

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA**

**“Implementación de un HMI utilizando un Touch Panel KTP 600
PN y el PLC S7-1200 para el monitoreo y control de temperatura”**

POR:

DE LA CRUZ TAPIA MÓNICA XIMENA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. **DE LA CRUZ TAPIA MÓNICA XIMENA**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

SR. ING. MARCO PILATASIG
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Marzo del 2013

DEDICATORIA

Detrás del éxito siempre existen personas que están junto a ti para motivarte a alcanzar tus sueños y metas, dedico con gratitud y cariño a mis padres quienes han sido las personas que siempre han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, de manera especial a mi padre que él ha sido mi ejemplo a seguir, él me enseñó que sin importar cuán grandes y difíciles sean las situaciones de la vida jamás debemos abandonar nuestros sueños porque la única persona que decide ponerle límites a la vida es uno mismo, debemos aprender del sol que a pesar de siempre estar solo jamás deja de brillar y comparte su luz con el universo.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, quienes han compartido momentos inolvidables y me han brindado palabras de aliento para poder superar los obstáculos que se me han presentado, porque sin importar las diferencias que se puede tener entre hermanos sabes que ellos estarán contigo siempre y en todo momento para brindarte su apoyo incondicional.

De igual manera a mi mejor amiga Liseth que ha estado a mi lado en los buenos y malos momentos, gracias por compartir tu amistad sincera todo este tiempo, hemos aprendido muchas cosas de la vida juntas y a pesar de los obstáculos que se nos han presentado los hemos sabido superar.

En la vida siempre se nos presentan obstáculos y debemos aprender a superarlos, cada uno es maestro de sus experiencias y aprendiz de la vida.

A todos mi gratitud infinita.

Mónica De La Cruz

AGRADECIMIENTO

Varias han sido las personas que me han ayudado directa e indirectamente en la realización de este proyecto de grado. Quiero dejar constancia de ello y con toda sinceridad agradecerles humildemente por su apoyo.

Humildemente le agradezco a Dios porque a pesar de mis errores siempre me brinda una segunda oportunidad, guía mi camino hacia la luz con su infinito amor y sabiduría me ha sabido guiar en el sendero del saber para lograr alcanzar mis metas y sueños.

De manera especial expreso mi agradecimiento al Ing. Marco Pilatasig mi director del proyecto de grado porque fue la persona que desde el inicio de la realización del mismo me supo brindar su apoyo y conocimientos. Humildemente muchas gracias por haberme brindado sus conocimientos y su sabiduría.

De igual manera al Ing. Pablo Pilatasig quiero agradecerle por todo el apoyo recibido, por compartir sus conocimientos, por facilitarme el laboratorio y los materiales necesarios que ahí se encuentran durante la realización de mi proyecto.

A mis amigos y compañeros gracias por brindarme su amistad porque fue muy importante para mí.

Mil gracias a todos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE FOTOS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	1
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. GENERAL.....	2
1.3.2. ESPECÍFICOS.....	2
1.4. ALCANCE	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. PLC.....	4
2.1.1. Historia.....	4
2.1.2. Funciones Básicas de un PLC	5
a. Detección:.....	5
b. Mando:.....	5
c. Diálogo Hombre Máquina: HMI.....	5
d. Programación:.....	6
2.1.3. Nuevas Funciones	6

a.	Redes de Comunicación:	6
b.	Sistemas de Supervisión:.....	6
c.	Control de Procesos Continuos:	6
d.	Entradas-Salidas Distribuidas:	6
e.	Buses de Campo:.....	7
2.2.	Simatic S7-1200.....	7
2.2.1.	Características del PLC S7-1200.....	9
2.2.2.	Módulo de Señales	10
2.3.	Profinet.....	11
2.3.1.	Número máximo de conexiones para el puerto PROFINET.....	12
2.3.2.	Comunicación con una programadora	13
2.3.3.	Establecer la conexión de hardware	13
2.3.4.	Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC.....	14
a.	Funciones Soportadas	15
2.4.	Step 7 Basic.....	15
2.4.1.	Step 7 facilita el trabajo.....	16
2.4.2.	Fácil entrada de instrucciones en el programa de usuario.....	17
2.4.3.	Instrucciones más utilizadas desde la barra de herramientas.....	18
2.5.	Paneles HMI Basic.....	19
2.6.	Introducción a HMI (Interfaz Humano Máquina)	20
2.6.1.	Tipos de HMI.....	21
2.6.2.	Funciones de un Software HMI.....	22
a.	Monitoreo	22
b.	Supervisión	22
c.	Alarmas.....	22
d.	Control	22
e.	Históricos	22
2.6.3.	Tareas de un Software de Supervisión y Control.....	22
2.6.4.	Tipos de Software de Supervisión y Control para PC	23
2.6.5.	Estructura general del Software HMI	24
a.	Interfaz Humano Máquina.....	25
b.	Base de Datos	25
c.	Driver	25
d.	Bloques (Tags).....	25

d.1. Las funciones principales de los bloques son	25
2.7. Cable Directo	27
2.8. Proporcional Integral Derivativo (PID).....	27
2.8.1. Significado de las constantes.....	29
2.8.2. Ajuste de parámetros del PID	29
2.8.3. Ajuste Manual	30
2.8.4. Limitaciones de un control PID	31
2.9. Modelo matemático del sistema de temperatura PCT-2	32
2.9.1. Características del fluido (aire)	33
2.9.2. Transferencia de Calor.....	33
2.9.3. Transferencia de calor en régimen transitorio	34
2.10. Identificación del sistema no lineal.....	35

CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES	37
3.2. Componentes para el Control PID	37
3.3. Conexiones del Módulo de Temperatura	38
3.4. Programación en TIA PORTAL.....	40
3.4.1. Elaboración de un nuevo proyecto.....	40
3.4.2. Escalamiento	44
3.4.3. Configuración del PID	51
3.5. Elaboración de un nuevo programa para un HMI	57
3.6. Pruebas y análisis de resultados	74
3.7. Gastos Realizados	89
3.7.1. Costos Primarios.....	89
3.7.2. Costos Secundarios.....	89
3.7.3. Costo Total.....	90

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	91
-------------------------	----

4.2. Recomendaciones	92
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	93
BIBLIOGRAFÍA	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Magnitudes físicas para modelo matemático del módulo PCT-2.....	35
Tabla 3. 1 Costos Primarios	89
Tabla 3. 2 Costos Secundarios:	90
Tabla 3. 3 Costo Total	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Representación del PLC S7-1200.....	10
Figura 2. 2 Representación del Módulo de Señales.....	11
Figura 2. 3 Representación de Conexiones.	12
Figura 2. 4 Representación de la Comunicación con una programadora.....	13
Figura 2. 5 Representación de la conexión de hardware.	14
Figura 2. 6 Representación de comunicación entre dispositivos HMI y el PLC..	14
Figura 2. 7 Representación Vista del Portal y Vista del Proyecto.....	17
Figura 2. 8 Instrucciones Básicas.....	18
Figura 2. 9 Representación Barra de Herramientas.....	18
Figura 2. 10 Instrucciones Básicas Favoritas.....	19
Figura 2. 11 Representación Touch Panel.....	20
Figura 2. 12 Representación de un HMI.....	21
Figura 2. 13 Representación de la Estructura General del Software HMI.	24
Figura 2. 14 Representación de Bloques.	26
Figura 2. 15 Cable directo EIA/TIA-568A.	27
Figura 2. 16 Cable directo EIA/TIA-568B.	27
Figura 2. 17 Diagrama en bloques de un control PID.....	28
Figura 2. 18 Identificación del módulo PCT-2.....	36
Figura 3. 1 Icono del software TIA PORTAL	40
Figura 3. 2 Ventana vista portal.....	41
Figura 3. 3 Ventana de los primeros pasos del programa.....	41
Figura 3. 4 Ventana para seleccionar el tipo de dispositivo deseado.....	42
Figura 3. 5 Ventana de selección de la CPU.....	42
Figura 3. 6 Ventana vista del proyecto	43
Figura 3. 7 Ventana con los dispositivos seleccionados	43
Figura 3. 8 Ventana del editor de programa.....	44
Figura 3. 9 Gráfico de la pendiente	44
Figura 3. 10 Gráfico de la opción MOVE	45
Figura 3. 11 Gráfico de la conversión de UInt a DInt.....	45
Figura 3. 12 Gráfico de la multiplicación con el dato de la pendiente.....	46
Figura 3. 13 Gráfico de la conversión de DInt a Real	47
Figura 3. 14 Gráfico de la adquisición de la señal de entrada.....	48

Figura 3. 15 Gráfico de la multiplicación para la conversión a temperatura	49
Figura 3. 16 Gráfico de la suma para la conversión a temperatura	49
Figura 3. 17 Gráfico de la conversión a temperatura	50
Figura 3. 18 Ventana para Agregar nuevo bloque.....	51
Figura 3. 19 Ventana para añadir el nuevo Cyclic interrupt.....	51
Figura 3. 20 Ventana para Opciones de llamada	52
Figura 3. 21 Gráfico del control PID	52
Figura 3. 22 Ventana de ajustes básicos	53
Figura 3. 23 Ventana para ajustes del valor real	53
Figura 3. 24 Ventana para monitorización del valor real	54
Figura 3. 25 Ventana de límites del valor de salida.....	54
Figura 3. 26 Ventana de ajustes avanzados	55
Figura 3. 27 Ventana para asignar la dirección IP.....	56
Figura 3. 28 Ventana Cargar vista preliminar	56
Figura 3. 29 Ventana de Cargar resultados.....	57
Figura 3. 30 Ventana para agregar dispositivo.....	57
Figura 3. 31 Ventana para configurar las conexiones del PLC.....	58
Figura 3. 32 Ventana de formato de imagen	58
Figura 3. 33 Ventana para configuración de avisos	59
Figura 3. 34 Ventana para agregar imágenes	59
Figura 3. 35 Ventana de imágenes de sistema	60
Figura 3. 36 Ventana para insertar botones	60
Figura 3. 37 Ventana con la pantalla de programación	61
Figura 3. 38 Ventana con el elemento deseado	61
Figura 3. 39 Ventana para escoger el tag	62
Figura 3. 40 Ventanas con los datos escogidos	63
Figura 3. 41 Ventanas con rango de ejes.....	63
Figura 3. 42 Ventana con propiedades del visor de curvas.....	64
Figura 3. 43 Ventana de Avisos HMI / Categorías	64
Figura 3. 44 Ventana de Variables HMI creada.....	65
Figura 3. 45 Ventanas de Variable_HMI_1	66
Figura 3. 46 Ventana de visualización final	67
Figura 3. 47 Ventanas con las propiedades del Visor de avisos_1	68
Figura 3. 48 Ventanas con Aviso Analógico 1	70

Figura 3. 49 Ventanas con Aviso Analógico 2	72
Figura 3. 50 Ventana para asignar la dirección IP.....	73
Figura 3. 51 Ventana para la transferencia del programa HMI.....	74
Figura 3. 52 Señal oscilatoria con el set point de 30	75
Figura 3. 53 Señal oscilatoria con el set point de 40	75
Figura 3. 54 Señal estable con el set point de 40.....	75
Figura 3. 55 Señal estable con el set point de 50.....	76
Figura 3. 56 Señal estable con el set point de 60.....	76

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 3. 1 Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2	39
Foto 3. 2 Conexiones del Módulo de la estación de Temperatura con el PLC ..	39
Foto 3. 3 Conexiones del Módulo de la estación de Temperatura con el PLC y el Touch Panel	40
Foto 3. 4 Visualización con el set point de 25	77
Foto 3. 5 Visualización con el set point de 30	78
Foto 3. 6 Visualización con el set point de 35	79
Foto 3. 7 Visualización con el set point de 40	80
Foto 3. 8 Visualización con el set point de 45	81
Foto 3. 9 Visualización con el set point de 50	82
Foto 3. 10 Visualización con el set point de 55	83
Foto 3. 11 Visualización con el set point de 60	84
Foto 3. 12 Visualización con el set point de 65	85
Foto 3. 13 Visualización con el set point de 68	86
Foto 3. 14 Visualización con el set point de 69	87
Foto 3. 15 Visualización con el set point de 70	88

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. GUÍA DE LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS

ANEXO B. Datos técnicos de la CPU 1214C

ANEXO C. Datos técnicos del módulo SM 1232 AQ 2 * 14 bit

ANEXO D. Posibles fallas durante el control temperatura

ANEXO E. Programación Implementada en el PLC

ANEXO F. Presentación del HMI

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tiene como finalidad realizar la implementación de un HMI para el monitoreo y control de temperatura, con la ayuda del PLC S7-1200 y el Touch Panel KTP 600 PN, para esto se utilizó el Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2, para tomar las muestras, y posteriormente controlarlas desde el Touch Panel con la ayuda del PLC S7-1200 y el Software TIA PORTAL.

