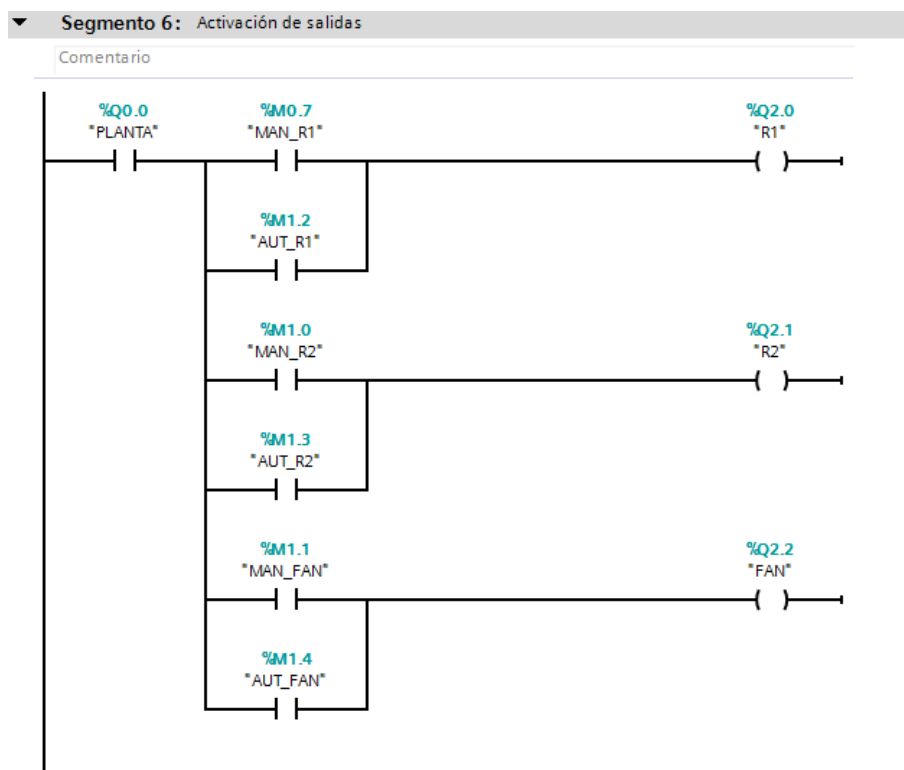


Figura 274 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #9.

9. La imagen_2 del HMI se la trabaja igual que en el anexo 4, agregando un nuevo indicador para la visualización del control PID.

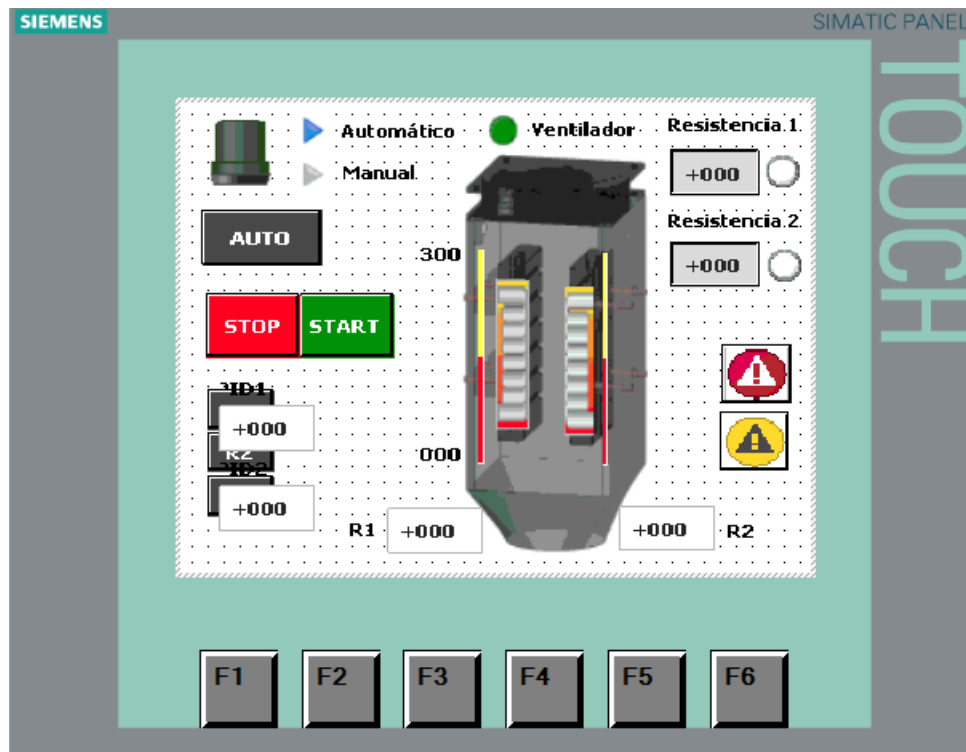


Figura 275 Imagen_2 del HMI para la práctica #9.

Para visualizar las alarmas se presiona el ícono de advertencias el cual nos dirige hacia la Imagen_3 con el panel de alarmas.



Figura 276 Icono de advertencias de alarmas Práctica #9.



Figura 277 Panel de alarmas en el HMI de la práctica #9.

El siguiente botón tiene la funcionalidad de visualizar el texto informativo en el HMI.



Figura 278 Signo del panel de alarmas Práctica #9.

El siguiente botón tiene la funcionalidad de actualizar las alarmas.



Figura 279 Signo informativo del panel de alarmas Práctica #9.

En el Árbol de proyectos nos dirigimos hasta Avisos HMI, donde se visualizará una tabla para digitar los avisos que se muestran en la Imagen_3

PRACTICA9 > HMI TESIS [KTP600 Basic color PN] > Avisos HMI

Avisos de bit Avisos analógicos Categorías Grupos de avisos

Avisos de bit

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di...	Bit de ...	Dirección de ...	Variable de ac...	Bit de ...	Dirección de ...
8	ALARMA 16		Errors	ALARMAS	7	%DB7.DBX1.7	<Ninguna var...	0	
15	ALARMA 7	AVERIA EN RESISTENCIA 2	Errors	ALARMAS	14	%DB7.DBX0.6	<Ninguna var...	0	
1	ALARMA 9	SOBRETEMPERATURA R2	Errors	ALARMAS	0	%DB7.DBX1.0	<Ninguna var...	0	
2	ALARMA 10	R1 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	1	%DB7.DBX1.1	<Ninguna var...	0	
3	ALARMA 11	R2 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	2	%DB7.DBX1.2	<Ninguna ...	0	
4	ALARMA 12	SENSOR 1 AVERIADO	Errors	ALARMAS	3	%DB7.DBX1.3	<Ninguna var...	0	
5	ALARMA 13	SENSOR 2 AVERIADO	Errors	ALARMAS	4	%DB7.DBX1.4	<Ninguna var...	0	
6	ALARMA 14		Errors	ALARMAS	5	%DB7.DBX1.5	<Ninguna var...	0	
7	ALARMA 15		Errors	ALARMAS	6	%DB7.DBX1.6	<Ninguna var...	0	
16	ALARMA 8	SOBRETEMPERATURA R1	Errors	ALARMAS	15	%DB7.DBX0.7	<Ninguna var...	0	
9	ALARMA 1	PE LOCAL ACTIVADO	Errors	ALARMAS	8	%DB7.DBX0.0	<Ninguna var...	0	
10	ALARMA 2	PE ESTACIÓN REMOTA ACTIVADO	Errors	ALARMAS	9	%DB7.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
11	ALARMA 3	ALGUN DISPOSITIVO SALTADO	Errors	ALARMAS	10	%DB7.DBX0.2	<Ninguna var...	0	
12	ALARMA 4	PARO NORMAL LOCAL	Errors	ALARMAS	11	%DB7.DBX0.3	<Ninguna var...	0	
13	ALARMA 5	PARO NORMAL ESTACION REMOTA	Errors	ALARMAS	12	%DB7.DBX0.4	<Ninguna var...	0	
14	ALARMA 6	AVERIA EN RESISTENCIA 1	Errors	ALARMAS	13	%DB7.DBX0.5	<Ninguna var...	0	
<Agregar>									

Figura 280 Tabla de avisos HMI práctica #9.

Al seleccionar una alarma se despliega el apartado de propiedades, donde se agrega el texto informativo que presenta cada alarma.

PRACTICA9 > HMI TESIS [KTP600 Basic color PN] > Avisos HMI

Avisos de bit Avisos analógicos Categorías Grupos de avisos

Avisos de bit

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di...	Bit de ...	Dirección de ...	Variable de ac...	Bit de ...	Dirección de ...
8	ALARMA 16		Errors	ALARMAS	7	%DB7.DBX1.7	<Ninguna var...	0	
15	ALARMA 7	AVERIA EN RESISTENCIA 2	Errors	ALARMAS	14	%DB7.DBX0.6	<Ninguna var...	0	
1	ALARMA 9	SOBRETEMPERATURA R2	Errors	ALARMAS	0	%DB7.DBX1.0	<Ninguna var...	0	
2	ALARMA 10	R1 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	1	%DB7.DBX1.1	<Ninguna var...	0	
3	ALARMA 11	R2 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	2	%DB7.DBX1.2	<Ninguna var...	0	
4	ALARMA 12	SENSOR 1 AVERIADO	Errors	ALARMAS	3	%DB7.DBX1.3	<Ninguna var...	0	
5	ALARMA 13	SENSOR 2 AVERIADO	Errors	ALARMAS	4	%DB7.DBX1.4	<Ninguna var...	0	
6	ALARMA 14		Errors	ALARMAS	5	%DB7.DBX1.5	<Ninguna var...	0	
7	ALARMA 15		Errors	ALARMAS	6	%DB7.DBX1.6	<Ninguna var...	0	
16	ALARMA 8	SOBRETEMPERATURA R1	Errors	ALARMAS	15	%DB7.DBX0.7	<Ninguna var...	0	
9	ALARMA 1	PE LOCAL ACTIVADO	Errors	ALARMAS	8	%DB7.DBX0.0	<Ninguna ...	0	
10	ALARMA 2	PE ESTACIÓN REMOTA ACTIVADO	Errors	ALARMAS	9	%DB7.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
11	ALARMA 3	ALGUN DISPOSITIVO SALTADO	Errors	ALARMAS	10	%DB7.DBX0.2	<Ninguna var...	0	
12	ALARMA 4	PARO NORMAL LOCAL	Errors	ALARMAS	11	%DB7.DBX0.3	<Ninguna var...	0	
13	ALARMA 5	PARO NORMAL ESTACION REMOTA	Errors	ALARMAS	12	%DB7.DBX0.4	<Ninguna var...	0	
14	ALARMA 6	AVERIA EN RESISTENCIA 1	Errors	ALARMAS	13	%DB7.DBX0.5	<Ninguna var...	0	
<Agregar>									

ALARMA 1 [Aviso de bit] Propiedades Información Diagnóstico

Propiedades Eventos Textos

General
Disparador
Texto informativo

Texto informativo

El pulsador de paro de emergencia en módulo local a (11.3) ha sido activado

Figura 281 Texto informativo de alarmas en HMI Práctica #9.

Anexo 10: Práctica #10

1. Tener establecida la red entre el PLC S7 1200, ET 200SP y HMI como se indica en la práctica #3 (Anexo 3)
2. El Main [OB1] contiene 6 segmentos de programación, los cuales se explican a continuación:

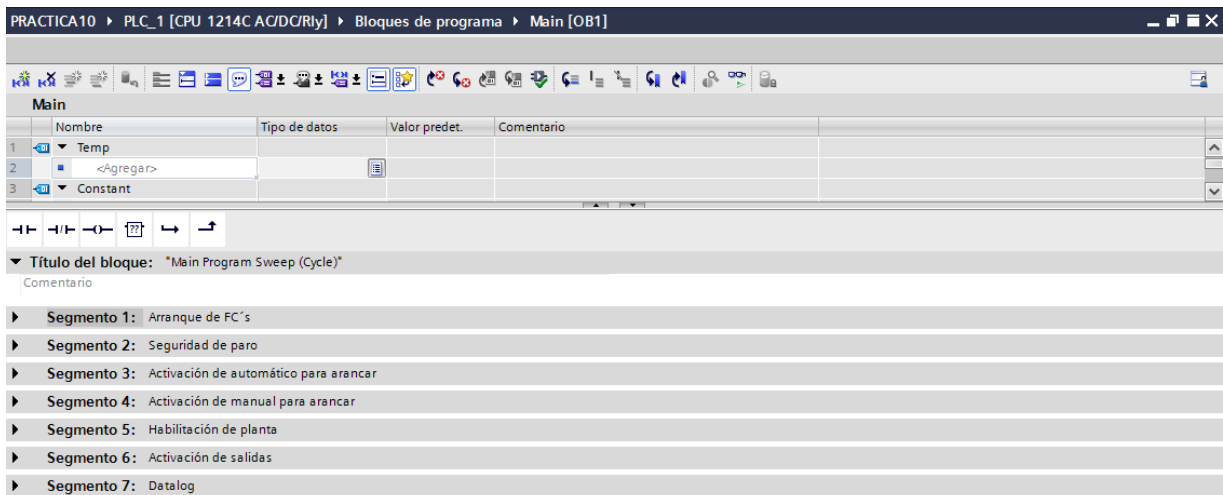


Figura 282 Segmentos del Main [OB1] Práctica #10.

3. En Main [OB1], el segmento 1 se llama a las funciones que contienen la programación para la mejora de arranque de la planta.

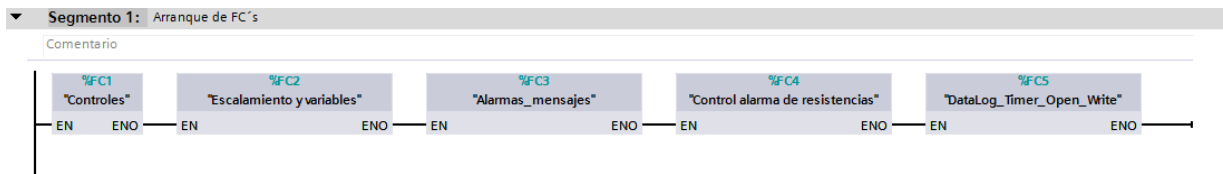


Figura 283 Segmento 1 del Main [OB1] en la práctica #10.

Dentro del segmento 1 se encuentra la Función controles que contiene el desarrollo de 4 segmentos explicados a continuación.

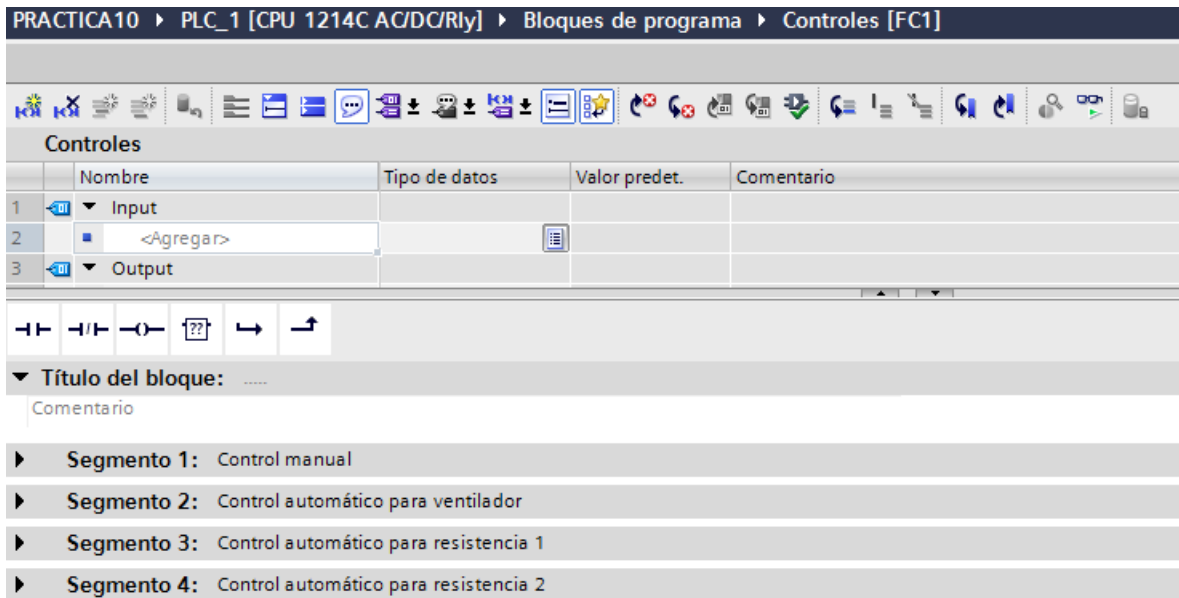


Figura 284 Función Controles Práctica #10.

El segmento 1 de la función Controles contiene el control manual que es operado desde el HMI (MAN_AUT) o desde la planta (PLANTA_ON). La cual permiten la activación de la resistencia 1, resistencia 2 y ventilador.

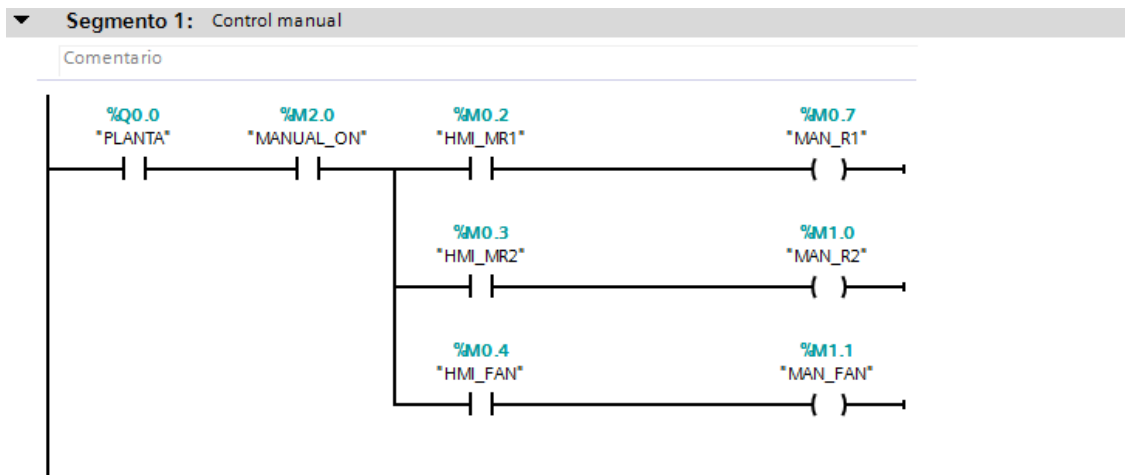


Figura 285 Segmento 1 de la función controles de la práctica #10.

El segmento 2 de la función Controles se activa cuando las condiciones de los segmentos 3 y 4 se cumplan entonces se procede con el control para la activación del ventilador en automático.

Se realizan dos comparaciones; primero la temperatura debe de estar mayor a los 40 grados y segundo cuando la temperatura sobrepase en un -10 grados a la temperatura de estabilización o de setting.

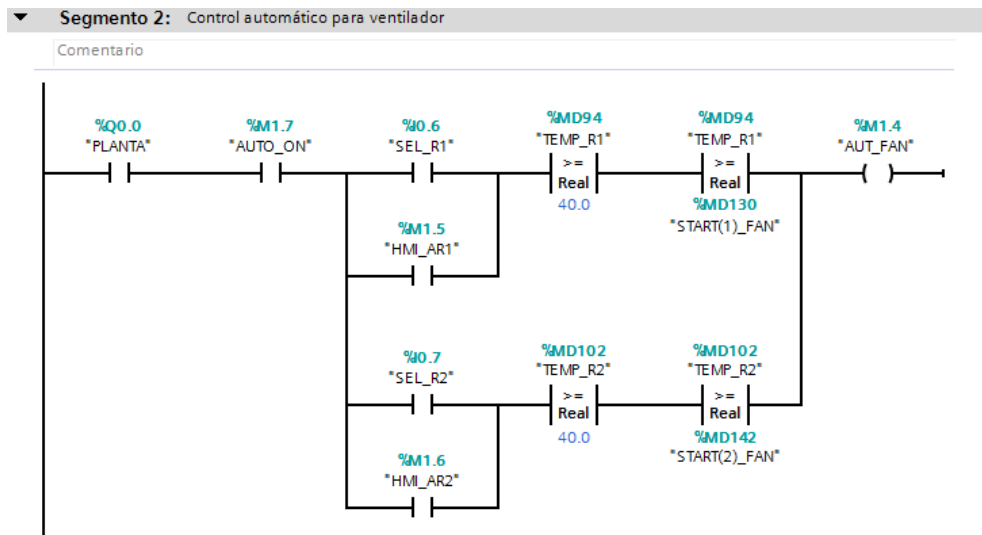


Figura 286 Segmento 2 de la función controles de la práctica #10.

El segmento 3 y 4 de la función Controles es el control automático para la resistencia 1 y 2 respectivamente. Entonces cuando la resistencia se active desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 y la temperatura se menor o igual a la seteada; comienza a actuar el control PID y por lo tanto la resistencia se activa o se desactiva.

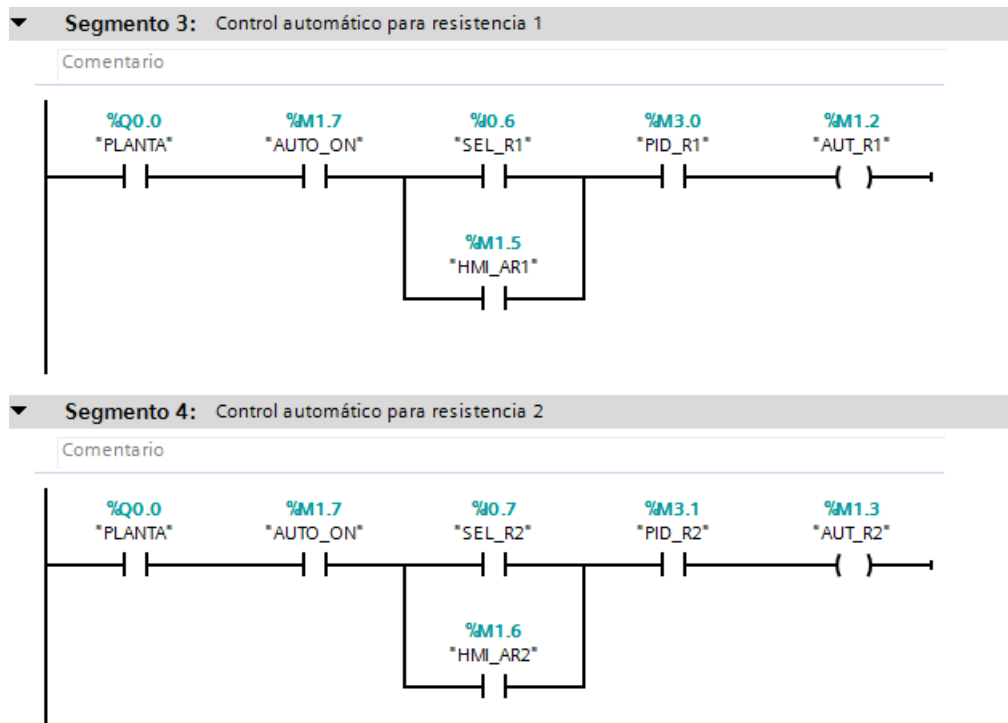


Figura 287 Segmento 3 y 4 de la función controles de la práctica #10.

Continuando con el segmento 1 del Main [OB1] se desarrolla la función FC2 – Escalamiento y variables. Contiene 3 segmentos de programación.

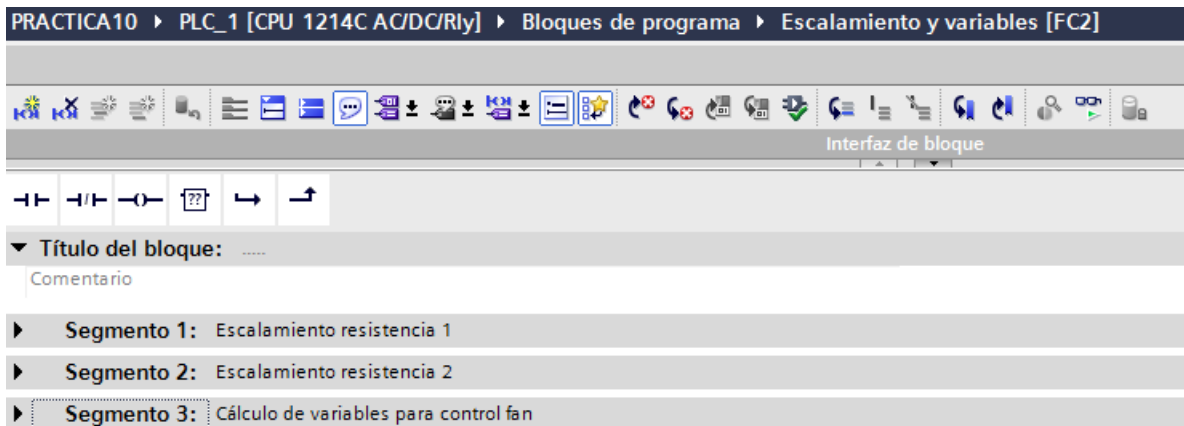


Figura 288 Segmentos de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.

El segmento 1 y 2 contiene la programación de las señales analógicas, se usa la instrucción “CONVERSIÓN” el cual convierte el valor entero que es leído de la resistencia a un valor real

que es el valor en grados, pero este da un valor multiplicado por cien entonces ahí se usa la instrucción “MULTIPLICAR” el cual como su nombre lo dice multiplica el valor real por 0.01 para que nos dé como resultado el valor en grados Celsius. En las siguientes imágenes se muestra el segmento 1 y 2 para la conversión de la resistencia 1 y 2 respectivamente.

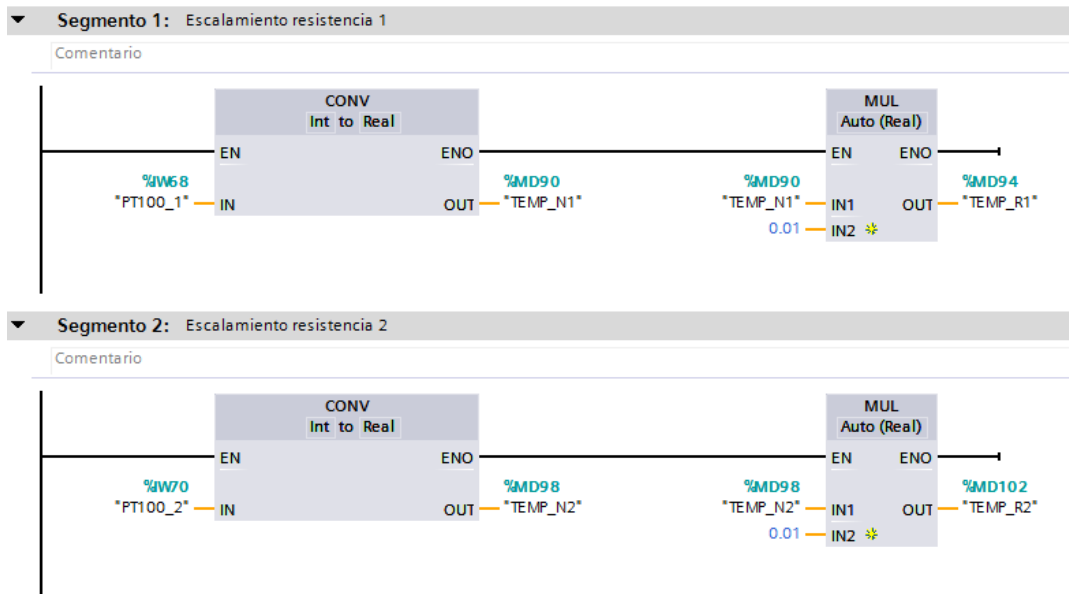


Figura 289 Segmento 1 y 2 de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.

El segmento 3 de la función Escalamiento y variables contiene la activación de las resistencias 1 y 2; Sea desde el HMI o desde el módulo del PLC S7-1200 además de contener la temperatura de arranque del ventilador se define en una resta de 10 grados.

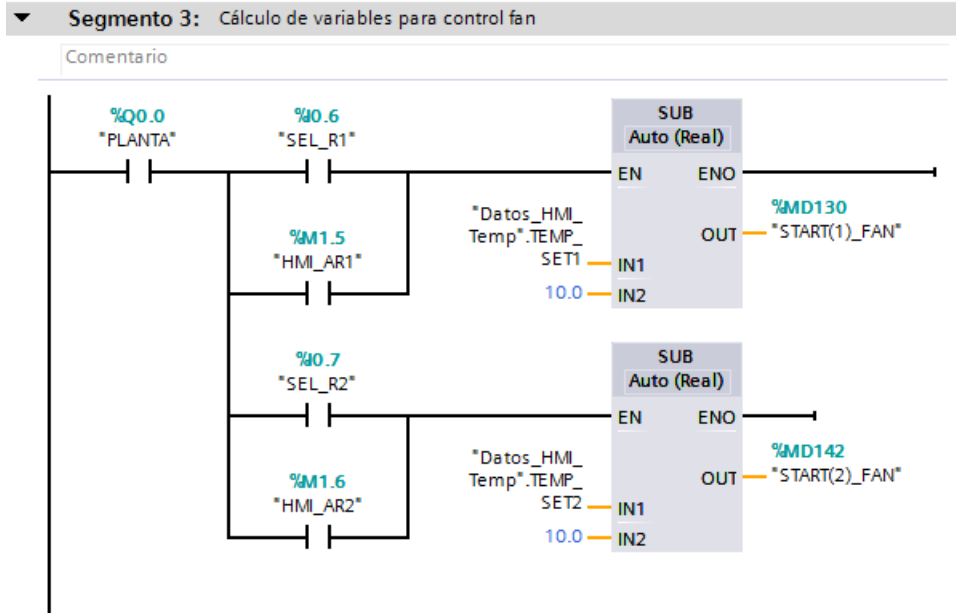


Figura 290 Segmento 3 de la Función Escalamiento y variables Práctica #10.

La función FC3 – Alarmas_mensajes. Contiene 16 segmentos de programación.

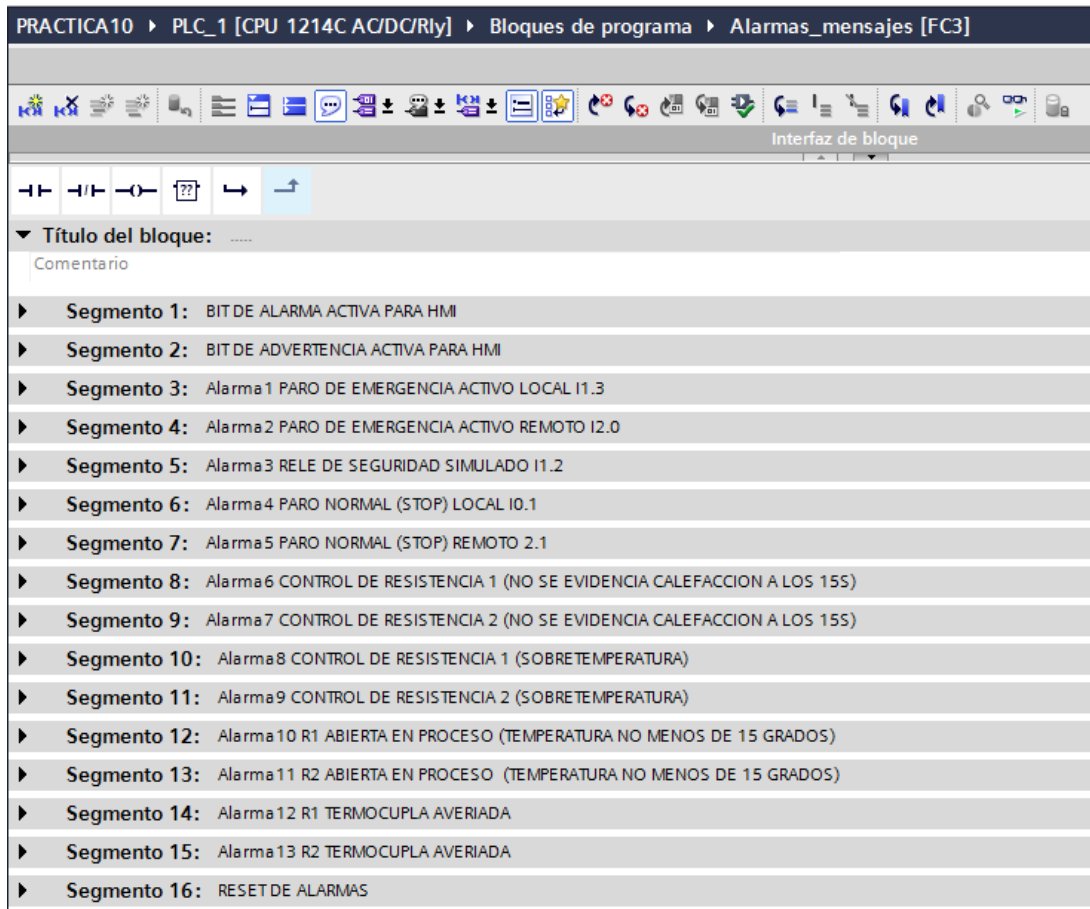


Figura 291 Segmentos de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.