Debido a que el PLC solamente posee entradas analógicas fue necesario utilizar un Módulo de Salidas Analógicas que funciona con 24 VDC para realizar las conexiones con el Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2 para controlar la temperatura.

El Touch Panel KTP 600 PN funciona con 24 VDC al igual que el Módulo de Salidas Analógicas por lo cual se implementó una fuente fija de 24 VDC para energizar ambos dispositivos.

La estación de temperatura trabaja en un rango de 20 a 70 grados Celsius fue necesario realizar un escalamiento para poder acoplar las señales, el control es realizado en forma digital y la adquisición de datos se la realiza a través del sensor VCI que es propio del módulo.

Mediante el software TIA PORTAL, se realizó la adquisición de datos provenientes de la estación, y se presentó en un indicador gráfico para monitorear la temperatura, también se realizó un control PID para controlar la estación desde el Touch Panel.

ABSTRACT

The present graduation work has as purpose to carry out the implementation of a HMI for the monitoring and control of temperature, with the help of the PLC S7-1200 and the Touch Panel KTP 600 PN, for this the module of the station of temperature was used, to take the samples, and later on to control them from the Touch Panel with the help of the PLC S7-1200 and the Software TIA PORTAL.

Because the PLC only has analog inputs was necessary to use an Analog Output Module 24 VDC operated for connections with the temperature module, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2 for temperature control.

The KTP Touch Panel 600 PN 24 VDC operates like the Analog Output Module which was implemented by a fixed source of 24 VDC to power both devices.

The station works in a temperature range of 20 to 70 degrees Celsius was necessary to perform scaling coupling signals, control is performed in digital form and the data acquisition is performed through the sensor is proper VCI module .

By means of the software TIA PORTAL, it was carried out the acquisition of data coming from the station, and it was presented in a graphic indicator to determine the temperature, in the Touch Panel.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES

Este proyecto de grado ha sido realizado minuciosamente después de observar que en el laboratorio de Instrumentación Virtual del ITSA, cuenta con equipos y dispositivos de automatización con tecnología desactualizada para la realización de las diferentes prácticas, lo que impide a los alumnos estar actualizados con la tecnología, y desempeñarse en el campo de la instrumentación.

El PLC S7-1200 es una versión avanzada del PLC S7-200 tiene mejores características y nuevas funciones como por ejemplo tiene un puerto para comunicación Profinet, se puede adaptar a cualquier computador, solamente requiere un software de Programación (TIA PORTAL) para el PLC y el Touch Panel.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El aporte de este proyecto de grado radica en incrementar el conocimiento de los estudiantes de sexto nivel de la carrera de Electrónica que será de mucha utilidad para el desarrollo profesional de los mismos.

El PLC, el Touch Panel y su programa de configuración serán de gran utilidad en la cátedra de automatización y control de procesos del ITSA, ya que en conjunto realizan las funciones de monitoreo y control de temperatura, aportando para el beneficio de los estudiantes de la carrera de Electrónica en Instrumentación y Aviónica.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

Implementar un sistema HMI, mediante un Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200, para monitoreo y control de una estación de temperatura.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- ❖ Estudiar el funcionamiento y aplicaciones del programa TIA PORTAL, para la elaboración de una guía de operación de los equipos Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200.
- ❖ Establecer la comunicación de software y hardware entre los equipos Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200 con la ayuda de una PC.
- ❖ Realizar un control PID para obtener el funcionamiento eficaz de la estación de temperatura.
- ❖ Implementar un HMI que permita visualizar el funcionamiento de la estación de temperatura en tiempo real con ayuda del Touch Panel.

1.4. ALCANCE

Este proyecto está dirigido a la carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, especialmente a la cátedra de automatización y control de procesos, para el desarrollo de conocimiento teórico-práctico de los alumnos y docentes de esta

carrera, brindando al estudiante mayor experiencia en el campo práctico para desempeñarse de mejor manera en el campo laboral, logrando contar con profesionales altamente capacitados y competitivos, capaces de contribuir con el desarrollo del país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. PLC

2.1.1. Historia¹

PLC = Es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus (por ejemplo por ethernet) en un servidor.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial.

Hoy en día, los "PLC" no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los "PLC" actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

¹ <http://adnc35mei.blogspot.es/1245974314/>

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

2.1.2. Funciones Básicas de un PLC²

a. Detección:

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

b. Mando:

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

c. Diálogo Hombre Máquina: HMI

Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

² http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm

d. Programación:

Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.

2.1.3. Nuevas Funciones

a. Redes de Comunicación:

Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

b. Sistemas de Supervisión:

También los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

c. Control de Procesos Continuos:

Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómetas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómeta.

d. Entradas-Salidas Distribuidas:

Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómeta. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómeta mediante un cable de red.

e. Buses de Campo:

Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómatas consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

2.2. Simatic S7-1200³

Perfecta interacción entre simatics, paneles HMI e ingeniería. La división Industry Automation de Siemens presenta el nuevo Simatic S7-1200, un micro-PLC que destaca por su versátil y flexible configuración a una de alto rendimiento y tamaño muy compacto. El nuevo sistema de ingeniería Simatic Step7 Basic permite configurar tanto el controlador como los paneles básicos para HMI (interfaz hombre-máquina).

Esto garantiza actividades de programación, conectividad en red y puesta en marcha particularmente rápidas y simples. Juntos, el nuevo controlador, los paneles de la línea Basic Panels y el nuevo software constituyen una oferta coordinada para tareas de automatización compactas y exigentes en la gama de Micro Automation.

El micro-PLC Simatic S7-1200 es un nuevo controlador modular para aplicaciones compactas en la gama baja inferior. Durante el desarrollo del controlador y el software se ha prestado particular cuidado a una integración sin costuras y una perfecta interacción del controlador, el panel HMI y el software.

El nuevo Simatic S7-1200 puede configurarse de forma escalable y flexible, lo que permite resolver exactamente las tareas de automatización planteadas. La CPU puede ampliarse flexiblemente con módulos de E/S y módulos de comunicaciones. En este contexto son novedad las denominadas Signal Boards, tarjetas que pueden enchufarse simplemente en el frente de la CPU; están disponibles con interfaces para dos entradas o salidas digitales, resp., o

³<http://www.instrumentacionycontrol.net/component/content/article/84-siemens-presenta-simatic-s7-1200.html>

para una salida analógica. Esto permite ocupar el mínimo espacio en el caso de que sólo se procesen pocas señales. El nuevo micro-PLC puede ampliarse con dos módulos de comunicaciones, con un puerto RS232 o con un puerto RS485, para conexiones serie.

El Simatic S7-1200 dispone de una interfaz Profinet integrada para simple conectividad en red y comunicación entre sistema de ingeniería, controladores y HMI, por ejemplo para actividades de programación y de comunicación entre CPU y CPU. A través de dicha interfaz se conectan también los paneles de la gama Simatic HMI Basic Panels para fines de visualización. Para la conexión en red de varios controladores o paneles de HMI está disponible el módulo de ampliación CSM 1277, que es un switch Ethernet/Profinet no gestionado con 4 puertos.

Para resolver tareas tecnológicas exigentes están integradas de serie funciones para contaje, medición, regulación y control de movimiento. Por otro lado, y comparado con el modelo anterior, el Simatic S7-1200 dispone de un procesador más rápido y una memoria de mayor tamaño que además puede repartirse flexiblemente entre datos de programa y de aplicación.

El nuevo software Simatic Step 7 Basic permite realizar toda la ingeniería tanto para el controlador como para los paneles Simatic HMI Basic Panels. Simatic Step 7 Basic V10.5 con WinCC Basic integrado para tareas de visualización facilita la labor del usuario mediante editores intuitivos y orientados a tareas para una mayor facilidad de manejo y eficiencia en la ingeniería.

La oferta coordinada de controlador y sistema de ingeniería se complementa con una gama de paneles HMI (Basic Panels) que ofrecen alto grado de protección, IP65, e interfaz Profinet integrada. Los paneles disponen de displays gráficos de entre cuatro y quince pulgadas de diagonal con pantalla táctil y teclas de función táctiles. Todos los paneles de la línea tienen la misma funcionalidad en términos de sistemas de avisos, gestión de recetas y funciones de representación de curvas.

El Simatic S7-1200 es versátil en su aplicación y es idóneo para la automatización racional de pequeñas máquinas, transportadores y otros

equipos de manutención al igual que la calidad de componentes distribuido de regulación dentro de sistemas de mayor jerarquía.

2.2.1. Características del PLC S7-1200⁴

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

⁴http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

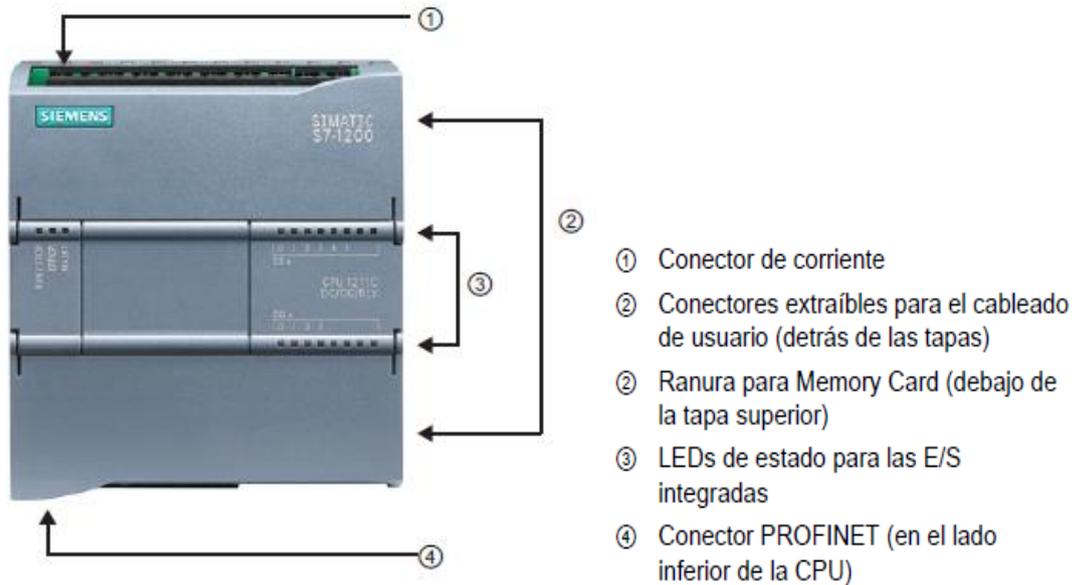


Figura 2. 1 Representación del PLC S7-1200.

Fuente:

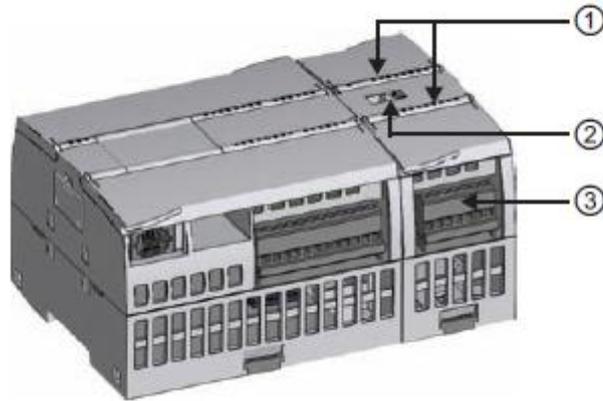
http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.2.2. Módulo de Señales

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)



- (1) LEDs de estado para E/S del módulo de señales
- (2) Conector de bus
- (3) Conector extraíble para el cableado de usuario

Figura 2. 2 Representación del Módulo de Señales.

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.3. Profinet

La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas Ethernet y de comunicación basada en TCP/IP. La CPU S7-1200 soporta los siguientes protocolos de aplicación:

- Transport Control Protocol (TCP)
- ISO on TCP (RFC 1006)

La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPUs S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. Hay dos formas de comunicación vía PROFINET:

- Conexión directa: La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.

- **Conexión de red:** La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens).

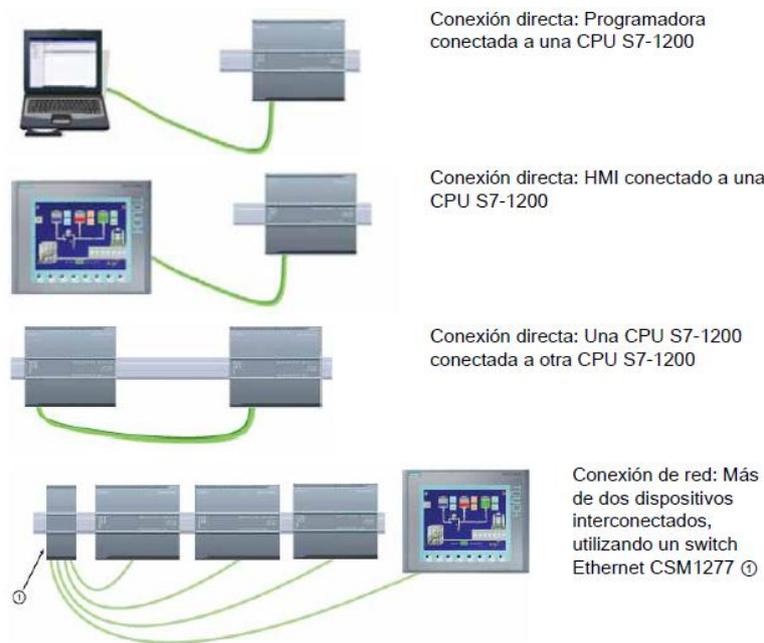


Figura 2. 3 Representación de Conexiones.