El segmento 1 de la función Alarmas_advertencias contiene el bit de cada alarma que se activa en la imagen_3 del HMI.

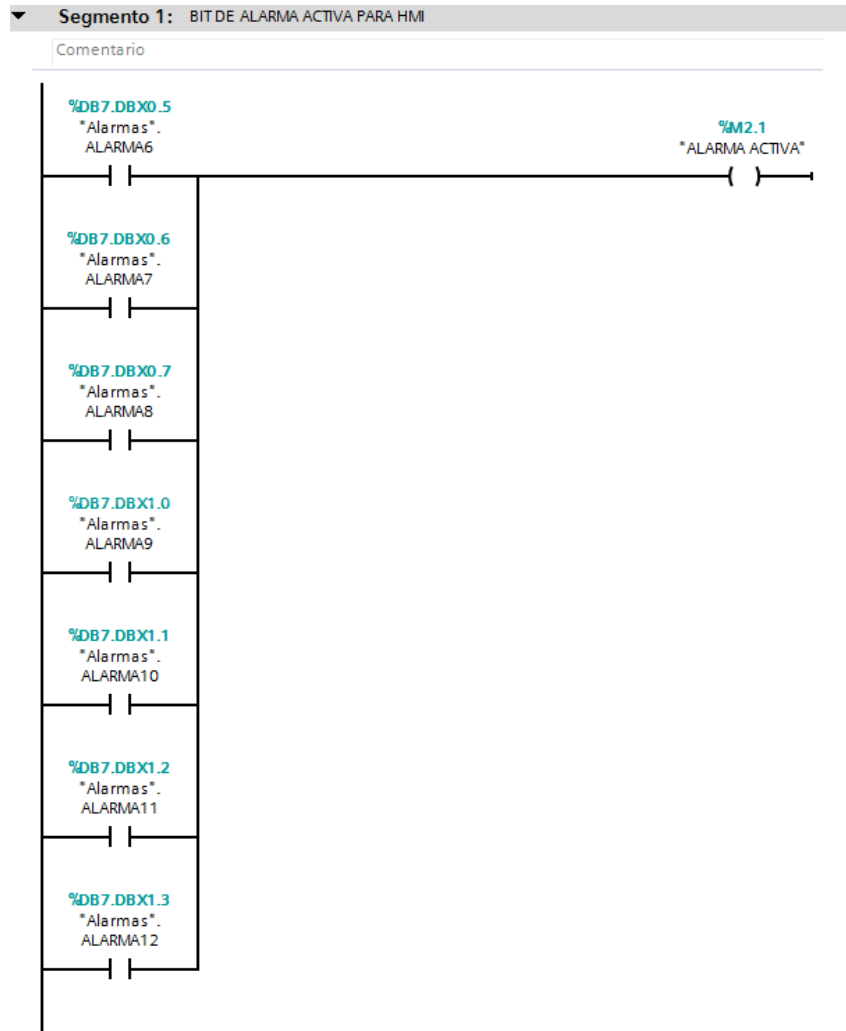


Figura 292 Segmento 1 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.

El segmento 2 de la función Alarmas_advertencias contiene el bit de cada advertencia que se activa en la imagen_4 del HMI.

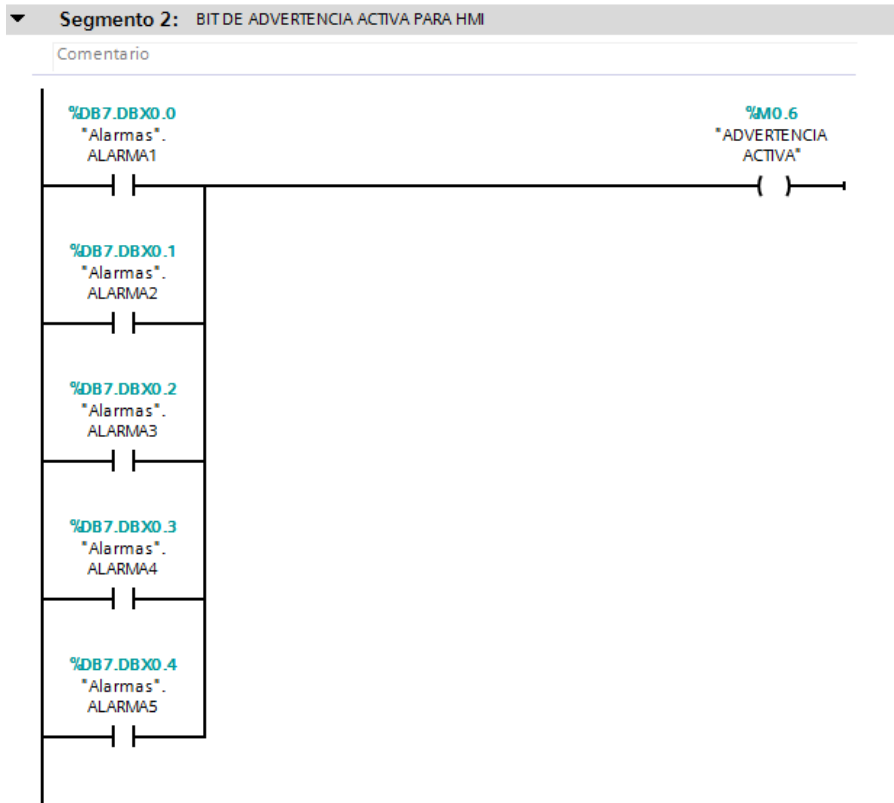


Figura 293 Segmento 2 de la Función Alarmas_mensajes Práctica #10.

Los siguientes segmentos de la función Alarmas_advertencias cumplen las siguientes funciones:

Segmento 3: Al activar el Paro de Emergencia desde el módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 4: Al activar el Paro de Emergencia desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 5: Al activar el dispositivo de seguridad simulado desde un selector del módulo PLC 1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 6: Al activar el paro desde el módulo PLC-1200, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 7: Al activar el paro desde el módulo ET 200SP, este genera una alarma que se visualiza en el HMI.

Segmento 8: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 se activa y durante los primeros 45 no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 9: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 se activa y durante los primeros 45 no se evidencia una lectura de temperatura de 5 grados al valor seteado. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 10: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 excede en 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 11: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 excede en 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 12: Presenta una alarma cuando la resistencia 1 desciende 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 13: Presenta una alarma cuando la resistencia 2 desciende 10 grados a la temperatura seteada. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 14: Presenta una alarma cuando la lectura de la resistencia 1 exceda su temperatura máxima de 300 grados. El aviso se visualiza en el HMI.

Segmento 15: Presenta una alarma cuando la lectura de la resistencia 2 exceda su temperatura máxima de 300 grados. El aviso se visualiza en el HMI.

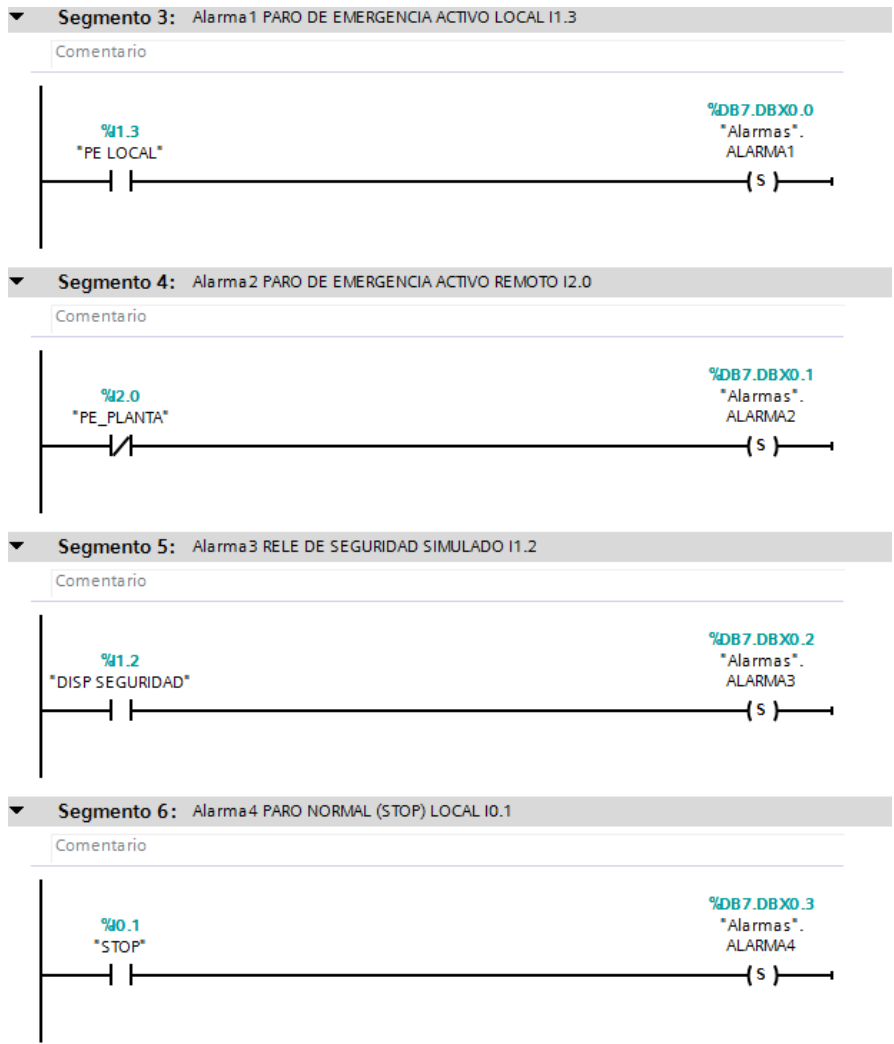


Figura 294 Segmento 3, 4, 5 y 6 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.

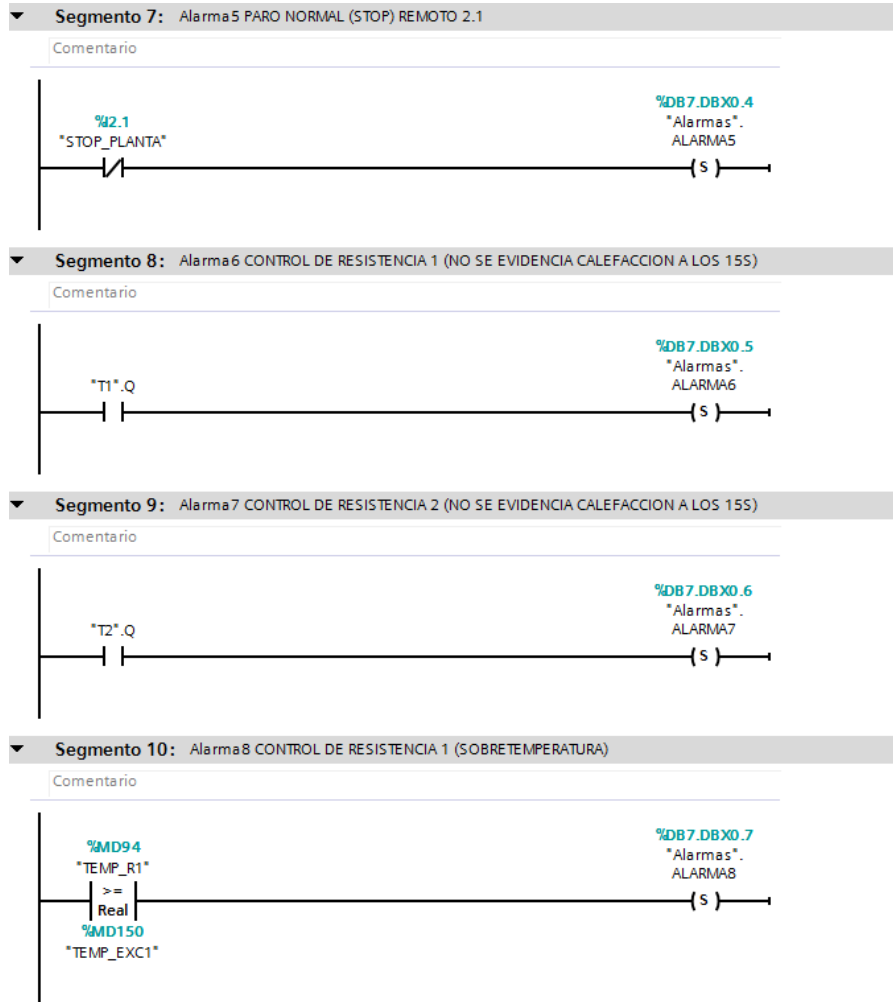
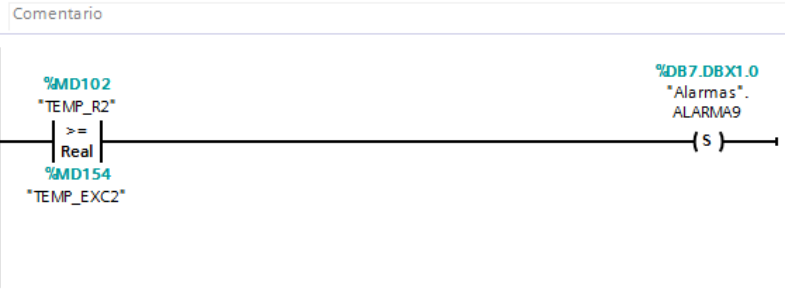
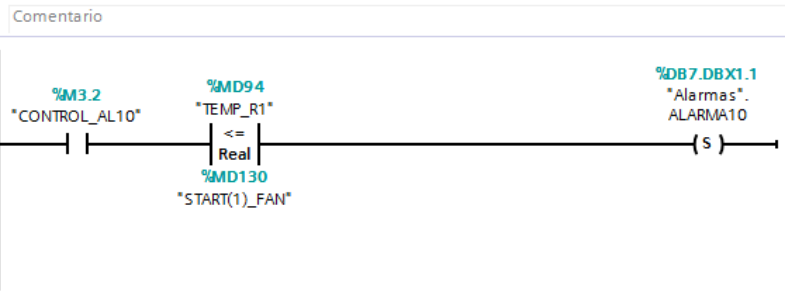


Figura 295 Segmento 7, 8, 9 y 10 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.

▼ **Segmento 11:** Alarma9 CONTROL DE RESISTENCIA 2 (SOBRETENPERATURA)



▼ **Segmento 12:** Alarma 10 R1 ABIERTA EN PROCESO (TEMPERATURA NO MENOS DE 15 GRADOS)



▼ **Segmento 13:** Alarma 11 R2 ABIERTA EN PROCESO (TEMPERATURA NO MENOS DE 15 GRADOS)

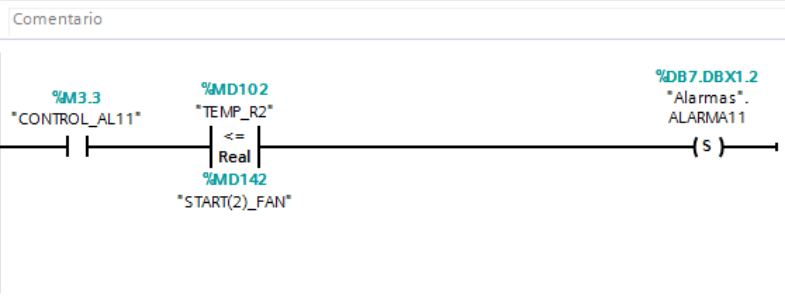


Figura 296 segmento 11, 12 y 13 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.

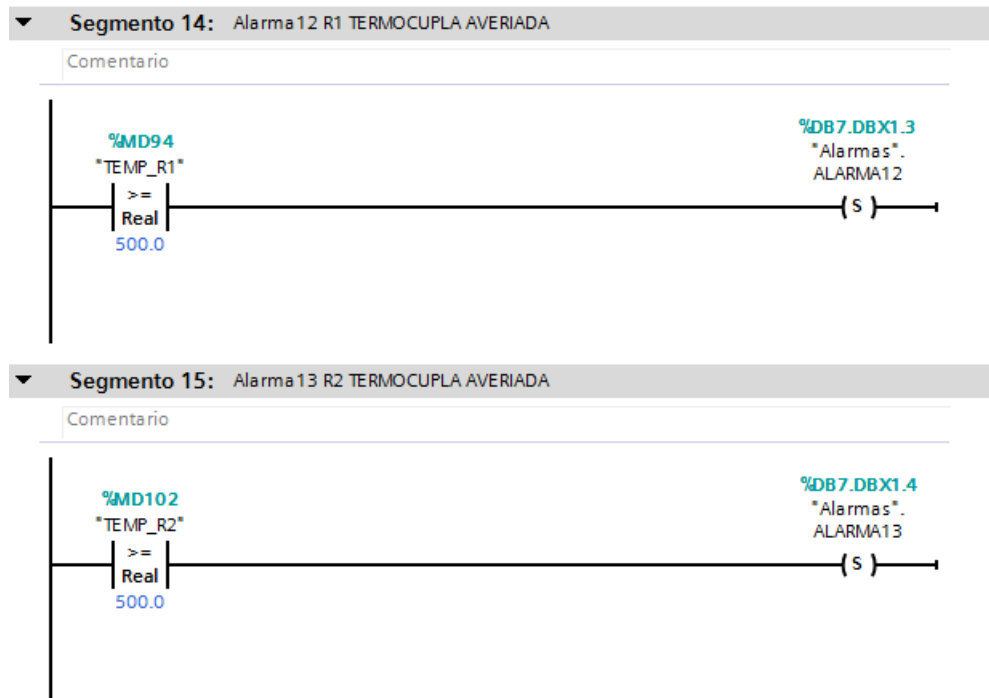


Figura 297 segmento 14 y 15 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.

El último segmento de la función Alarmas_advertencias permite el reinicio de las alarmas desde un botón del módulo PLC S7-1200.

Segmento 16: RESET DE ALARMAS

Comentario

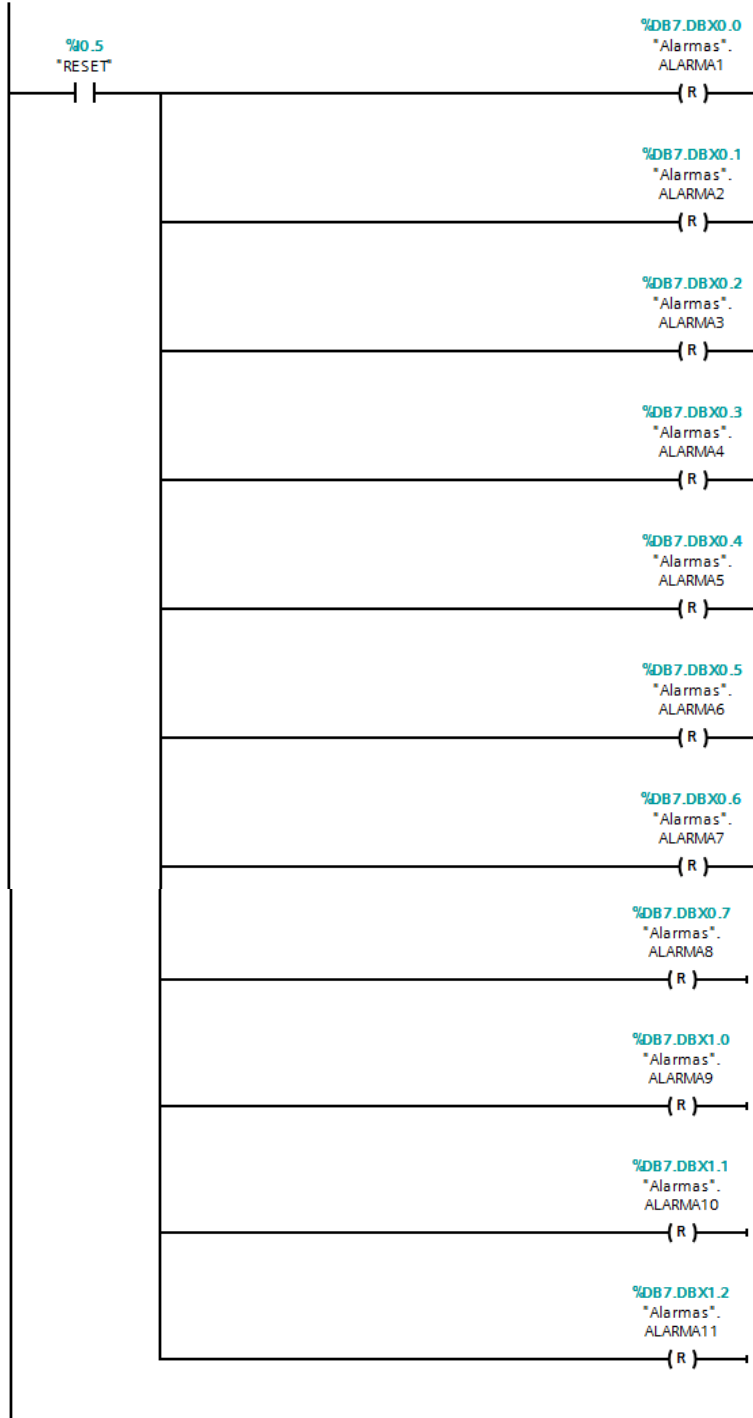


Figura 298 segmento 16 de la función Alarmas_advertencias Práctica #10.

La función FC4 – Control alarma de resistencias. Contiene 7 segmentos de programación.

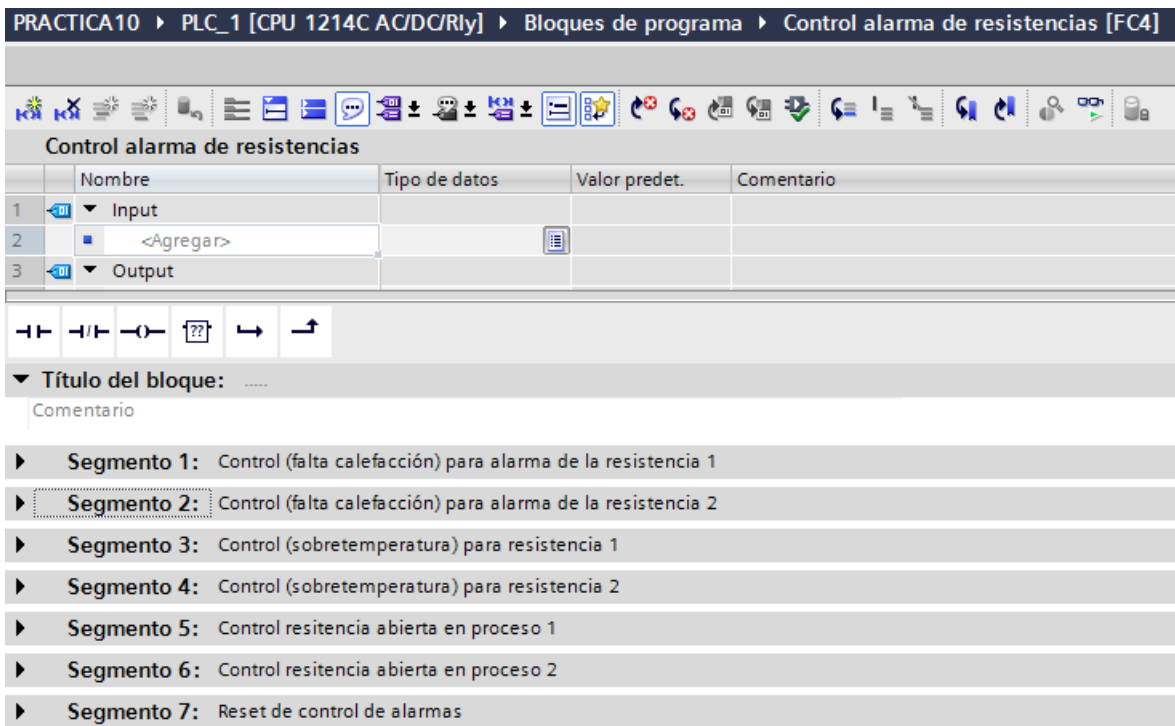


Figura 299 Segmentos de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

El segmento 1 y 2 de la función Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad para la lectura de falta de temperatura en las resistencias 1 y 2 respectivamente. En los segmentos se desarrolla el bloque de función Alarma_Resistencia.

▼ **Segmento 1:** Control (falta calefacción) para alarma de la resistencia 1

Comentario

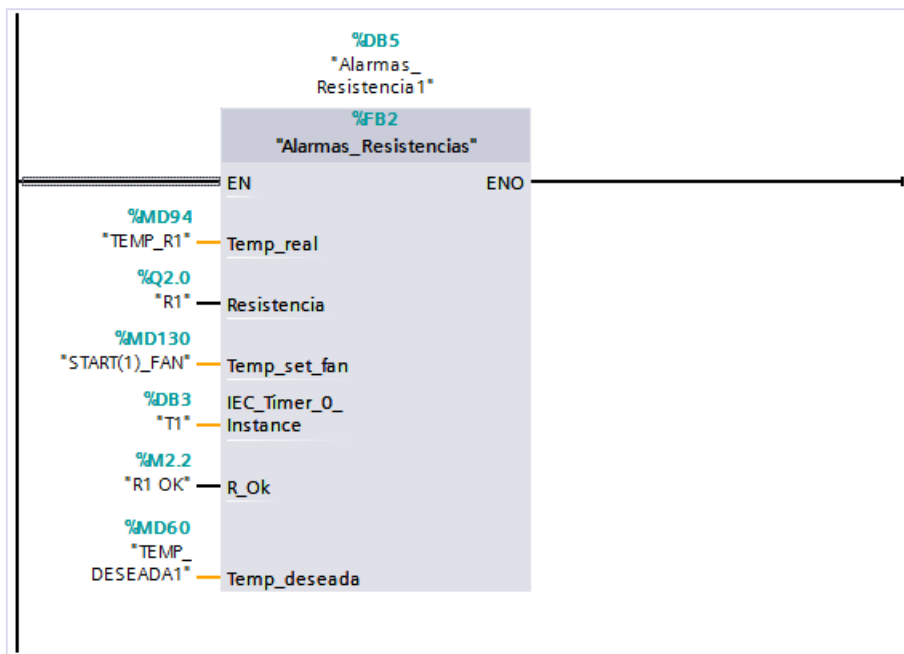


Figura 300 Segmento 1 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

▼ **Segmento 2:** Control (falta calefacción) para alarma de la resistencia 2

Comentario

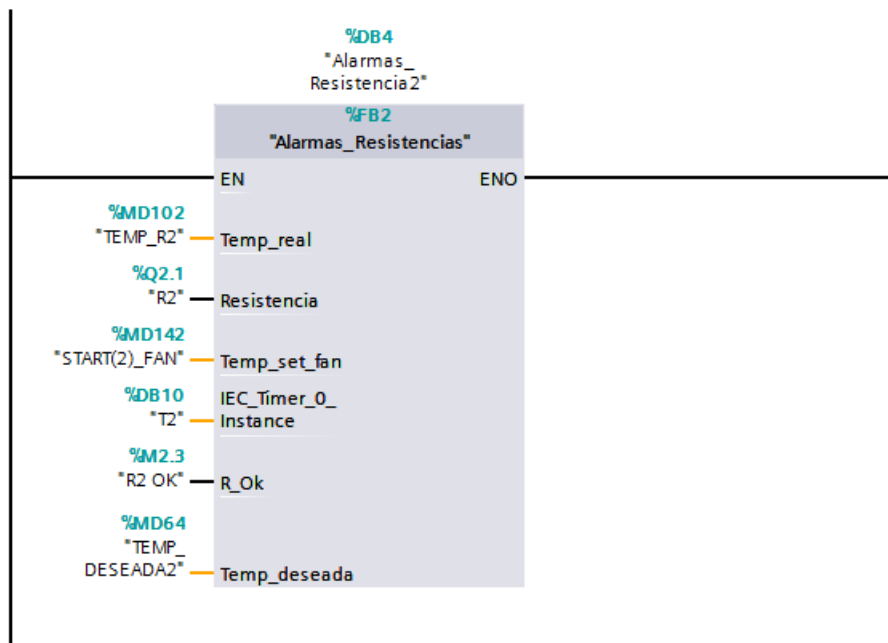


Figura 301 Segmento 2 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

Dentro del bloque de función Alarma_Resistencia se encuentra la programación de la protección de la resistencia.

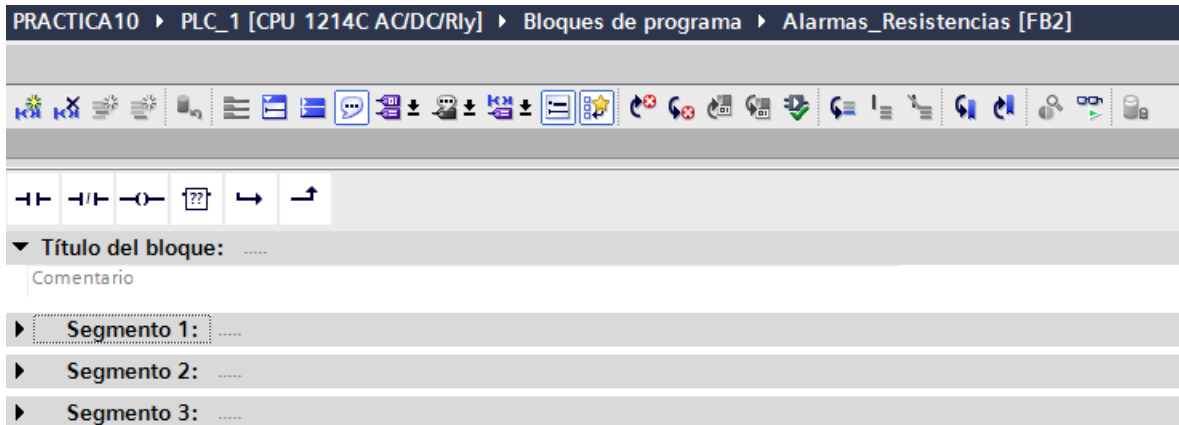


Figura 302 Segmentos del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.

El segmento 1 de la función Alarmas_Resistencia contiene el desarrollo de un temporizador para validar la lectura de la temperatura de la resistencia.