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Para la conexión directa entre una programadora o un HMI y una CPU no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere para una red que incorpore más de dos CPUs o dispositivos HMI. El switch Ethernet de 4 puertos CSM1277 de Siemens montado en un rack puede utilizarse para conectar las CPUs y los dispositivos HMI. El puerto PROFINET de la CPU S7-1200 no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet.

2.3.1. Número máximo de conexiones para el puerto PROFINET

El puerto PROFINET de la CPU soporta las siguientes conexiones simultáneas.

- 3 conexiones para la comunicación entre dispositivos HMI y la CPU
- 1 conexión para la comunicación entre la programadora (PG) y la CPU

- 8 conexiones para la comunicación del programa del S7-1200 utilizando instrucciones del bloque T (TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEN, TRCV)

- 3 conexiones para la comunicación entre una CPU S7-1200 pasiva y una CPU S7 activa

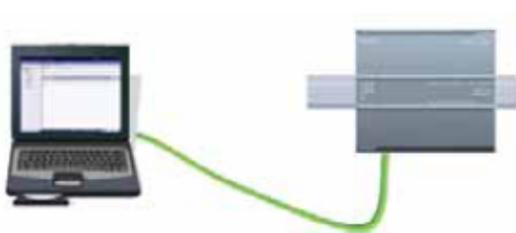
– La CPU S7 activa utiliza las instrucciones GET y PUT (S7-300 y S7-400) o

ETHx_XFER (S7-200).

– Una conexión S7-1200 activa sólo es posible con las instrucciones del bloque T.

2.3.2. Comunicación con una programadora

Una CPU puede comunicarse con una programadora con STEP 7 Basic en una red.



Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

Figura 2. 4 Representación de la Comunicación con una programadora.

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

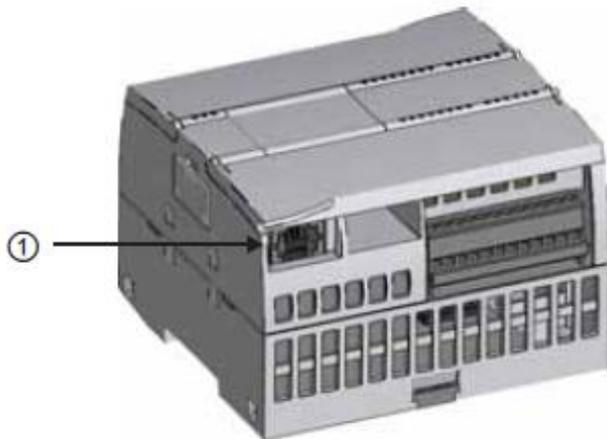
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.3.3. Establecer la conexión de hardware

CPU. Puesto que la CPU ofrece la función "auto-crossover", es posible utilizar un cable Ethernet estándar o cruzado ("crossover") para la interfaz. Para conectar una programadora directamente a una CPU no se requiere un switch Ethernet.

Para crear la conexión de hardware entre una programadora y una CPU, proceda del siguiente modo:

1. Monte la CPU.
2. Conecte el cable Ethernet al puerto PROFINET que se muestra abajo.
3. Conecte el cable Ethernet a la programadora.



(1) Puerto PROFINET

Hay una descarga de tracción opcional para reforzar la conexión PROFINET

Figura 2. 5 Representación de la conexión de hardware.

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.3.4. Comunicación entre dispositivos HMI y el PLC



La CPU soporta conexiones PROFINET con dispositivos HMI. Los siguientes requisitos deben considerarse al configurar la comunicación entre CPUs y HMIs:

Figura 2. 6 Representación de comunicación entre dispositivos HMI y el PLC.

Fuente:

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Configuración/instalación:

- El puerto PROFINET de la CPU debe configurarse para poder establecer una conexión con el HMI.
- El HMI se debe instalar y configurar.
- La información de configuración del HMI forma parte del proyecto de la CPU y se puede configurar y cargar desde el proyecto.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

Nota

El switch Ethernet de 4 puertos CSM1277 de Siemens montado en un rack puede utilizarse para conectar las CPUs y los dispositivos HMI. El puerto PROFINET de la CPU no contiene un dispositivo de conmutación Ethernet.

a. Funciones Soportadas

- El HMI puede leer/escribir datos en la CPU.
- Es posible disparar mensajes, según la información consultada de la CPU.
- Diagnóstico del sistema

2.4. Step 7 Basic⁵

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

⁵<http://www.siemens.com/s7-1200>

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

Para instalar STEP 7 Basic, inserte el CD en la unidad de CDROM del equipo. El asistente de instalación arranca automáticamente y le guía por el proceso de instalación.

2.4.1. Step 7 facilita el trabajo

STEP 7 proporciona un entorno de fácil manejo para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red.

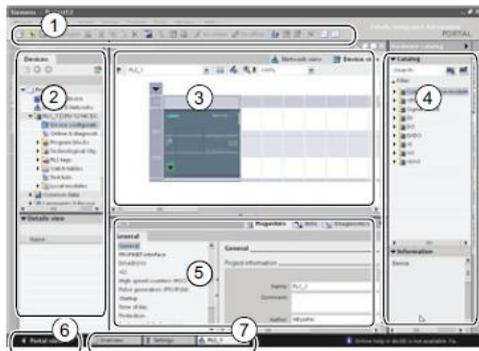
Para aumentar la productividad, STEP 7 ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber:

Distintos portal es orientado a tareas y organizado según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.



Vista del portal

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



Vista del proyecto

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

Figura 2. 7 Representación Vista del Portal y Vista del Proyecto.

Fuente: <http://www.siemens.com/s7-1200>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

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

La barra de editores agiliza el trabajo y mejora la eficiencia, ya que muestra todos los editores que están abiertos. Para cambiar entre los editores abiertos, basta con hacer clic sobre el editor en cuestión. También es posible visualizar dos editores simultáneamente, ya sea en mosaico vertical u horizontal. Esta función permite mover elementos entre los editores mediante Drag&Drop.

2.4.2. Fácil entrada de instrucciones en el programa de usuario

STEP 7 dispone de Task Cards que contienen las instrucciones del programa. Las instrucciones se agrupan por funciones.

Para crear el programa, arrastre las instrucciones desde las Task Cards a los diferentes segmentos mediante Drag&Drop.



Figura 2. 8 Instrucciones Básicas.
Fuente: <http://www.siemens.com/s7-1200>
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.4.3. Instrucciones más utilizadas desde la barra de herramientas

STEP 7 ofrece una barra de herramientas de "Favoritos" que permite acceder rápidamente a las instrucciones utilizadas con mayor frecuencia. Sólo tiene que hacer clic en el botón de la instrucción que desea insertar en el segmento.



(Haga doble clic en el icono para ver los "Favoritos" en el árbol de instrucciones.)

Figura 2. 9 Representación Barra de Herramientas.
Fuente: <http://www.siemens.com/s7-1200>
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Los "Favoritos" pueden personalizarse fácilmente agregando nuevas instrucciones.

Para ello sólo hay que mover la instrucción a "Favoritos" mediante Drag&Drop. La instrucción ya está al alcance de un clic.

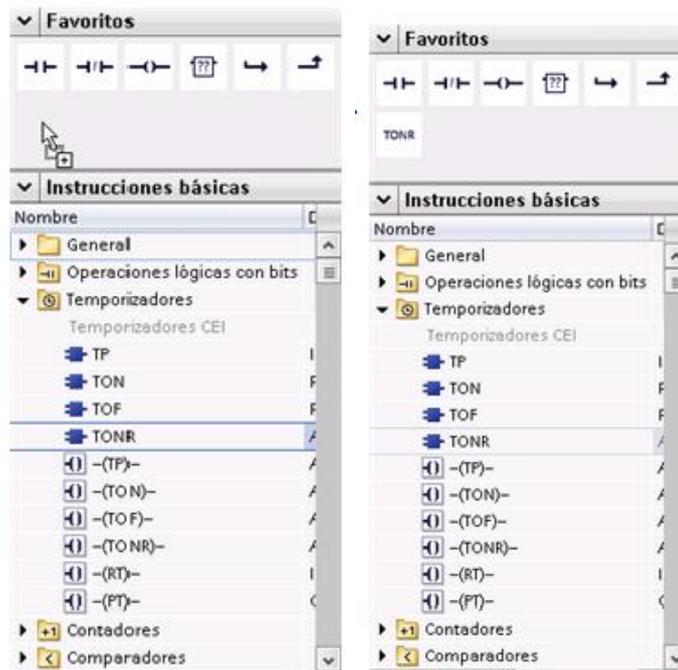


Figura 2. 10 Instrucciones Básicas Favoritas.

Fuente: <http://www.siemens.com/s7-1200>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.5. Paneles HMI Basic

Puesto que la visualización se está convirtiendo cada vez más en un componente estándar de la mayoría de las máquinas, los SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen dispositivos con pantalla táctil para tareas básicas de control y supervisión. Todos los paneles ofrecen el grado de protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y NEMA 4x.



KTP 400 Basic PN

- Mono (STN, escala de grises)
- Pantalla táctil de 4 pulgadas con 4 teclas táctiles
- Vertical u horizontal
- Tamaño: 3.8"
- Resolución: 320 x 240
- 128 variables
- 50 pantallas de proceso
- 200 alarmas
- 25 curvas
- 32 KB memoria de recetas
- 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



KTP 600 Basic PN

- Color (TFT, 256 colores) o monocromo (STN, escala de grises)
- Pantalla táctil de 6 pulgadas con 6 teclas táctiles
- Vertical u horizontal
- Tamaño: 5.7"
- Resolución: 320 x 240
- 128 variables
- 50 pantallas de proceso
- 200 alarmas
- 25 curvas
- 32 KB memoria de recetas
- 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



KTP1000 Basic PN

- Color (TFT, 256 colores)
- Pantalla táctil de 10 pulgadas con 8 teclas táctiles
- Tamaño: 10.4"
- Resolución: 640 x 480
- 256 variables
- 50 pantallas de proceso
- 200 alarmas
- 25 curvas
- 32 KB memoria de recetas
- 5 recetas, 20 registros, 20 entradas



TP1500 Basic PN

- Color (TFT, 256 colores)
- Pantalla táctil de 15 pulgadas
- Tamaño: 15.1"
- Resolución: 1024 x 768
- 256 variables
- 50 pantallas de proceso
- 200 alarmas
- 25 curvas
- 32 KB memoria de recetas (memoria flash integrada)
- 5 recetas, 20 registros, 20 entradas

Figura 2. 11 Representación Touch Panel.

Fuente: <http://www.siemens.com/s7-1200>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.6. Introducción a HMI (Interfaz Humano Máquina)⁶

Las siglas HMI es la abreviación en inglés de Interfaz Humano Máquina. Los sistemas HMI se pueden pensar como una “ventana” de procesos. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en

⁶<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión.

Las señales de procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controles Lógicos Programables), RTU (Unidades Remotas de I/O) o DRIVE's (Variadores de Velocidad de Motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

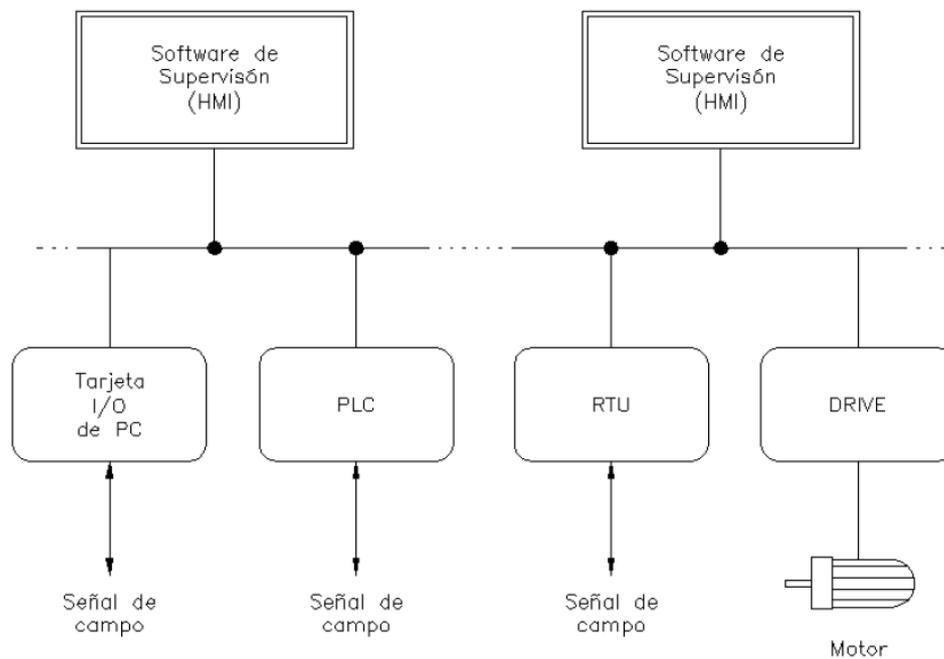


Figura 2. 12 Representación de un HMI.

Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.6.1. Tipos de HMI

- Desarrollos a medida. Se desarrollan en un entorno de programación gráfica como VC++, Visual Basic, Delphi, etc.
- Paquetes enlatados HMI. Son paquetes de software que completan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA. Ejemplo son FIX, WinCC, Wonderware, etc.

2.6.2. Funciones de un Software HMI

a. Monitoreo

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

b. Supervisión

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

c. Alarmas

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

d. Control

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

e. Históricos

Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.6.3. Tareas de un Software de Supervisión y Control

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos “dinámica” con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con los objetos animados (mímicos).

- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

2.6.4. Tipos de Software de Supervisión y Control para PC

- Lenguas de programación visual como Visual C++ o Visual Basic. Se utilizan para desarrollar software HMI a medida del usuario. Una vez generado el software el usuario no tiene posibilidad de re-programarlo.
- Paquetes de desarrollo que están orientados a tareas HMI. Pueden ser utilizados para desarrollar un HMI a medida del usuario y/o para ejecutar un HMI desarrollado para el usuario. El usuario podrá re-programarlo si tiene la llave (software) como para hacerlo. Ejemplos son FIX Dynamics, Wonderware, PCIM, Factory Link, WinCC.

2.6.5. Estructura general del Software HMI

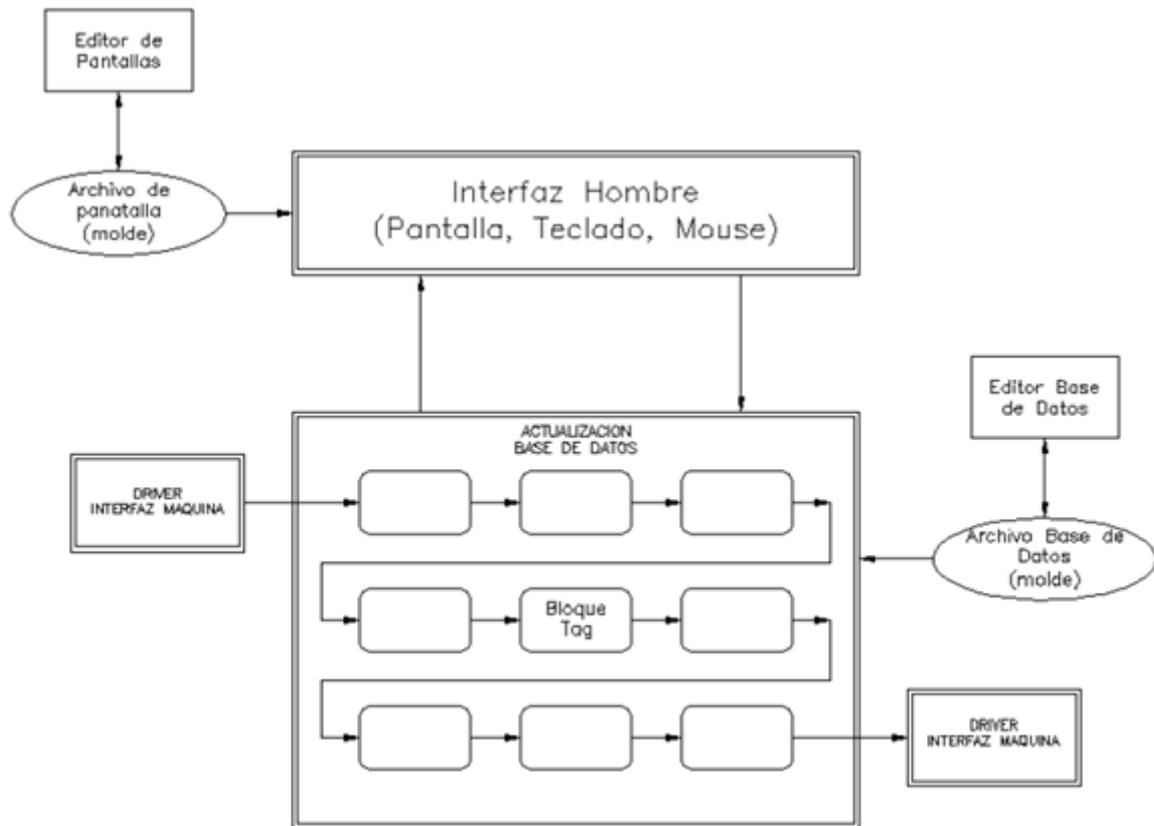


Figura 2. 13 Representación de la Estructura General del Software HMI.

Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Los software HMI están compuestos por un conjunto de programas y archivos. Hay programas para diseño y configuración del sistema y otros que son el motor mismo del sistema. En la figura 2.13 se muestra cómo funcionan algunos de los programas y archivos más importantes. Los rectángulos de la figura representan programas y las elipses representan archivos. Los programas que están con recuadro simple representan programas de diseño o configuración del sistema; los que tienen doble recuadro representan programas que son el motor del HMI.

Con los programas de diseño, como el “editor de pantallas” se crea moldes de pantallas para visualización de datos del proceso. Estos moldes son guardados en archivos “Archivo de pantalla” y almacenan la forma como serán visualizados los datos en las pantallas.

a. Interfaz Humano Máquina

Es un programa que se encarga de refrescar las variables de la base de datos en la pantalla, y actualizarla, si corresponde, por entradas del teclado o el mouse. Este programa realiza la interfaz entre la base de datos y el hombre. El diseño de esta interfaz está establecido en el archivo molde “Archivo de pantalla” que debe estar previamente creado.

b. Base de Datos

Es un lugar de la memoria de la computadora donde se almacenan los datos requeridos del proceso. Estos datos varían en el tiempo según cambien los datos del proceso, por esta razón se denomina “base de datos dinámica”. La base de datos está formada por bloques que pueden estar interconectados. La creación de la base de datos, sus bloques y la relación entre ellos se realiza a través de “editor de base de datos”.

c. Driver

La conexión entre los bloques de la base de datos y las señales del proceso se realiza por medio de drivers. Estos drivers manejan los protocolos de comunicación entre el HMI y los distintos dispositivos de campo. Los drivers son entonces la interfaz hacia la máquina.

d. Bloques (Tags)

Como ya mencionamos, la base de datos está compuesta por bloques. Para agregar o modificar las características de cada bloque se utiliza el editor de la base de datos. Los bloques pueden recibir información de los drivers u otros bloques y envían información hacia los drivers u otros bloques.

d.1. Las funciones principales de los bloques son

- Recibir datos de otros bloques o al driver.
- Enviar datos a otros bloques o al driver.
- Establecer enlaces (links) a la pantalla (visualización, teclado o mouse).
- Realizar cálculos de acuerdo a instrucciones del bloque.

- Comparar los valores con umbrales de alarmas.
- Escalar los datos del driver a unidades de ingeniería.

Los bloques pueden estructurarse en cadenas para procesar una señal Figura 2.14.

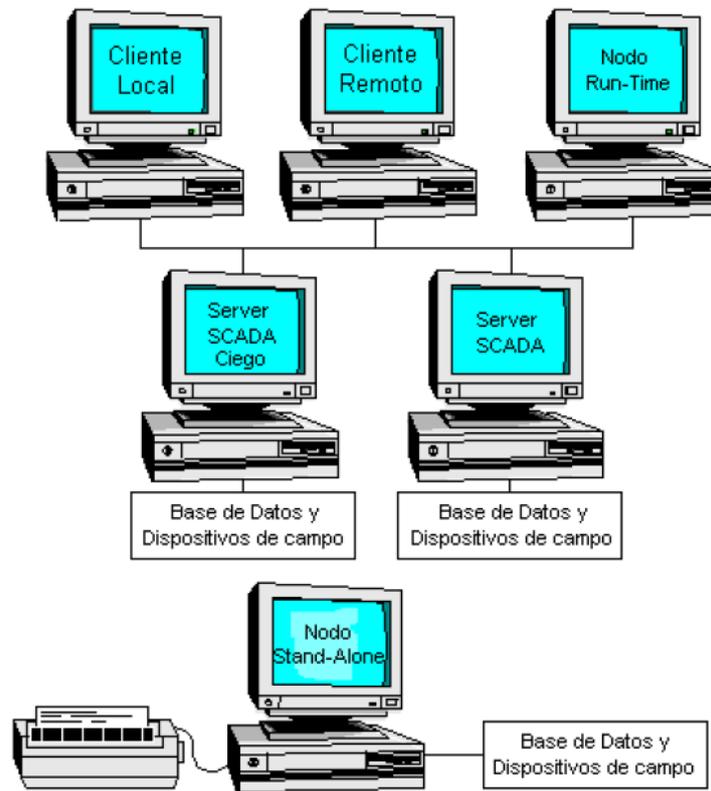
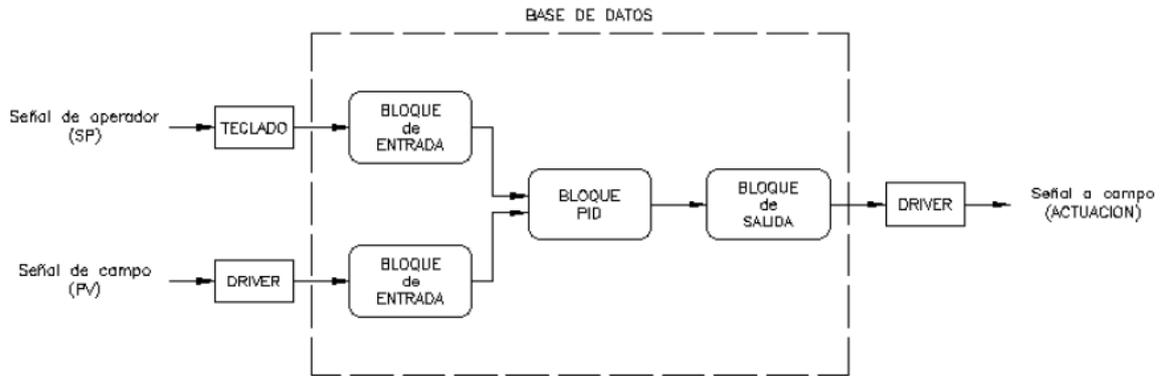


Figura 2. 14 Representación de Bloques.

Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.7. Cable Directo⁷

El cable directo de red sirve para conectar dispositivos desiguales, como un computador con un hub o switch. En este caso ambos extremos del cable deben tener la misma distribución. No existe diferencia alguna en la conectividad entre la distribución 568B y la distribución 568A siempre y cuando en ambos extremos se use la misma, en caso contrario hablamos de un cable cruzado.

El esquema más utilizado en la práctica es tener en ambos extremos la distribución 568B.

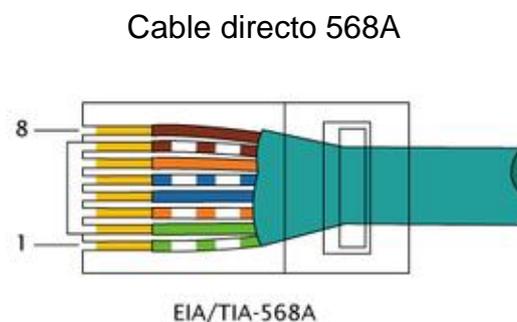


Figura 2. 15 Cable directo EIA/TIA-568A.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

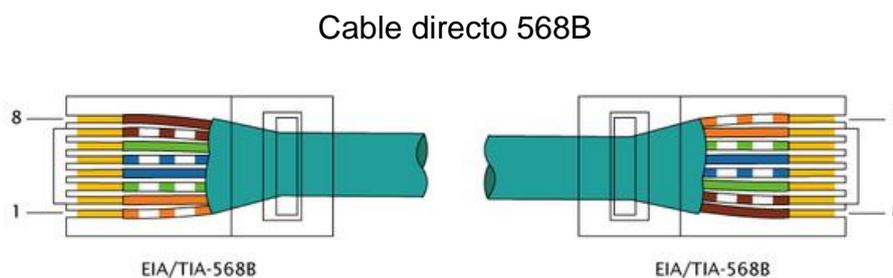


Figura 2. 16 Cable directo EIA/TIA-568B.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.8. Proporcional Integral Derivativo (PID)⁸

Un PID es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para

⁷ <http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

aplicar una acción correctora que ajuste el proceso. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar. La respuesta del controlador puede ser descrita en términos de respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador llega al "set point", y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo. Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control. Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control.