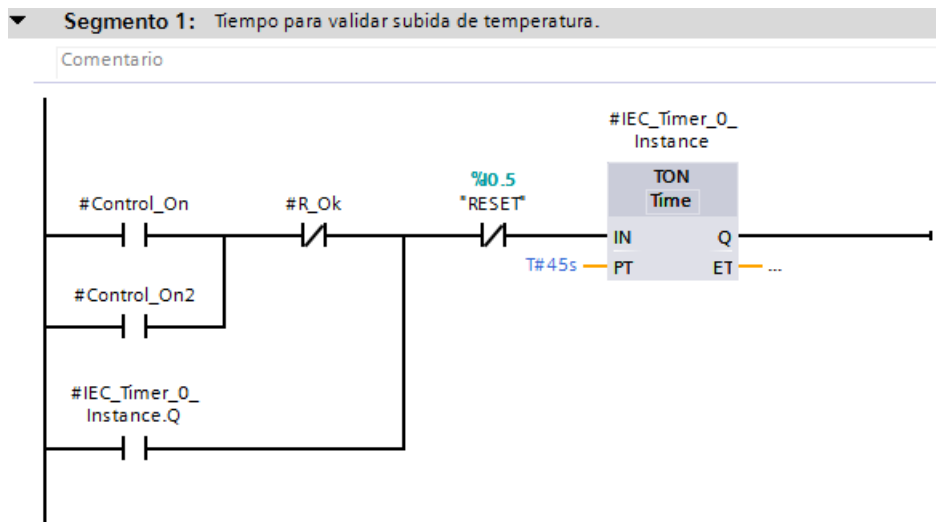


Figura 303 Segmento 1 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.

El segmento 2 de la función Alarmas_Resistencia contiene la validación de dos controles de temperatura los cuales permiten presentar una alarma que indique que la resistencia no está calentando, esto es representado por los dos comparadores iniciales los cuales encenderán la

marca de R_Ok que indicara que la resistencia se encuentra funcionando bien. Además, se requiere tener habilitada la PLANTA (Q0.0) y la resistencia.

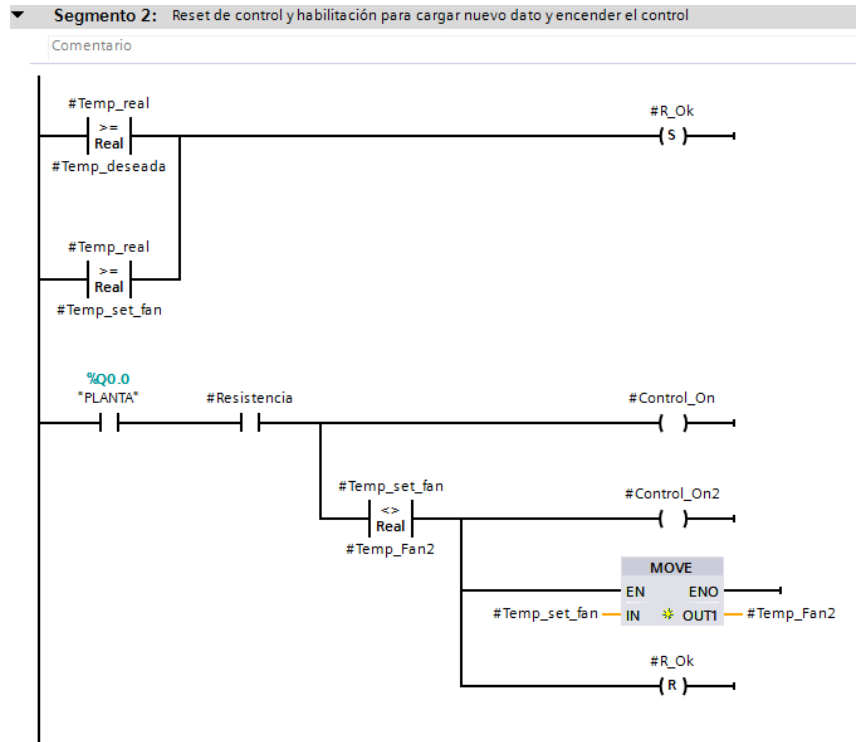


Figura 304 Segmento 2 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.

El segmento 3 de la función Alarma_Resistencia contiene control para poder validar la calefacción de la resistencia.

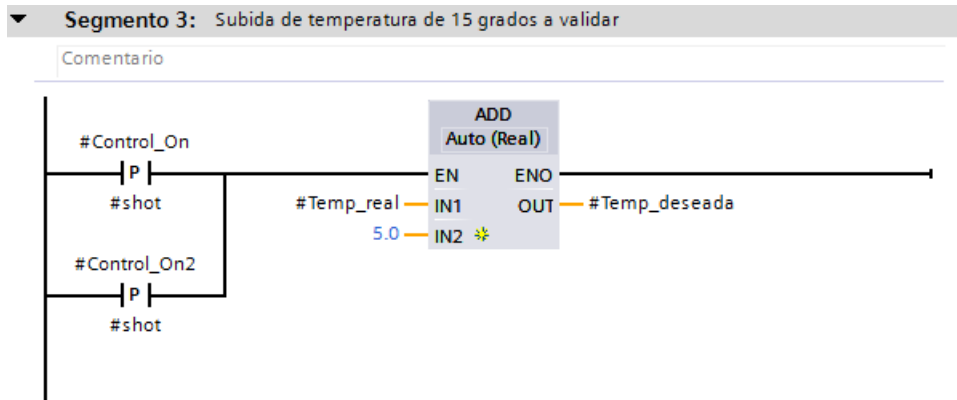


Figura 305 Segmento 3 del bloque de función Alarma_Resistencia Práctica #10.

El segmento 3 y 4 del Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad para la lectura de aumento de temperatura en las resistencias 1 y 2 respectivamente.

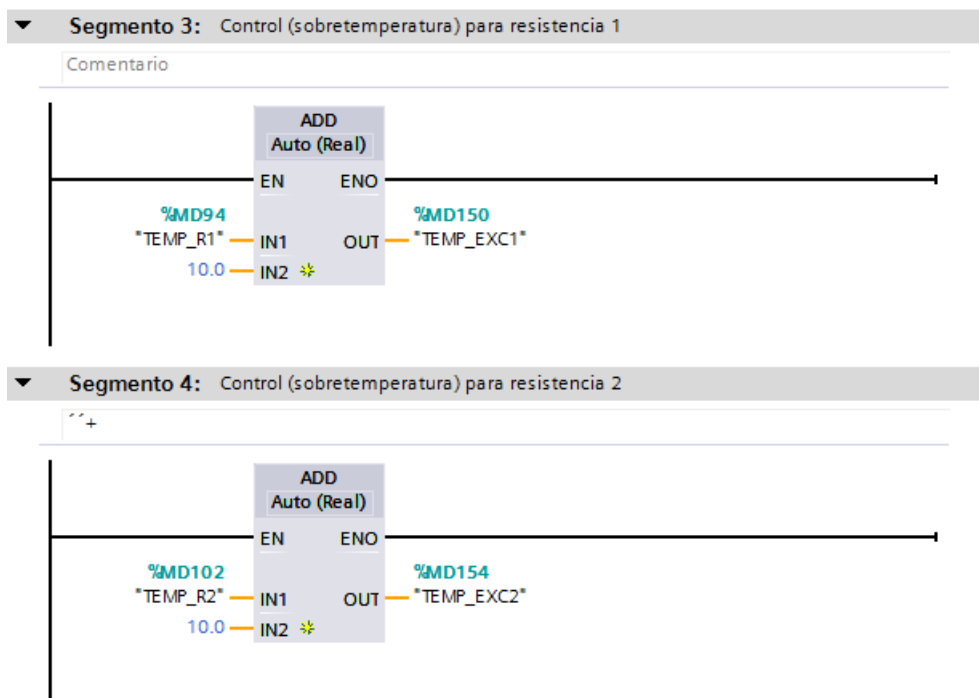


Figura 306 Segmento 3 y 4 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

El segmento 5 y 6 del Control alarma de resistencias [FC4] contiene el control de seguridad de las resistencias 1 y 2 respectivamente. Cuando se active el segmento dará paso a una alarma que indica que la resistencia se encuentra abierta.

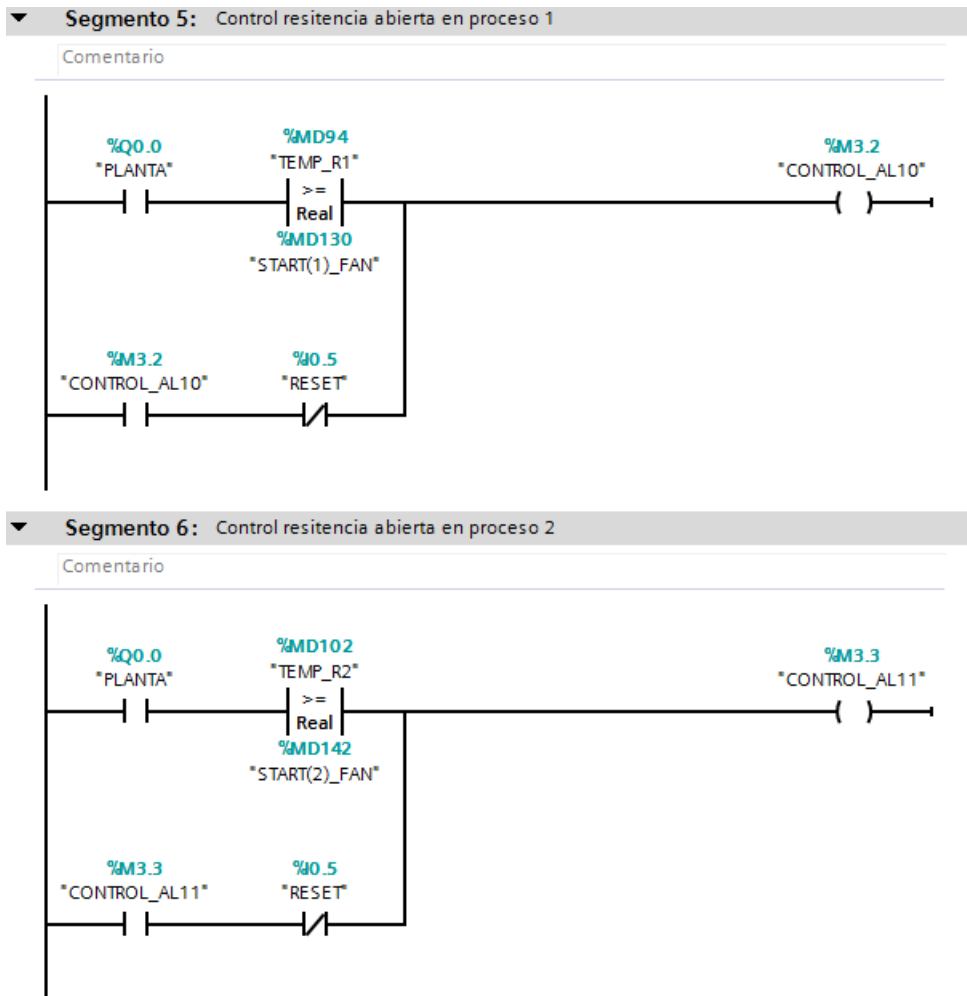


Figura 307 Segmento 5 y 6 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

El segmento 7 de la función Control alarma de resistencias contiene la desactivación de las resistencias mediante un botón del módulo PLC S7-1200.

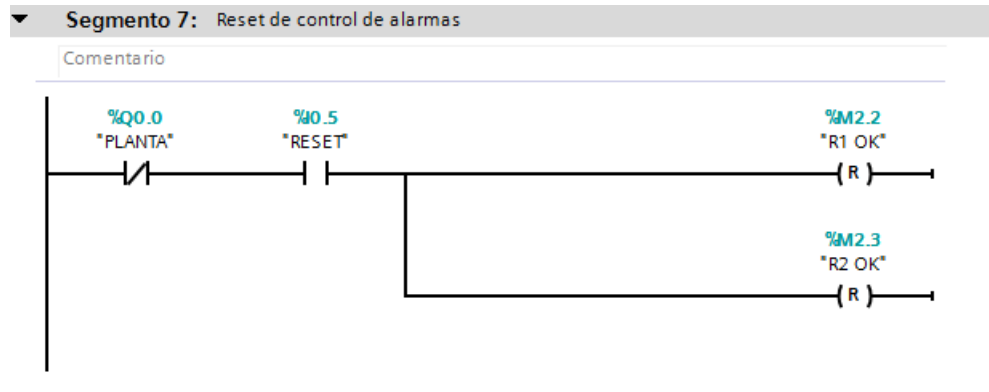


Figura 308 Segmento 7 de la Función Control alarma de resistencias Práctica #10.

La función FC5 – DataLog_Timer_Open_Write. Contiene 8 segmentos de programación.

Antes de ingresar a desarrollar los segmentos se debe entender cómo realizar el registro de datos con la función DataLog. Se debe tomar en cuenta la secuencia de activación de los bloques DataLogCreate, DataLogOpen, DataLogWrite y DataLogClose.

En la siguiente gráfica se muestra la señal de habilitación para cada bloque, los cuales necesariamente deben seguir la secuencia con un temporizador que ejecute cada bloque.

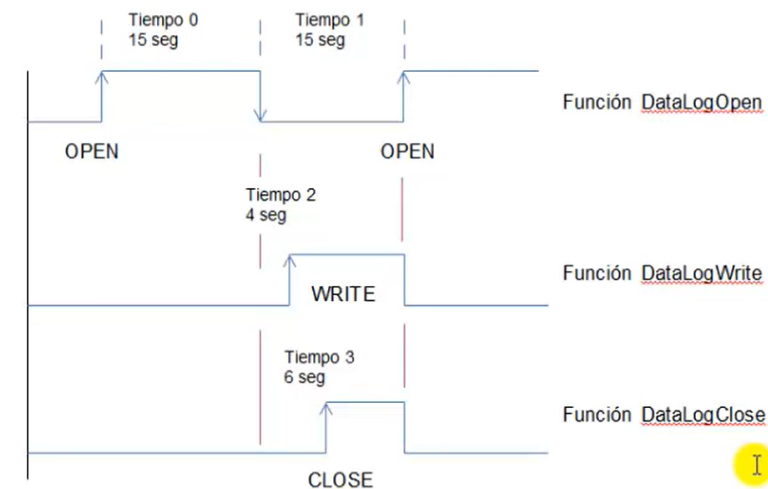


Figura 309 Secuencia de tiempo de los bloques DataLog

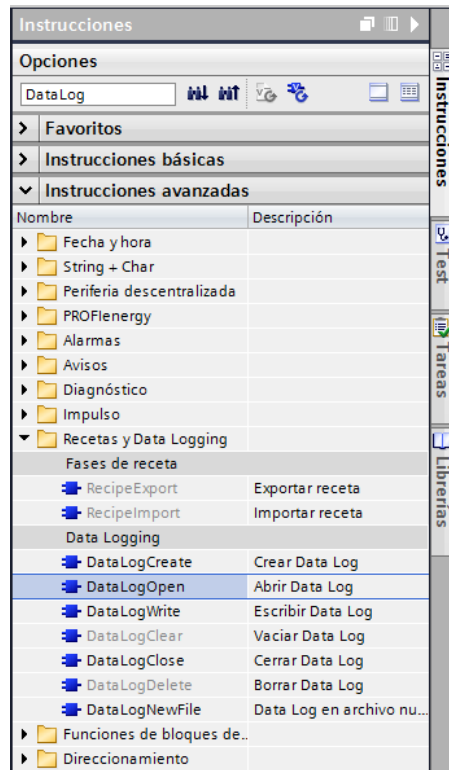


Figura 310 Apartado de Instrucciones para crear el bloque DataLogOpen Práctica #10

Parámetros	Descripción
REQ	Ejecución de la instrucción con flanco ascendente.
MODE	MODE= "0" Los datos del Data Log se mantienen MODE= "1" Los datos del Data Log se borran, el encabezado se mantiene
NAME	Nombre (de archivo) del Data Log.
ID	ID de objeto del Data Log.
DONE	La instrucción se ha ejecutado correctamente.
BUSY	Ejecución de la instrucción no finalizada.
ERROR	0: Ningún error. 1: Se ha producido un error al ejecutar la instrucción.
ESTATUS	Parámetro de estado. El parámetro solo está activado durante una llamada. Por ello, para visualizar el estado debe copiarse el parámetro ESTATUS en un área de datos libre.

Tabla 2 Descripción de los parámetros del bloque DataLogOpen y DataLogWrite.