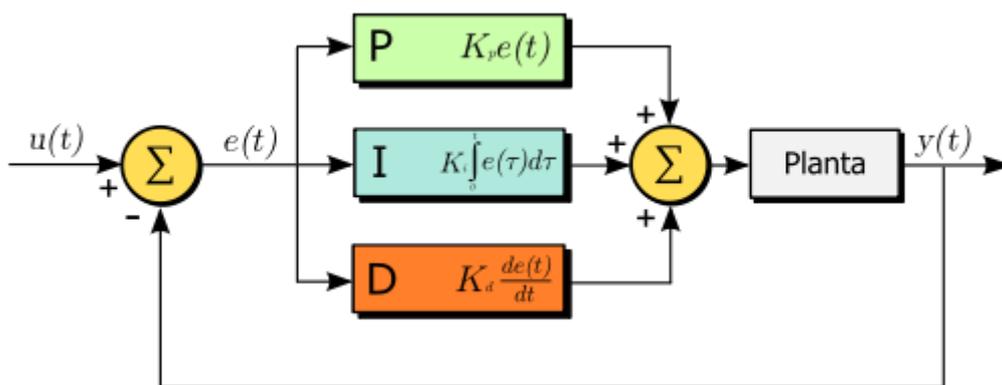


Figura 2. 17 Diagrama en bloques de un control PID

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

2.8.1. Significado de las constantes

P constante de proporcionalidad: se puede ajustar como el valor de la ganancia del controlador o el porcentaje de banda proporcional. Ejemplo: Cambia la posición de la válvula proporcionalmente a la desviación de la variable respecto al punto de consigna. La señal P mueve la válvula siguiendo fielmente los cambios de temperatura multiplicados por la ganancia.

I constante de integración: indica la velocidad con la que se repite la acción proporcional.

D constante de derivación: hace presente la respuesta de la acción proporcional duplicándola, sin esperar a que el error se duplique. El valor indicado por la constante de derivación es el lapso de tiempo durante el cual se manifestará la acción proporcional correspondiente a 2 veces el error y después desaparecerá. Ejemplo: Mueve la válvula a una velocidad proporcional a la desviación respecto al punto de consigna. La señal I va sumando las áreas diferentes entre la variable y el punto de consigna repitiendo la señal proporcional según el tiempo de acción derivada (minutos/repetición).

Tanto la acción Integral como la acción Derivativa, afectan a la ganancia dinámica del proceso. La acción integral sirve para reducir el error estacionario, que existiría siempre si la constante K_i fuera nula. Ejemplo: Corrige la posición de la válvula proporcionalmente a la velocidad de cambio de la variable controlada. La señal d es la pendiente (tangente) por la curva descrita por la variable.

La salida de estos tres términos, el proporcional, el integral, y el derivativo son sumados para calcular la salida del controlador PID. Definiendo $u(t)$ como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}$$

2.8.2. Ajuste de parámetros del PID

El objetivo de los ajustes de los parámetros PID es lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo los efectos de las

perturbaciones; se tiene que lograr la mínima integral de error. Si los parámetros del controlador PID (la ganancia del proporcional, integral y derivativo) se eligen incorrectamente, el proceso a controlar puede ser inestable, por ejemplo, que la salida de este varíe, con o sin oscilación, y está limitada solo por saturación o rotura mecánica. Ajustar un lazo de control significa ajustar los parámetros del sistema de control a los valores óptimos para la respuesta del sistema de control deseada. El comportamiento óptimo ante un cambio del proceso o cambio del "set point" varía dependiendo de la aplicación. Generalmente, se requiere estabilidad ante la respuesta dada por el controlador, y este no debe oscilar ante ninguna combinación de las condiciones del proceso y cambio de "set point". Algunos procesos tienen un grado de no-linealidad y algunos parámetros que funcionan bien en condiciones de carga máxima no funcionan cuando el proceso está en estado de "sin carga". Hay varios métodos para ajustar un lazo de PID. El método más efectivo generalmente requiere del desarrollo de alguna forma del modelo del proceso, luego elegir P, I y D basándose en los parámetros del modelo dinámico. Los métodos de ajuste manual pueden ser muy ineficientes. La elección de un método dependerá de si el lazo puede ser "desconectado" para ajustarlo, y del tiempo de respuesta del sistema. Si el sistema puede desconectarse, el mejor método de ajuste a menudo es el de ajustar la entrada, midiendo la salida en función del tiempo, y usando esta respuesta para determinar los parámetros de control. Ahora describimos como realizar un ajuste manual.

2.8.3. Ajuste Manual

Si el sistema debe mantenerse online, un método de ajuste consiste en establecer primero los valores de I y D a cero. A continuación, incremente P hasta que la salida del lazo oscile. Luego establezca P a aproximadamente la mitad del valor configurado previamente. Después incremente I hasta que el proceso se ajuste en el tiempo requerido (aunque subir mucho I puede causar inestabilidad). Finalmente, incremente D, si se necesita, hasta que el lazo sea lo suficientemente rápido para alcanzar su referencia tras una variación brusca de la carga.

Un lazo de PID muy rápido alcanza su set point de manera veloz. Algunos sistemas no son capaces de aceptar este disparo brusco; en estos casos se requiere de otro lazo con un P menor a la mitad del P del sistema de control anterior.

2.8.4. Limitaciones de un control PID

Mientras que los controladores PID son aplicables a la mayoría de los problemas de control, pueden ser pobres en otras aplicaciones. Los controladores PID, cuando se usan solos, pueden dar un desempeño pobre cuando la ganancia del lazo del PID debe ser reducida para que no se dispare u oscile sobre el valor del "set point". El desempeño del sistema de control puede ser mejorado combinando el lazo cerrado de un control PID con un lazo abierto. Conociendo el sistema (como la aceleración necesaria o la inercia) puede ser avanzacionado y combinado con la salida del PID para aumentar el desempeño final del sistema. Solamente el valor de avanzación (o Control prealimentado) puede proveer la mayor porción de la salida del controlador. El controlador PID puede ser usado principalmente para responder a cualquier diferencia o "error" que quede entre el set point y el valor actual del proceso.

Como la salida del lazo de avanzación no se ve afectada a la realimentación del proceso, nunca puede causar que el sistema oscile, aumentando el desempeño del sistema, su respuesta y estabilidad.

Por ejemplo, en la mayoría de los sistemas de control con movimiento, para acelerar una carga mecánica, se necesita de más fuerza (o torque) para el motor. Si se usa un lazo PID para controlar la velocidad de la carga y manejar la fuerza o torque necesaria para el motor, puede ser útil tomar el valor de aceleración instantánea deseada para la carga, y agregarla a la salida del controlador PID. Esto significa que sin importar si la carga está siendo acelerada o desacelerada, una cantidad proporcional de fuerza está siendo manejada por el motor además del valor de realimentación del PID. El lazo del PID en esta situación usa la información de la realimentación para incrementar o decrementar la diferencia entre el set point y el valor del primero. Trabajando

juntos, la combinación avanzada-realimentación provee un sistema más confiable y estable.

Otro problema que posee el PID es que es lineal. Principalmente el desempeño de los controladores PID en sistemas no lineales es variable. También otro problema común que posee el PID es, que en la parte derivativa, el ruido puede afectar al sistema, haciendo que esas pequeñas variaciones, hagan que el cambio a la salida sea muy grande. Generalmente un Filtro pasa bajo ayuda, ya que elimina las componentes de alta frecuencia del ruido. Sin embargo, un FPB y un control derivativo pueden hacer que se anulen entre ellos.

Alternativamente, el control derivativo puede ser sacado en algunos sistemas sin mucha pérdida de control. Esto es equivalente a usar un controlador PID como PI solamente.

2.9. Modelo matemático del sistema de temperatura PCT-2⁹

Considerando el módulo de temperatura PCT-2 como un sistema no lineal, el modelamiento se abordará como un proceso o sistema dinámico el cual puede definirse como: “Una combinación de elementos o componentes relacionados entre sí que actúan para alcanzar una determinada meta”.

Para la obtención del modelo dinámico será necesario el estudio del comportamiento de la variable de salida a lo largo del tiempo, según cambios efectuados en las variables de entrada.

Inicialmente la información con la que se dispone es de carácter observable y medida en el sistema que sumando a una buena interpretación permitirán obtener la representación matemática del proceso.

⁹ <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5179/1/T-ESPE-033168.pdf>

2.9.1. Características del fluido (aire)

En el sistema de temperatura el flujo de aire permite la transferencia de calor al punto de medición, por lo que el estudio de sus características permite conocer el comportamiento del gas en cuestión durante el proceso.

El aire impulsado por el ventilador dentro del tubo concéntrico se comporta como:

- Flujo no viscoso
- Interno, (por ser impulsado dentro del tubo concéntrico)
- Incompresible¹⁰
- Turbulento, (flujo intensamente desordenado por la velocidad de rotación del ventilador).
- Forzado, (impulsado por el ventilador).
- Unidimensional uniforme, (el desplazamiento del aire es a lo largo del tubo).

2.9.2. Transferencia de Calor

Se identifica que el tipo de transferencia es por convección y esta descrita por.

$$q = A * h * \Delta T$$

Dónde:

q: Flujo de calor, Kcal/seg

ΔT : Diferencia de temperatura °C.

A: Área normal para flujo de calor, m²

h: Coeficiente de convección, Kcal/m².seg.°C

Considerando que el cilindro contenedor está aislado para eliminar las pérdidas de calor hacia el aire circundante, dicho aislamiento no acumula calor y el aire caliente está perfectamente mezclado con el aire frío mediante el flujo continuo del ventilador, otorgando una temperatura estable. Lo que permite describir a la temperatura del aire en el cilindro y a su salida con una sola variable.

¹⁰ A pesar de que los gases son altamente compresibles pero se le puede dar el tratamiento contrario si los cambios de densidad están por debajo del 5% que se da cuando la velocidad del flujo es menor al 30% de la velocidad del sonido en dicho medio (346 m/s)

2.9.3. Transferencia de calor en régimen transitorio

En procesos de calentamiento o enfriamiento de equipos en operación continua, así como al iniciar o detener la operación del equipo, la transferencia de calor ocurre en un régimen transitorio.

El desarrollo del modelo matemático de la planta de temperatura esta descrito por la ley de equilibrio de energía térmica, considerando que la temperatura no solo cambia por la situación al interior del cuerpo, también cambia con el tiempo, tanto la tasa de transferencia de calor a través del cuerpo como la energía interna, permitiéndole al cuerpo acumular o perder energía de donde parte el desarrollo de la temperatura en el módulo PCT-2.

$$\text{Calor transferido al cuerpo} = \text{Calor acumulado en el cuerpo}$$

Tasa de calor transferida

$$q = h.A.(T_{\infty} - T)$$

Tasa de calor acumulado

$$q = m.C_p \cdot \frac{dT}{dt}$$

Igualando las ecuaciones de calor transferido y calor acumulado se desarrolla la expresión que define el comportamiento del módulo PCT-2.

$$\begin{aligned} h.A.(T_{\infty} - T) &= m.C_p \cdot \frac{dT}{dt} \\ dt &= \frac{m.C_p}{h.A} * \frac{dT}{(T_{\infty} - T)} \\ \int_0^t dt &= \frac{m.C_p}{h.A} \cdot \int_{T_0}^T \frac{dT}{(T_{\infty} - T)} \\ t|_0^t &= \frac{m.C_p}{h.A} \cdot [-\ln(T_{\infty} - T)]_{T_0}^T \\ t &= \frac{-m.C_p}{h.A} \cdot \ln\left(\frac{T_{\infty} - T}{T_{\infty} - T_0}\right) \\ e^{-\left(\frac{h.A}{m.C_p}\right)*t} &= \left(\frac{T_{\infty} - T}{T_{\infty} - T_0}\right) \end{aligned}$$

Ecuación de temperatura válida para cualquier sistema con resistencia interna insignificante.

$$T_{\infty} - (T_{\infty} - T_0) \cdot e^{-\left(\frac{h.A}{m.C_p}\right) \cdot t} = T$$

Dónde:

Tabla 2. 1 Magnitudes físicas para modelo matemático del módulo PCT-2

Magnitudes Físicas		Sistema Internacional
Flujo de Calor	q	$\left[\frac{Kcal}{s}\right]$
Coeficiente de transferencia de calor por convección.	h	$45 \left[\frac{Watt}{m^2 * ^\circ C}\right] \text{ o } \left[\frac{f}{s * m^2 * ^\circ C}\right]$
Área de transferencia de calor.	A	$5.73 \times 10^{-4} [m^2]$
Flujo másico	m	$2 \times 10^{-3} \left[\frac{g^2}{s}\right]$
Calor específico del cuerpo.	C_p	$1.012 \left[\frac{f}{g * C^0}\right]$

En general, los flujos a través de cilindros comprenden *separación del flujo*¹¹, el cual es difícil de manejar en forma analítica. Por lo tanto los flujos de este tipo deben estudiarse de manera experimental o numérica, basados en las correlaciones empíricas para el coeficiente de transferencia de calor.

2.10. Identificación del sistema no lineal

De la ecuación de temperatura resta conocer el término $\left(\frac{h.A}{m.C_p}\right)$ con lo que se obtendría la característica completa de entrada/salida del sistema de primer grado que define el comportamiento del módulo de temperatura PCT-2.

¹¹ El cuerpo del fluido deja de seguir el contorno, debido a gradientes de presión sobre la superficie del fluido de los cuerpos.

$$\frac{h \cdot A}{m \cdot C_p}$$

$$\frac{45 \left[\frac{f}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C} \right] * 5.73 \times 10^{-4} [m^2]}{2.18 \times 10^{-3} \left[\frac{g}{s} \right] * 1.012 \left[\frac{f}{g \cdot ^\circ C} \right]} = 11.69 [seg]$$

Con el ánimo de brindar mayor sustento al desarrollo del modelo matemático, se hace referencia a un trabajo ya desarrollado en forma experimental con la tarjeta PCI 6221 y la herramienta Simulink de MatLab. Donde se realiza la conexión del módulo de temperatura con la tarjeta y se procese con las pruebas de la planta en lazo abierto. Evidenciando que la relación voltaje de entrada Vs ganancia en temperatura no es lineal, procediendo a registrar estos datos y generar una línea de tendencia basada en un polinomio de segundo orden definido como:

$$(-0.13798214285714)X^2 + (3.214713214285714)X + 0.88531$$

Que es el polinomio de ganancia en temperatura del módulo PCT-2.

Para la definición de la constante de retardo el documento referenciado utiliza la función **data archiving** de MatLab de donde obtienen un valor de 12 para la constante de retardo.

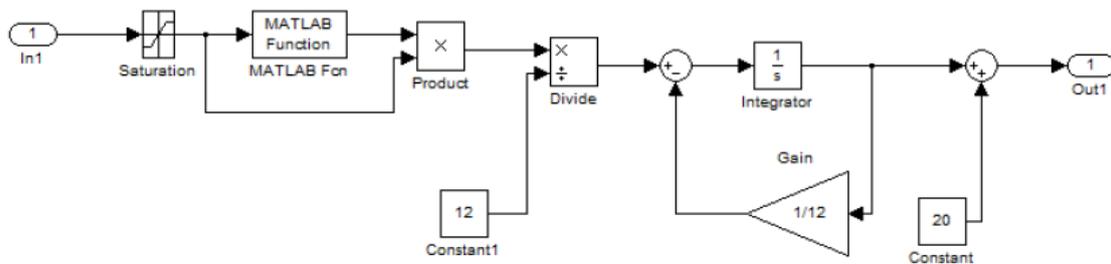


Figura 2. 18 Identificación del módulo PCT-2

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5179/3/T-ESPE-033168-A.pdf>

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES

En el presente capítulo se detalla paso a paso como se realizó la implementación de un HMI para el monitoreo y control de temperatura, para esto se utilizó el Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2, para tomar las muestras, y posteriormente controlarlas desde el Touch Panel KTP 600 PN, con la ayuda del PLC S7-1200, el Módulo de Salidas Analógicas y el Software TIA PORTAL.

La estación de temperatura trabaja en un rango de 20 a 70 grados Celsius fue necesario realizar un escalamiento para poder acoplar las señales, el control es realizado en forma digital y la adquisición de datos se la realiza a través del sensor VCI que es propio del módulo.

Mediante el software TIA PORTAL, se realizó la adquisición de datos provenientes de la estación, y se presentó en un indicador gráfico para monitorear la temperatura, también se realizó un control PID para controlar la estación desde el Touch Panel.

3.2. Componentes para el Control PID

Los componentes utilizados en el control PID de temperatura de la estación fueron los siguientes:

- ❖ Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2

- ❖ PLC S7-1200
- ❖ Módulo de Salidas Analógicas
- ❖ Fuente 24 Vdc
- ❖ Touch Panel KTP 600 PN
- ❖ PC

Software utilizado:

- ✓ TIA PORTAL

3.3. Conexiones del Módulo de Temperatura

El módulo de temperatura contiene una niquelina que controla el flujo de aire de la estación de temperatura cuyo rango de temperatura va de 20 a 70 grados.

- ✓ Conectar el Reference Disturbance de la estación de temperatura a 2M de la entrada analógica del PLC.
- ✓ Conectar VCI de la estación de temperatura a la entrada analógica AI0 del PLC.
- ✓ Conectar el Reference Disturbance de la estación de temperatura a AQ0M del módulo de salidas analógicas del PLC.
- ✓ Conectar el Power Interface (In) de la estación de temperatura a AQ0 del módulo de salidas analógicas del PLC.

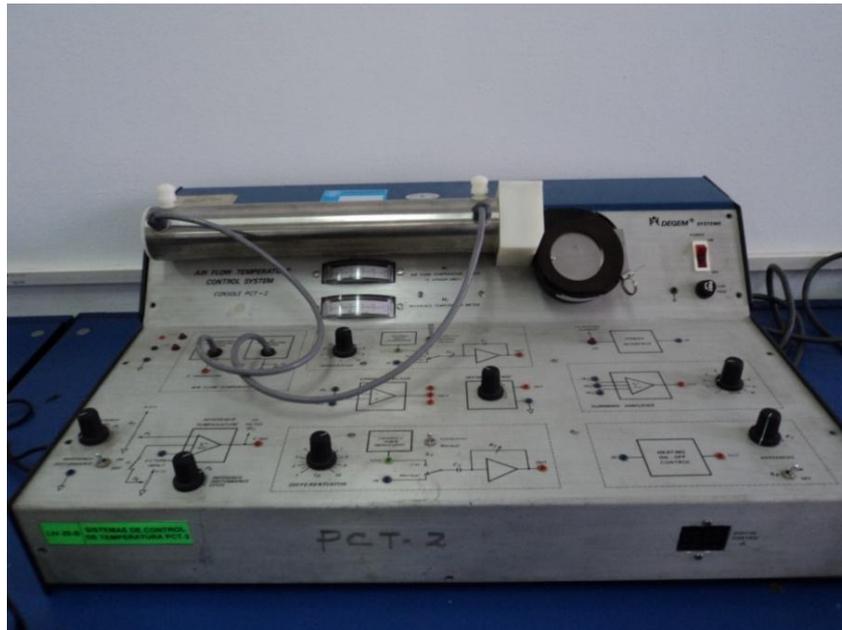


Foto 3. 1 Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Las conexiones del PLC con el módulo de temperatura quedan como se muestran en la Foto 3.2.

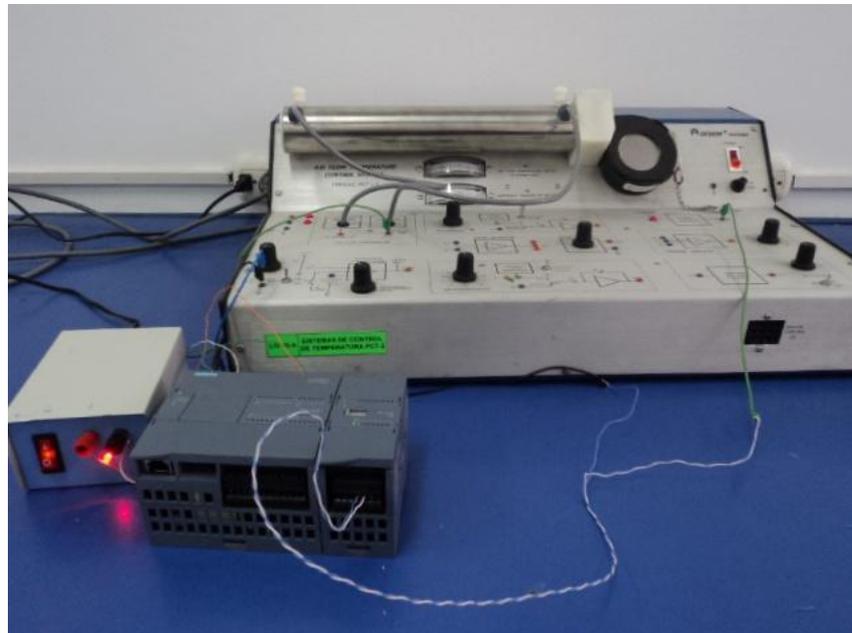


Foto 3. 2 Conexiones del Módulo de la estación de Temperatura con el PLC
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Finalmente el PLC y el módulo de la estación de temperatura son conectados al Touch Panel como se muestra en la Foto 3.3.

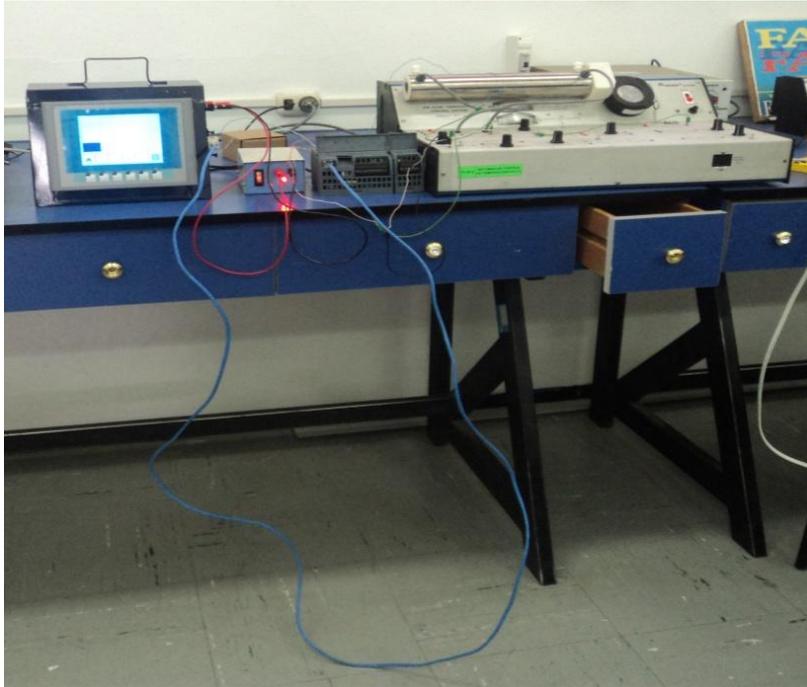


Foto 3. 3 Conexiones del Módulo de la estación de Temperatura con el PLC y el Touch Panel
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.4. Programación en TIA PORTAL

3.4.1. Elaboración de un nuevo proyecto

Dar clic en Inicio / Totally Integrated Automation PORTAL.

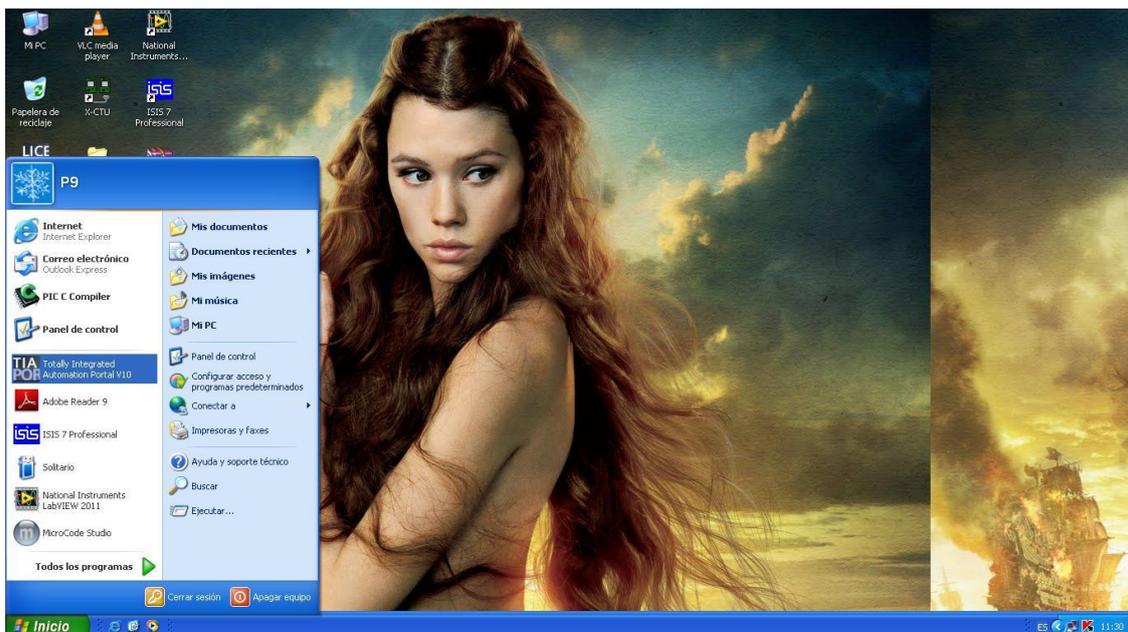


Figura 3. 1 Icono del software TIA PORTAL
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se abre la ventana del programa Totally Integrated Automation PORTAL y se procede a llenar los datos que se presentan.