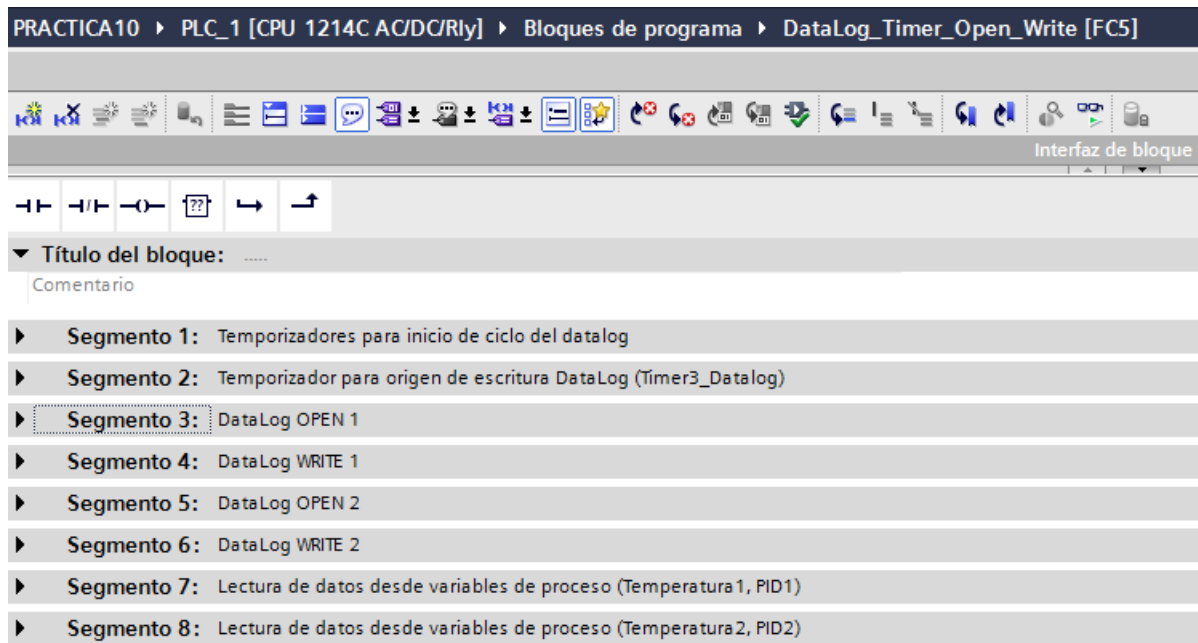


Figura 311 Segmentos de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

En el segmento 1 de la función FC5 se define la secuencia con temporizadores, las funciones de apertura y escritura del Datalog y las transferencias de los valores a escribir.

Inicialmente se encuentra la secuencia base, en donde se definen dos temporizadores con el tiempo de 15 segundos, uno seguido de otro, haciendo la secuencia de 15 segundos apagado y 15 segundos encendido.

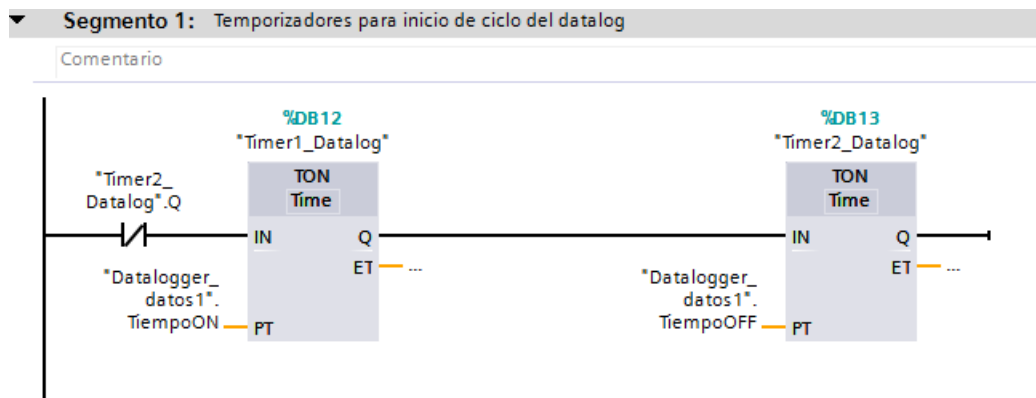


Figura 312 Segmento 1 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

En el segmento 2 de la función FC5 se toma la señal de apagado del primer temporizador para establecer el tiempo de escritura.

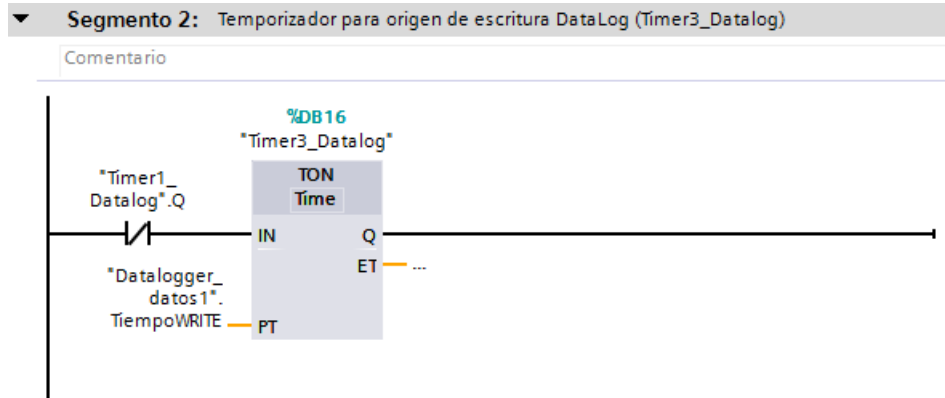


Figura 313 Segmento 2 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

En el segmento 3 y 4 de la función FC5 es el desarrollo de la programación para abrir y escribir en un documento con formato CSV. Estos segmentos registran los datos para la lectura de la temperatura de la resistencia 1

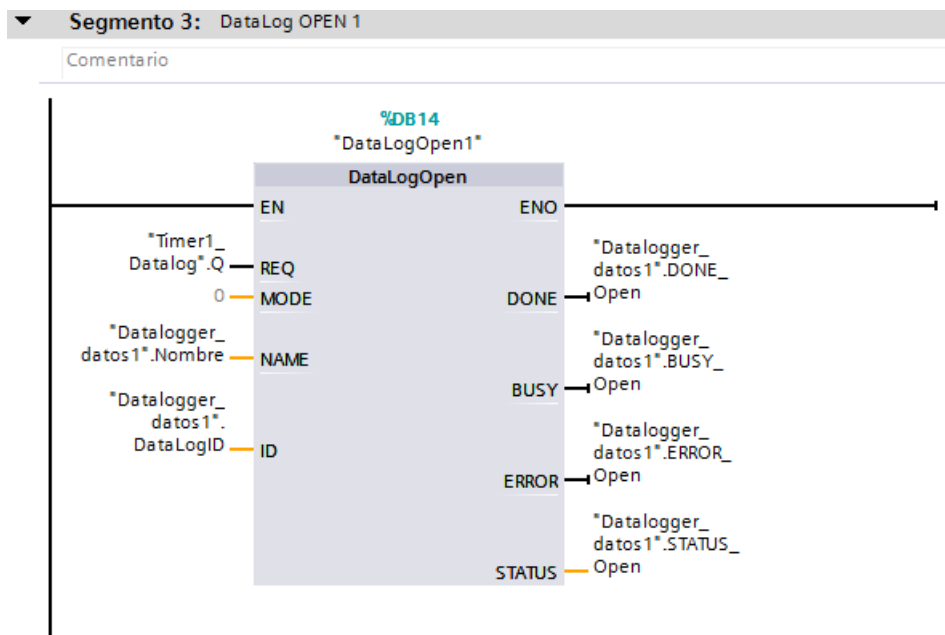


Figura 314 Segmento 3 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

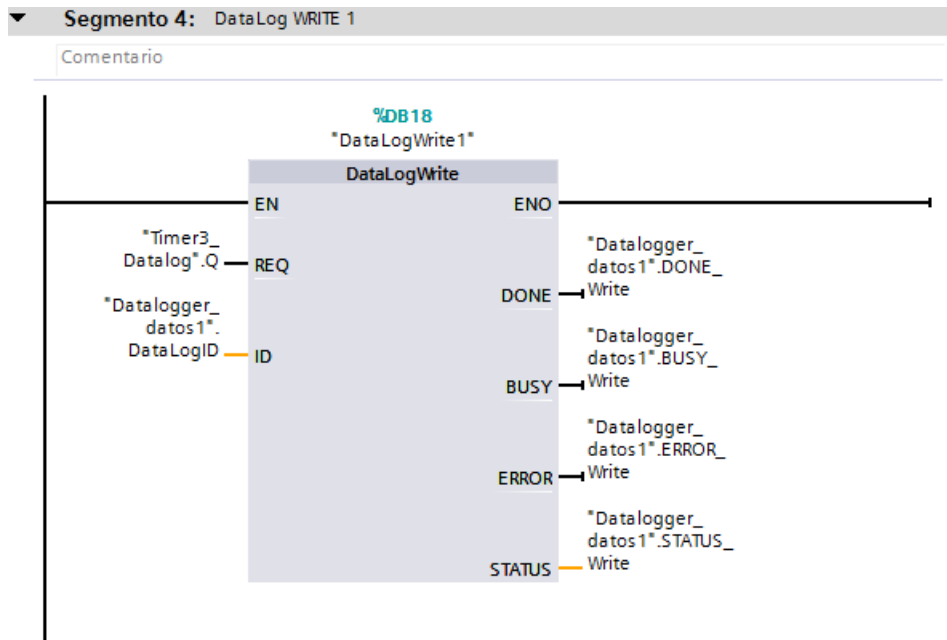


Figura 315 Segmento 4 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

En el segmento 5 y 6 de la función FC5 es el desarrollo de la programación para abrir y escribir en un documento con formato CSV. Estos segmentos registran los datos para la lectura de la temperatura de la resistencia 2.

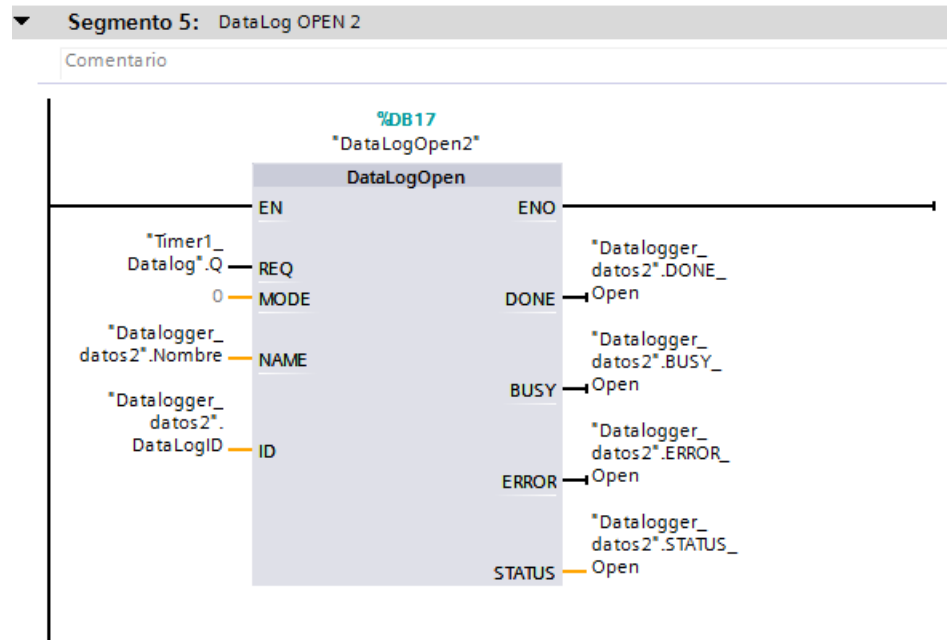


Figura 316 Segmento 5 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

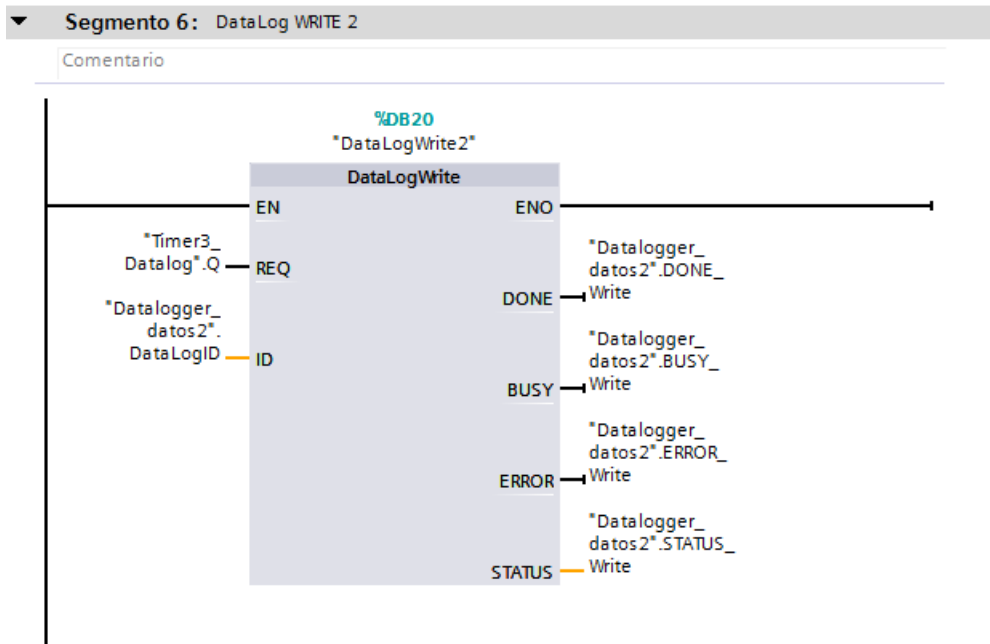


Figura 317 Segmento 6 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

El segmento 7 de la función FC5 tiene programado la lectura de datos desde las variables del proceso para la resistencia 1.

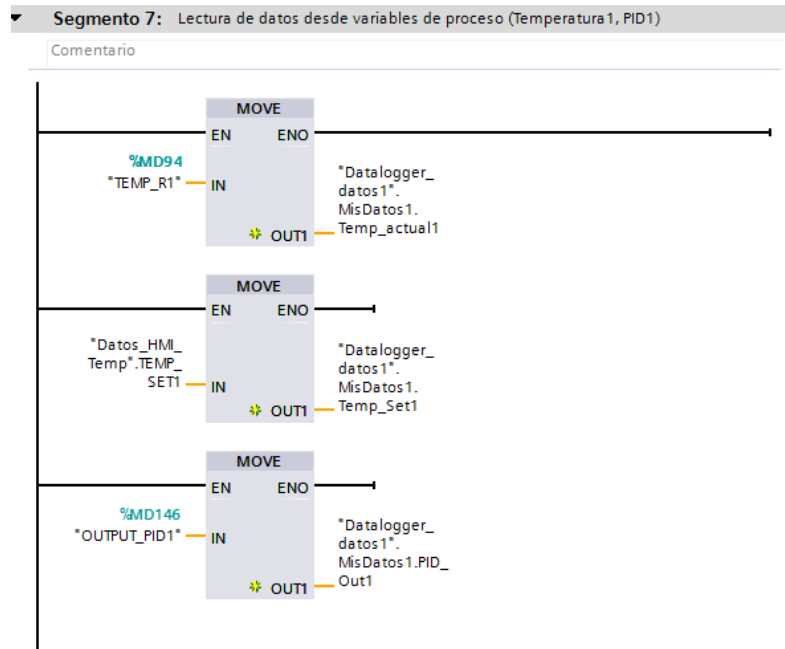


Figura 318 Segmento 7 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

El segmento 7 de la función FC5 tiene programado la lectura de datos desde las variables del proceso para la resistencia 2.

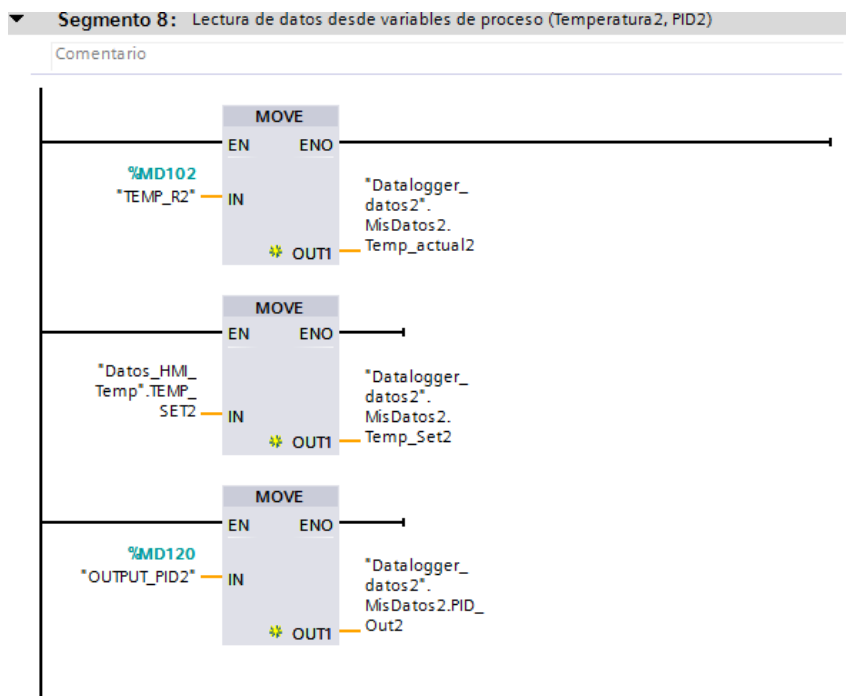


Figura 319 Segmento 8 de la Función DataLog_Timer_Open_Write Práctica #10.

- Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 2, se programa las seguridades de paro, para desactivación de resistencias en caso de emergencia.

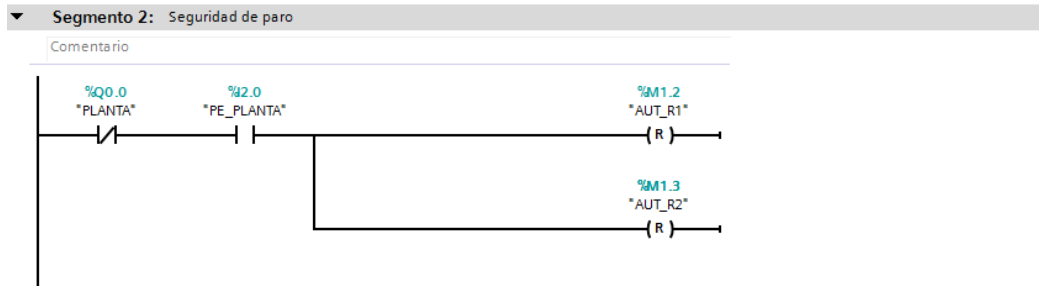


Figura 320 Segmento 2 del Main [OB1] en la práctica #10.

- En el MAIN [OB1] en el segmento 3 y 4 del Main [OB1] se llama al bloque de función T_Arranque.

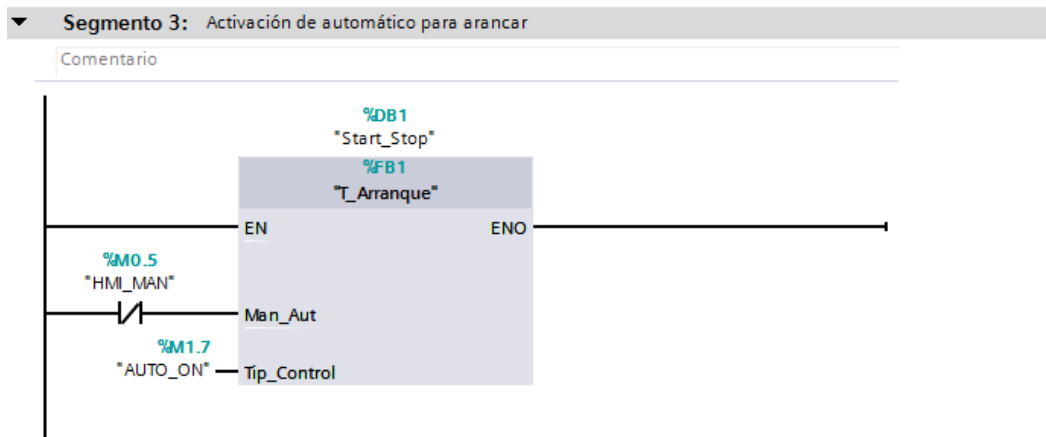


Figura 321 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #10.

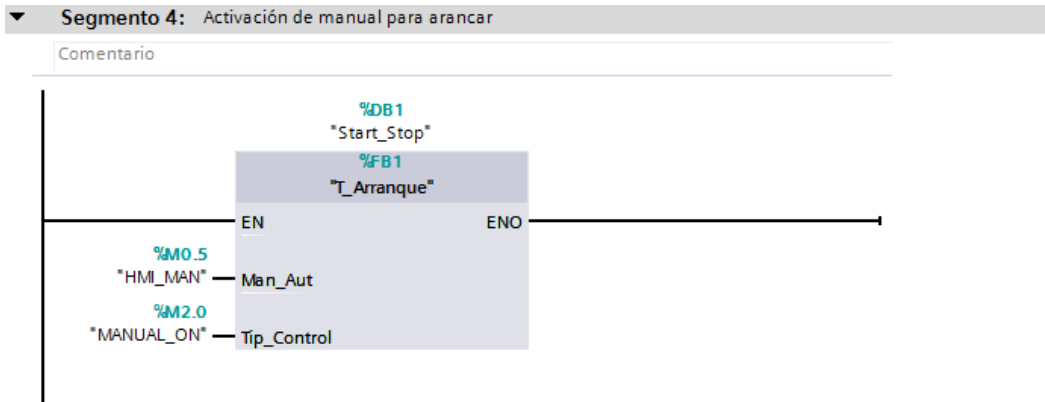


Figura 322 Segmento 3 del Main [OB1] en la práctica #10

Dentro del bloque de función T_Arranque tenemos las seguridades de paro y de igual forma las de arranque; considerando las condiciones de arranque se activará el control deseado, en este caso “AUTO_ON” o “MANUAL_ON”. La única variable de entrada será “HMI_MAN_AUT” que en los segmentos se define si es un contacto normalmente abierto o cerrado; esto define el control manual o automático.

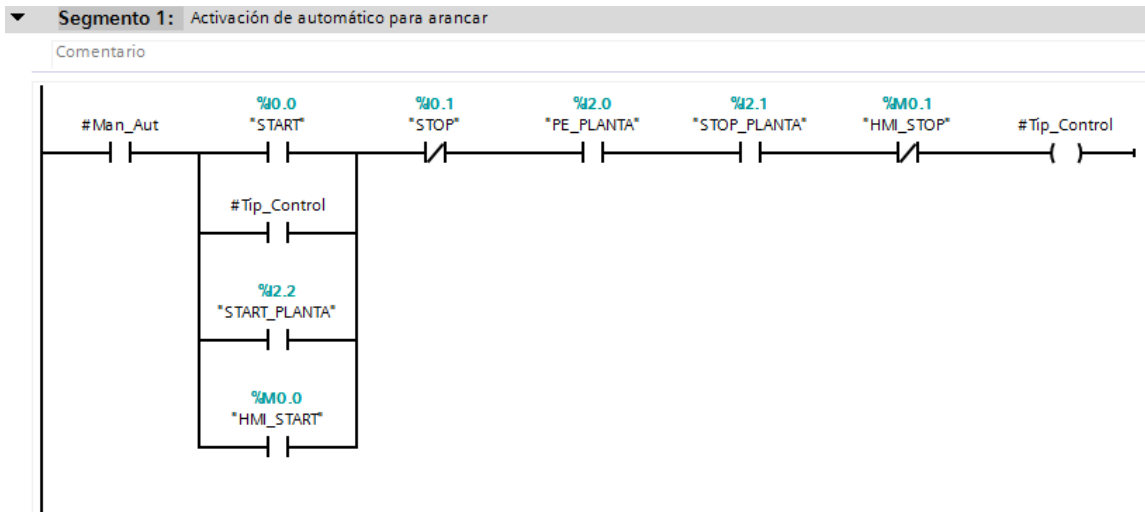


Figura 323 Contenido del bloque de función T_Arranque de la Práctica #10.

- Continuando en el MAIN [OB1] en el segmento 5 se encuentra el control de los indicadores de encendido de la planta. Por lo tanto, cuando el operador presione marcha ya sea en modo

automático o manual se encienda un led indicador en el módulo PLC S7-1200 y en el módulo remoto

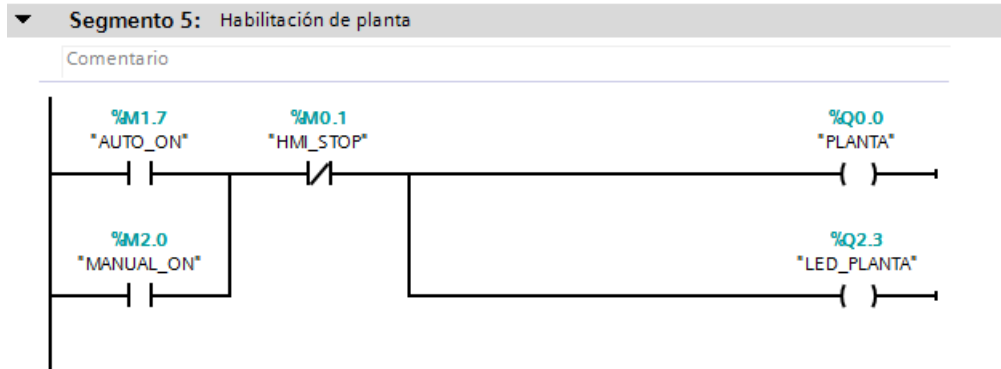


Figura 324 Segmento 5 del Main [OB1] en la práctica #10.

7. En el segmento 6 del MAIN [OB1] se encuentra el control de los indicadores de encendido del ventilador y las resistencias.

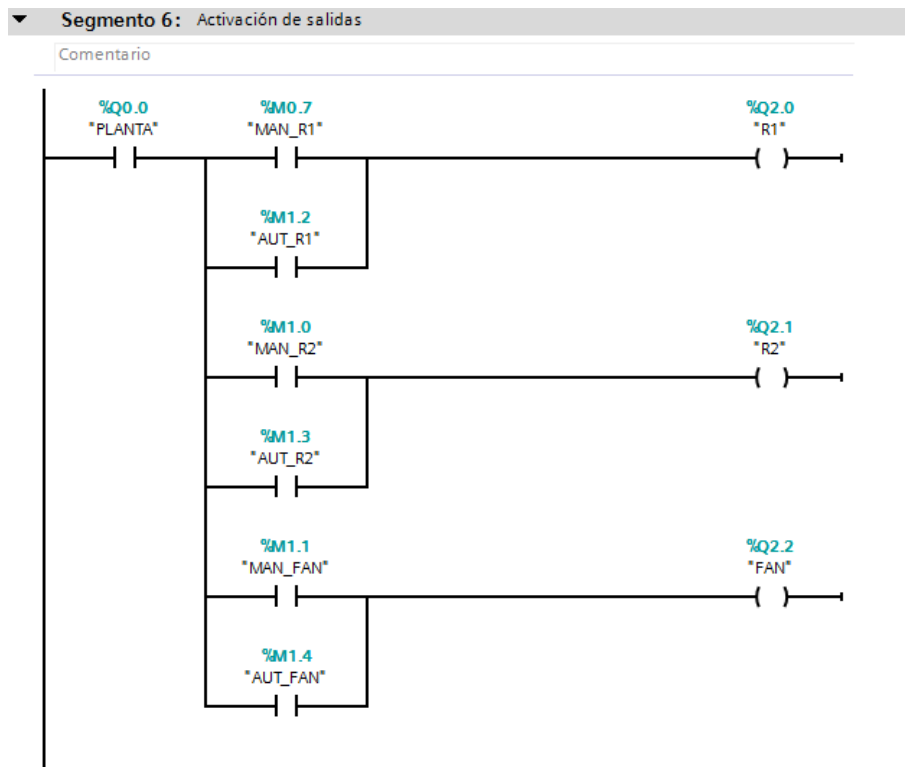


Figura 325 Segmento 6 del Main [OB1] en la práctica #10.

8. En el segmento 7 del MAIN [OB1] se encuentra el DataLoggerCreate el cual permite crear el archivo en Excel con formato CSV (Comma Separated Values).

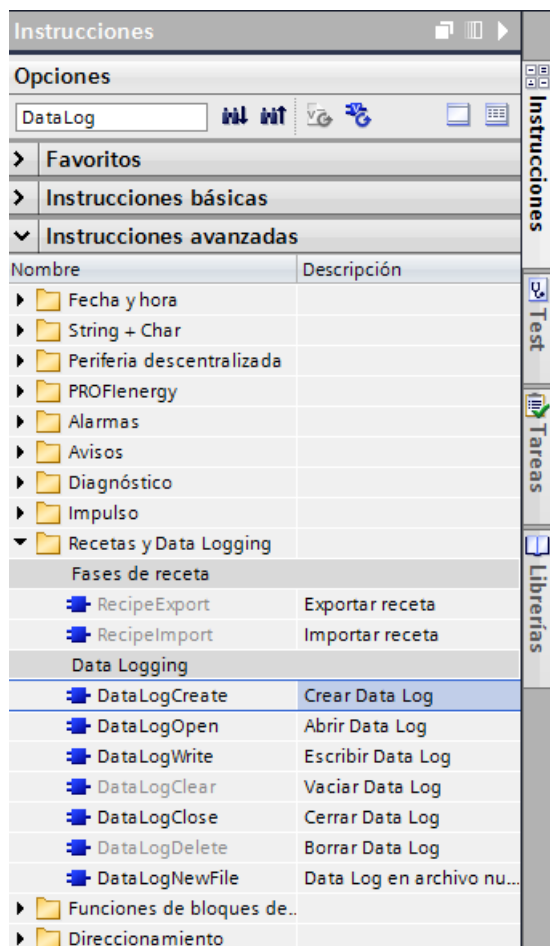


Figura 326 Apartado de Instrucciones para crear el bloque DataLogCreate Práctica #10

En la siguiente tabla se explica los parámetros del bloque DataLog.

Parámetro	Descripción
REQ	El Data Log se crea cuando se detecta un flanco ascendente en el parámetro REQ.
RECORDS	Número máximo de registros en el Data Log
FORMAT	Formato de datos: <ul style="list-style-type: none"> 0: Interno (no soportado) 1: CSV (Comma separated values)
TIMESTAMP	<ul style="list-style-type: none"> 0: Sin horario

	<ul style="list-style-type: none"> 1: Fecha y hora
NAME	Nombre del Data Log
ID	La ID del Data Log se necesita para otras instrucciones de Data Logging a fin de direccionar el Data Log creado.
HEADER	El encabezado se escribe en la primera fila del archivo CSV.
DATA	Puntero a la estructura de datos que debe escribirse como registro al ejecutar la instrucción " DataLogWrite ".
DONE	<ul style="list-style-type: none"> 0: el procesamiento todavía no ha finalizado 1: procesamiento de la instrucción finalizado correctamente.
BUSY	<ul style="list-style-type: none"> 0: el procesamiento de la instrucción aún no ha comenzado, ha terminado o se ha interrumpido. 1: la instrucción se está procesando.
ERROR	<ul style="list-style-type: none"> 0: Ningún error. 1: Se ha producido un error al ejecutar la instrucción.
ESTATUS	En el parámetro ESTATUS se visualiza información de estado y error detallada. El parámetro solo está activado durante una llamada. Por ello, para visualizar el estado debe copiarse el parámetro ESTATUS en un área de datos libre.

Tabla 3 Parámetros y descripción del bloque DataLogCreate.