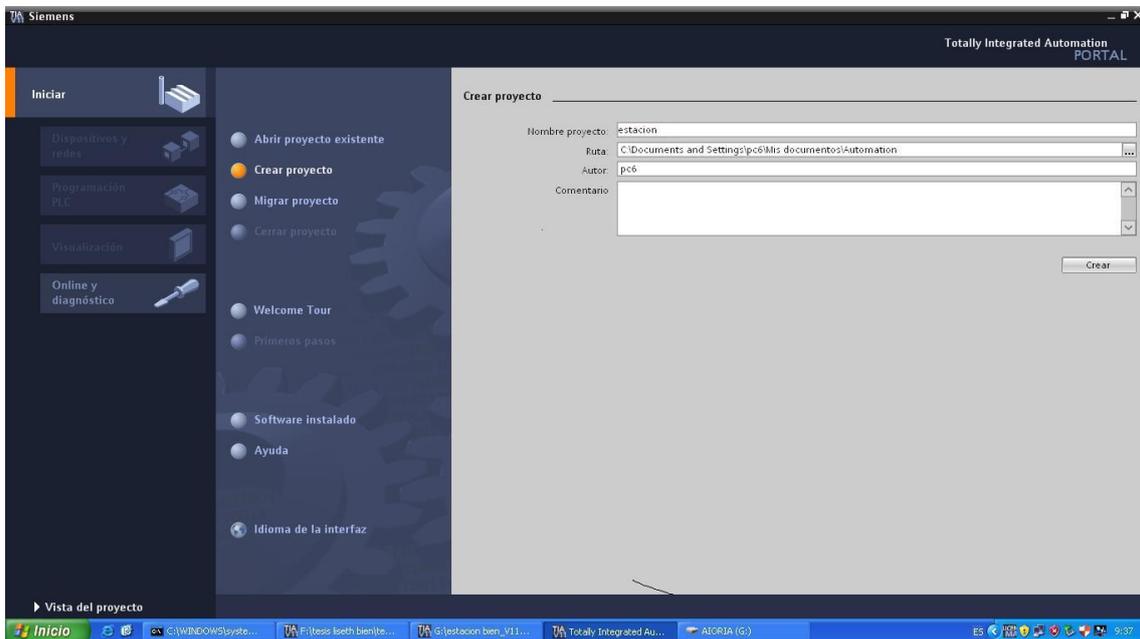


Figura 3. 2 Ventana vista portal
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la opción Dispositivos y Redes para proceder a realizar los primeros pasos.

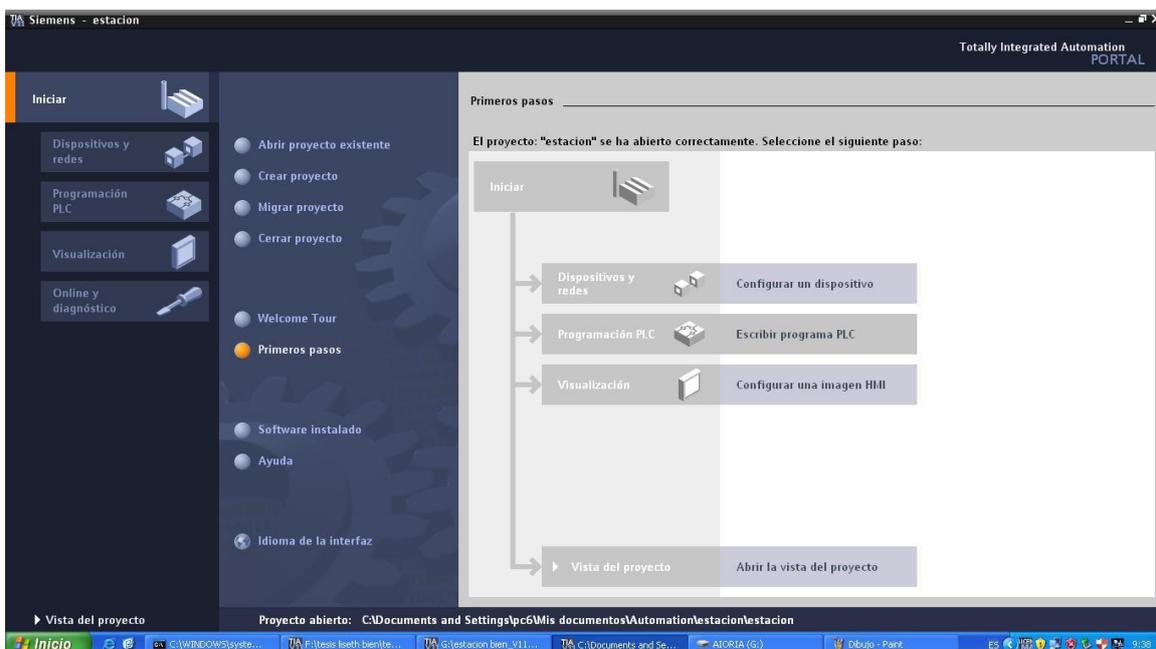


Figura 3. 3 Ventana de los primeros pasos del programa
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la opción Agregar Dispositivo / PLC.

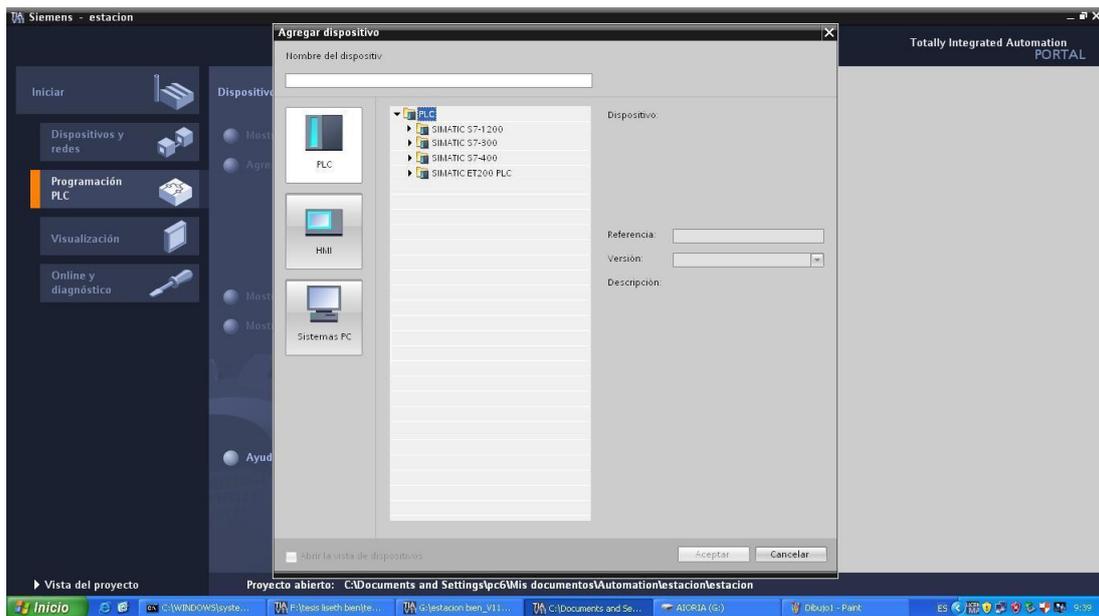


Figura 3. 4 Ventana para seleccionar el tipo de dispositivo deseado

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a escoger el tipo de CPU deseada. Se procede a dar clic en la opción PLC / SIMATIC S7-1200 / CPU / CPU 1214C AC/DC/Rly / 6ES7 214-1BE30-0XB0.

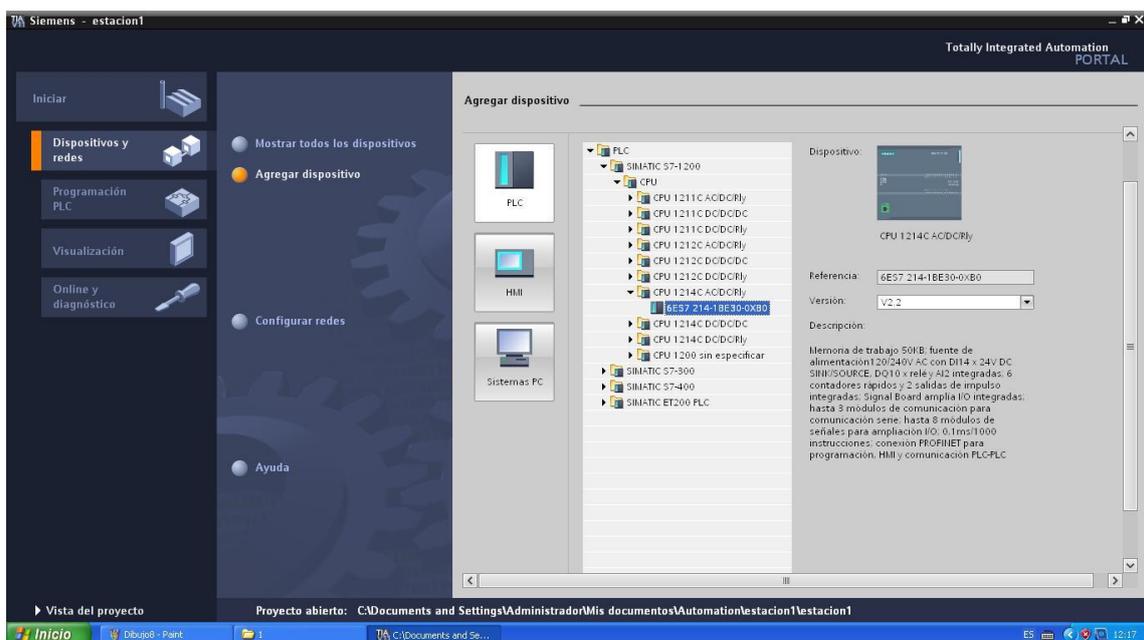


Figura 3. 5 Ventana de selección de la CPU

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en aceptar en el tipo de CPU escogida para verificar que es la CPU deseada.

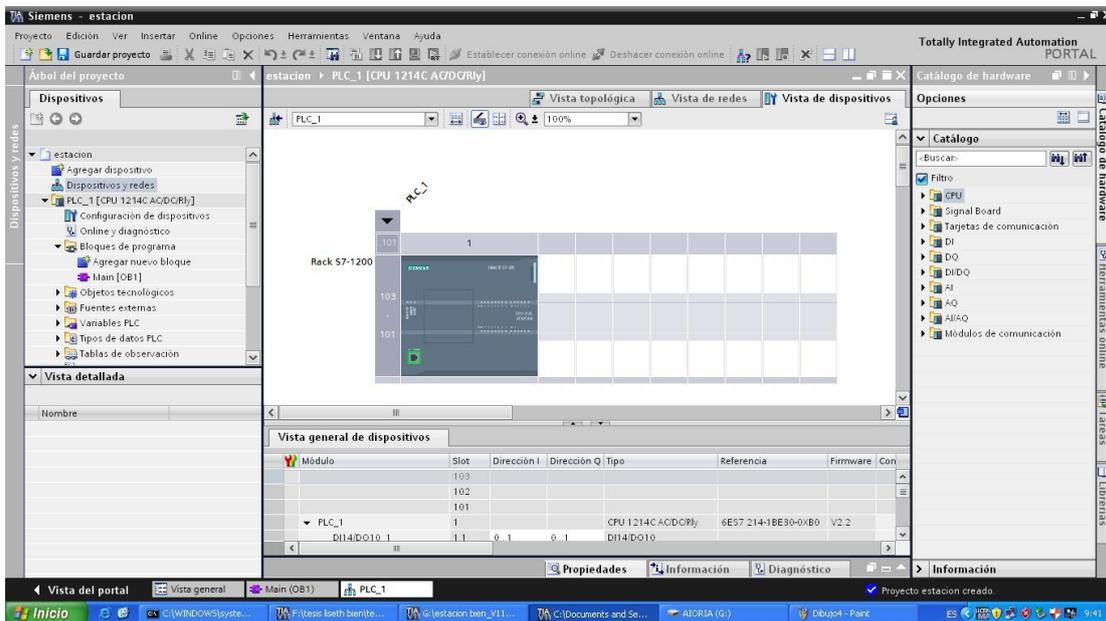


Figura 3. 6 Ventana vista del proyecto
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a escoger el tipo de módulo de salidas analógicas. Dar clic en la opción AQ (Analog Output) / AQ2*14bits / 6ES7 232-4HB30-0XB0.