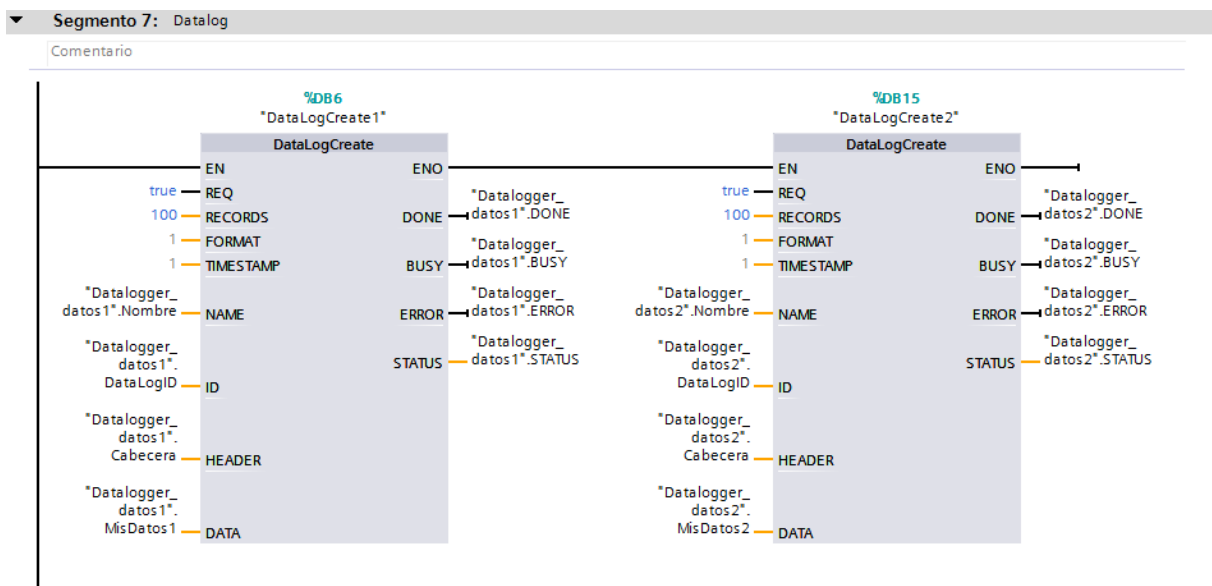


Figura 327 Segmento 7 del Main [OB1] en la práctica #10.

9. En la presente Práctica se añadió imágenes en el HMI

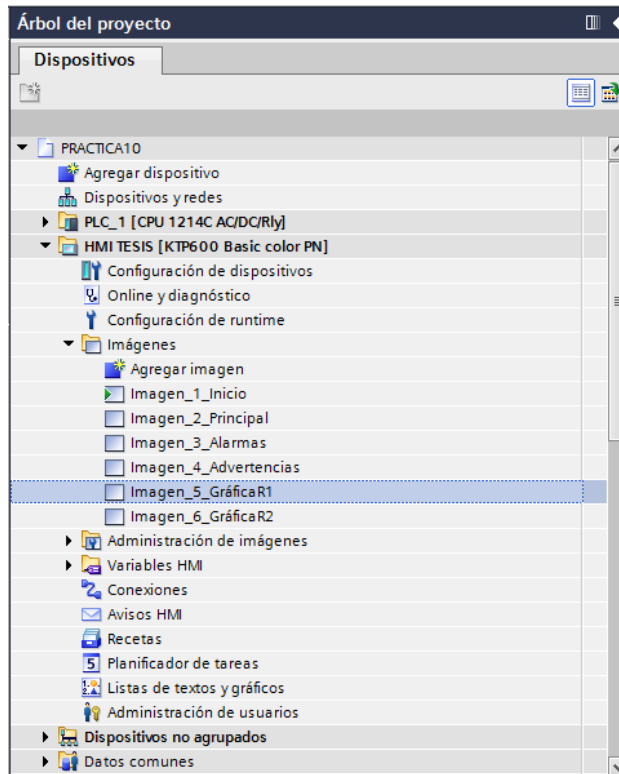


Figura 328 Árbol de proyecto con visualización de las imágenes de la Práctica #10.

A continuación, se muestra una imagen con la tabla de variables usadas en el HMI.

PRACTICA10 ▶ HMI TESIS [KTP600 Basic color PN] ▶ Variables HMI

Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Variable PLC	Dirección	Modo de acceso	Ciclo de adquisi...
ADVERTENCIA ACTIVA	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	"ADVERTENCIA ACTIVA"		<Acceso simbólico>	1 s
ALARMA ACTIVA	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	"ALARMA ACTIVA"		<Acceso simbólico>	1 s
ALARMAS	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	PLC_1	<No definido>	%DB7.DBW0	<Acceso absoluto>	1 s
FAN	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	FAN		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_AR1	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_AR1		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_AR2	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_AR2		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_FAN	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_FAN		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_MAN	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_MAN		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_MR1	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_MR1		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_MR2	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_MR2		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_START	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_START		<Acceso simbólico>	1 s
HMI_STOP	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	HMI_STOP		<Acceso simbólico>	1 s
MANUAL_ON	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	MANUAL_ON		<Acceso simbólico>	1 s
OUTPUT_PID1	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	OUTPUT_PID1		<Acceso simbólico>	1 s
OUTPUT_PID2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	OUTPUT_PID2		<Acceso simbólico>	1 s
PLANTA	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	PLANTA		<Acceso simbólico>	1 s
R1	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	R1		<Acceso simbólico>	1 s
R2	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	R2		<Acceso simbólico>	1 s
Set_Temp_TEMP_SET1	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	Datos_HM_Temp_TEMP_...		<Acceso simbólico>	1 s
Set_Temp_TEMP_SET2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	Datos_HM_Temp_TEMP_...		<Acceso simbólico>	1 s
TEMP_R1	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	TEMP_R1		<Acceso simbólico>	1 s
TEMP_R2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	TEMP_R2		<Acceso simbólico>	1 s

Figura 329 Variables y direccionamiento del HMI y PLC Práctica #10.

La imagen principal es igual al anexo 4 con un botón nuevo para visualizar el panel de alarmas.



Figura 330 Botón de advertencias y alarmas de la Práctica #10.

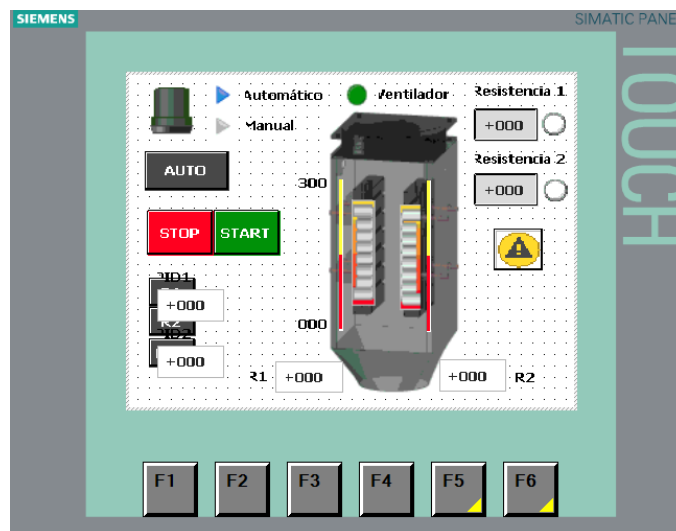


Figura 331 Imagen_2_Principal de la Práctica #10.

En el apartado de Avisos HMI, se define la categoría para dividir los avisos de las alarmas.

Errors – Alarmas

Warnings – Advertencias

ID	Nombre	Texto de aviso	Categoría	Variable de di..	Bit de ..	Dirección de ...	Variable de ac..	Bit de ..	Dirección de ...
8	ALARMA 16		Errors	ALARMAS	7	%DB7.DBX1.7	<Ninguna var...	0	
15	ALARMA 7	AVERIA EN RESISTENCIA 2	Errors	ALARMAS	14	%DB7.DBX0.6	<Ninguna var...	0	
1	ALARMA 9	SOBRETENPERATURA R2	Errors	ALARMAS	0	%DB7.DBX1.0	<Ninguna var...	0	
2	ALARMA 10	R1 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	1	%DB7.DBX1.1	<Ninguna var...	0	
3	ALARMA 11	R2 ABIERTA EN PROCESO	Errors	ALARMAS	2	%DB7.DBX1.2	<Ninguna var...	0	
4	ALARMA 12	SENSOR 1 AVERIADO	Errors	ALARMAS	3	%DB7.DBX1.3	<Ninguna var...	0	
5	ALARMA 13	SENSOR 2 AVERIADO	Errors	ALARMAS	4	%DB7.DBX1.4	<Ninguna var...	0	
6	ALARMA 14		Errors	ALARMAS	5	%DB7.DBX1.5	<Ninguna var...	0	
7	ALARMA 15		Errors	ALARMAS	6	%DB7.DBX1.6	<Ninguna var...	0	
16	ALARMA 8	SOBRETENPERATURA R1	Errors	ALARMAS	15	%DB7.DBX0.7	<Ninguna var...	0	
14	ALARMA 6	AVERIA EN RESISTENCIA 1	Errors	ALARMAS	13	%DB7.DBX0.5	<Ninguna var...	0	
9	ALARMA 1	PE LOCAL ACTIVADO	Warnings	ALARMAS	8	%DB7.DBX0.0	<Ninguna var...	0	
10	ALARMA 2	PE ESTACIÓN REMOTA ACTIVADO	Warnings	ALARMAS	9	%DB7.DBX0.1	<Ninguna var...	0	
11	ALARMA 3	ALGUN DISPOSITIVO SALTADO	Warnings	ALARMAS	10	%DB7.DBX0.2	<Ninguna var...	0	
12	ALARMA 4	PARO NORMAL LOCAL	Warnings	ALARMAS	11	%DB7.DBX0.3	<Ninguna var...	0	
13	ALARMA 5	PARO NORMAL ESTACION REMOTA	Warnings	ALARMAS	12	%DB7.DBX0.4	<Ninguna var...	0	

Figura 332 Definición de categorías de las alarmas y advertencias Práctica #10.

En la Imagen_3_Alarmas se visualiza los avisos con categoría Errors.



Figura 333 Imagen_3_Alarmas de la Práctica #10.

En la Imagen_4_Advertencias se visualiza los avisos con categoría Warnings.



Figura 334 Imagen_4_Advertencias de la Práctica #10.

En las siguientes imágenes, se las configura para visualizar la gráfica de estabilización del PID. Además de definir las variables que se usan para las diferentes curvas que se muestran en la gráfica.

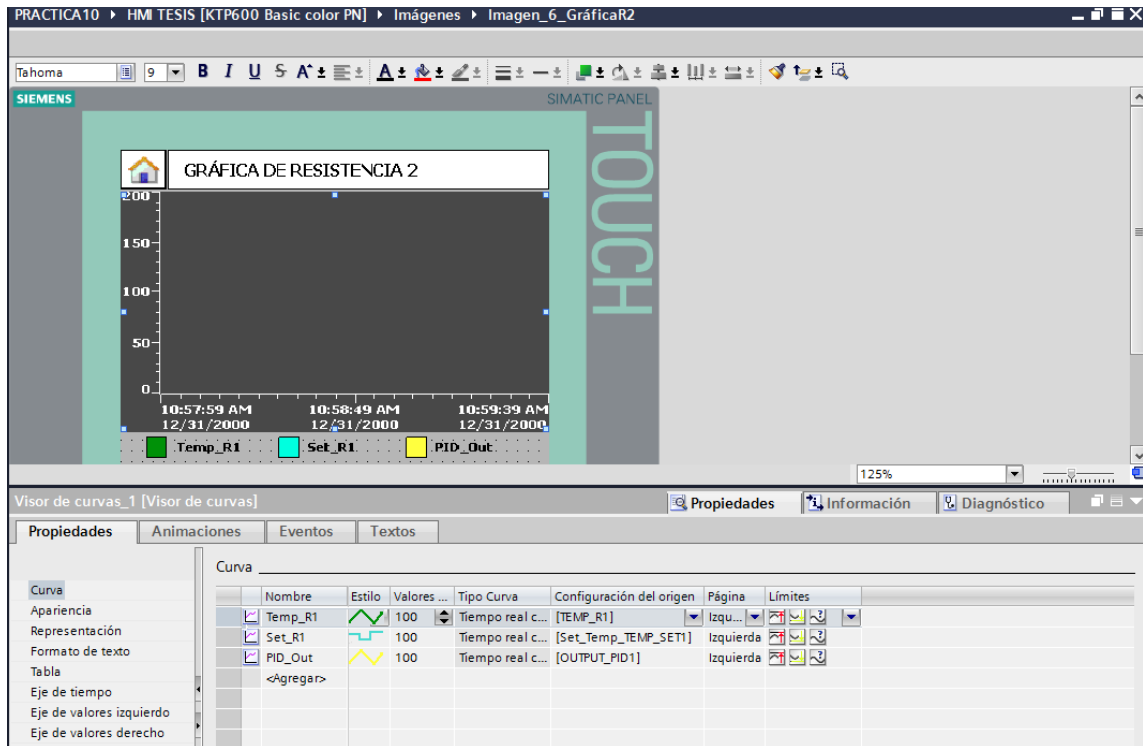


Figura 335 Imagen_5_Graficas_R1 de la Práctica #10.

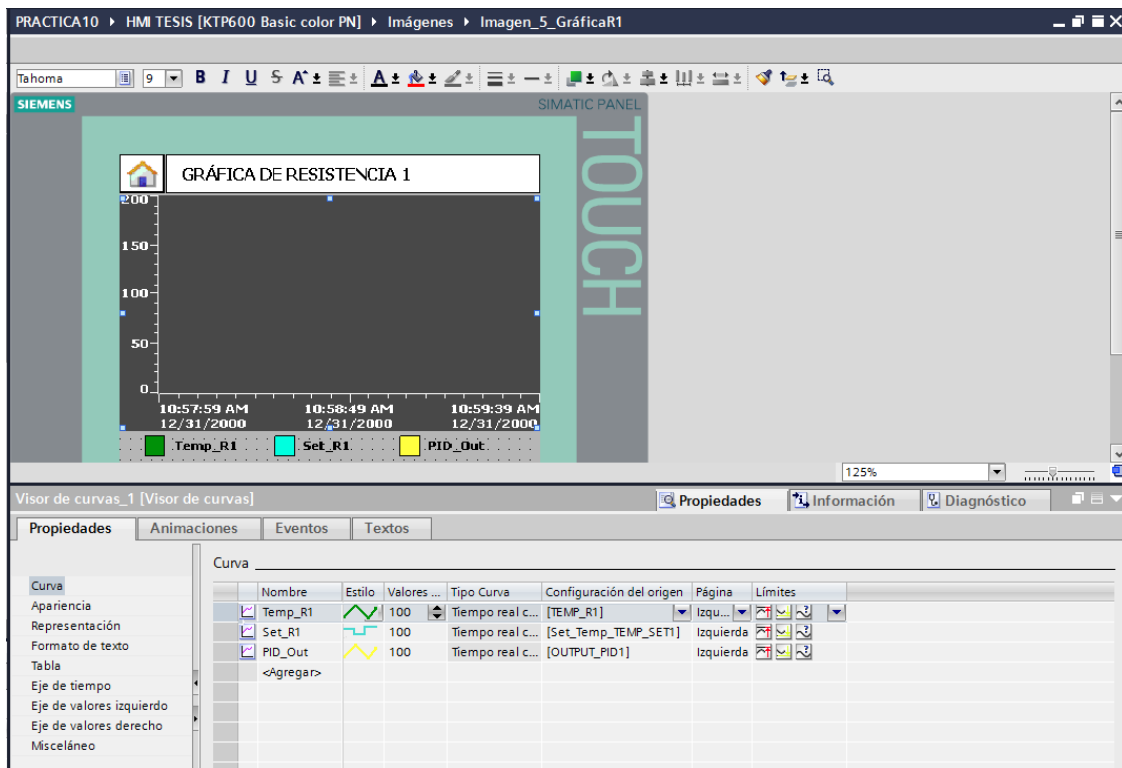


Figura 336 Imagen_6_Graficas_R2 de la Práctica #10.