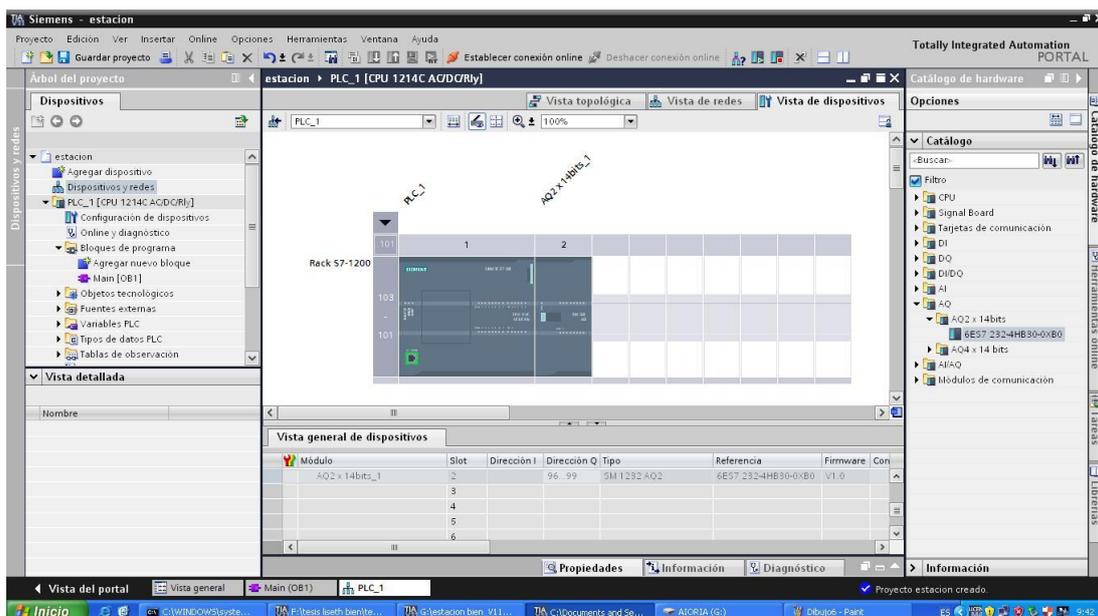


Figura 3. 7 Ventana con los dispositivos seleccionados
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en Bloques de programa / Main [OB1]

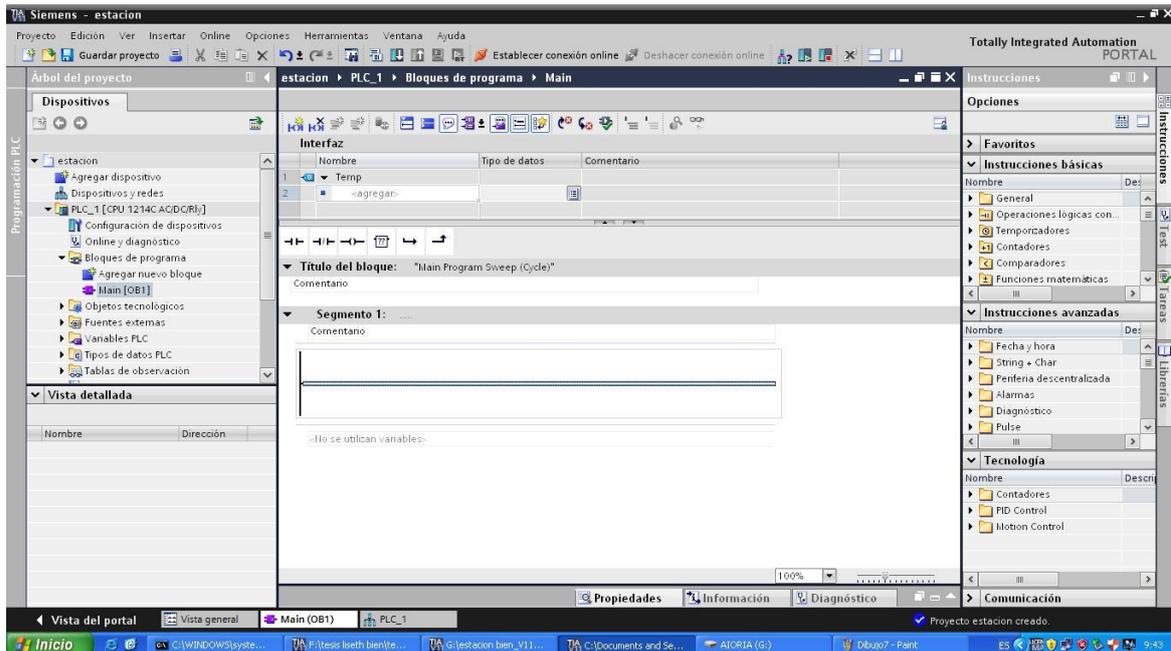


Figura 3. 8 Ventana del editor de programa
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.4.2. Escalamiento

Para determinar la temperatura se usó el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.9. Para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma.

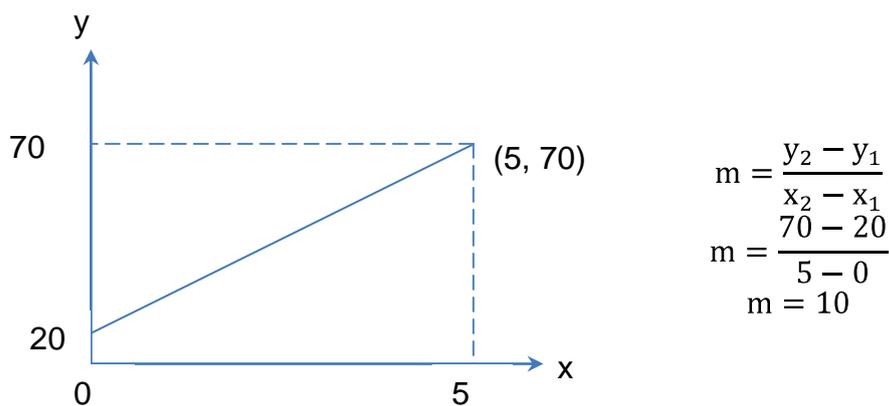


Figura 3. 9 Gráfico de la pendiente
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$
$$y - 70 = 10(x - 5)$$
$$y = 10x + 20$$

Una vez encontrada la ecuación se procede a implementar los datos obtenidos en el escalamiento para la programación.

A continuación se procede a dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Transferencia, se arrastra la opción MOVE al Segmento 1, y luego se procede a especificar los datos que se solicitan (IN [%IW64 (Tag_1)], OUT1 [%MWO (Tag_2)]) esta opción sirve para adquirir la señal de entrada proporcionada por la estación de temperatura.

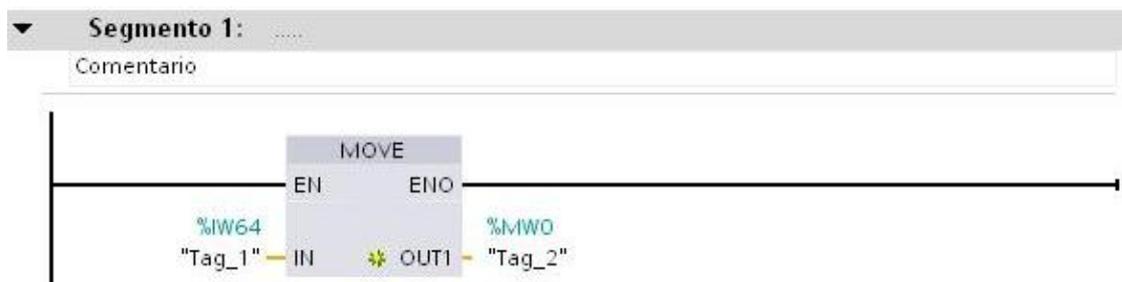


Figura 3. 10 Gráfico de la opción MOVE
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Conversión, arrastrar la opción CONVERT al Segmento 1 para convertir el dato de la señal de entrada (IN [%MWO (Tag_2)]) de UInt a DInt (OUT [%ID0 (Tag_3)]) para posteriormente multiplicar este valor por el valor de la pendiente.

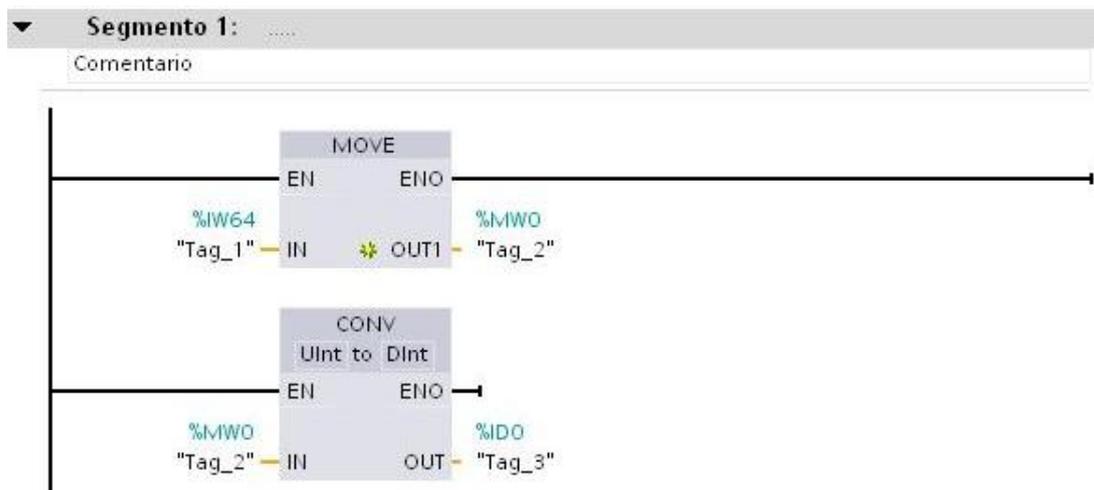


Figura 3. 11 Gráfico de la conversión de UInt a DInt
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Funciones Matemáticas, arrastrar la opción MUL al Segmento 1 para multiplicar (IN1 [%ID0 (Tag_3)]) por (IN2 [10]) que es el dato que se obtuvo del gráfico de la pendiente este es un dato DInt (OUT [%MD0 (Tag_4)]).

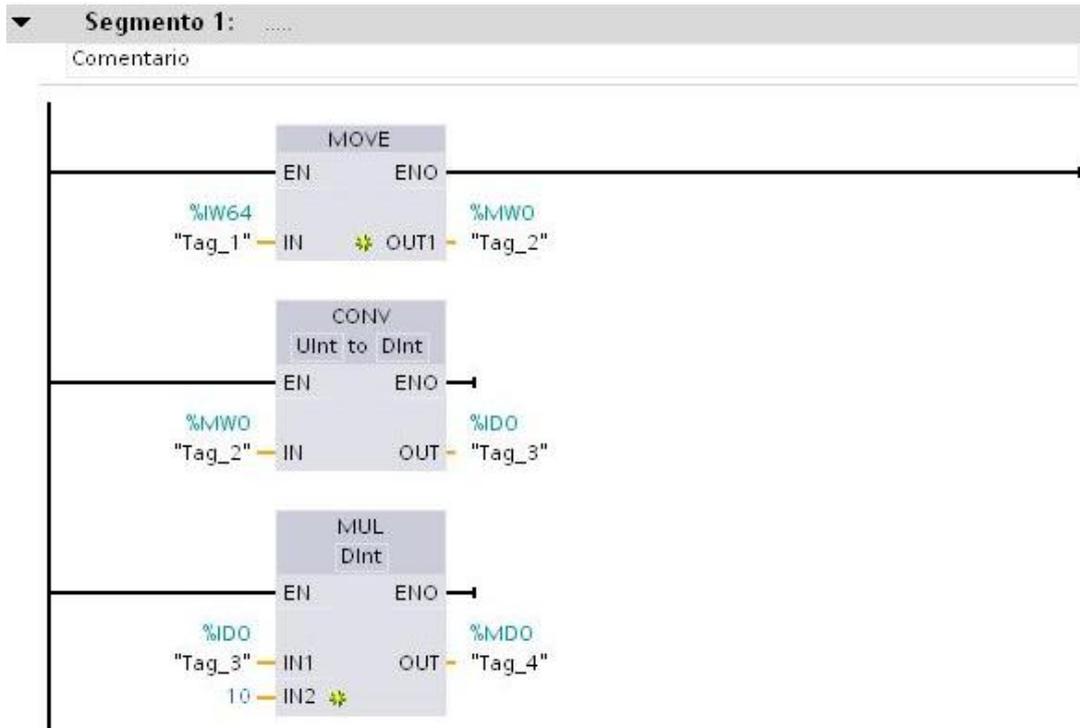


Figura 3. 12 Gráfico de la multiplicación con el dato de la pendiente
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Conversión, arrastrar la opción CONVERT al Segmento 1 para convertir el dato de (IN [%MD0 (Tag_4)]) de Dint a Real (OUT [%MD4 (Tag_5)]).

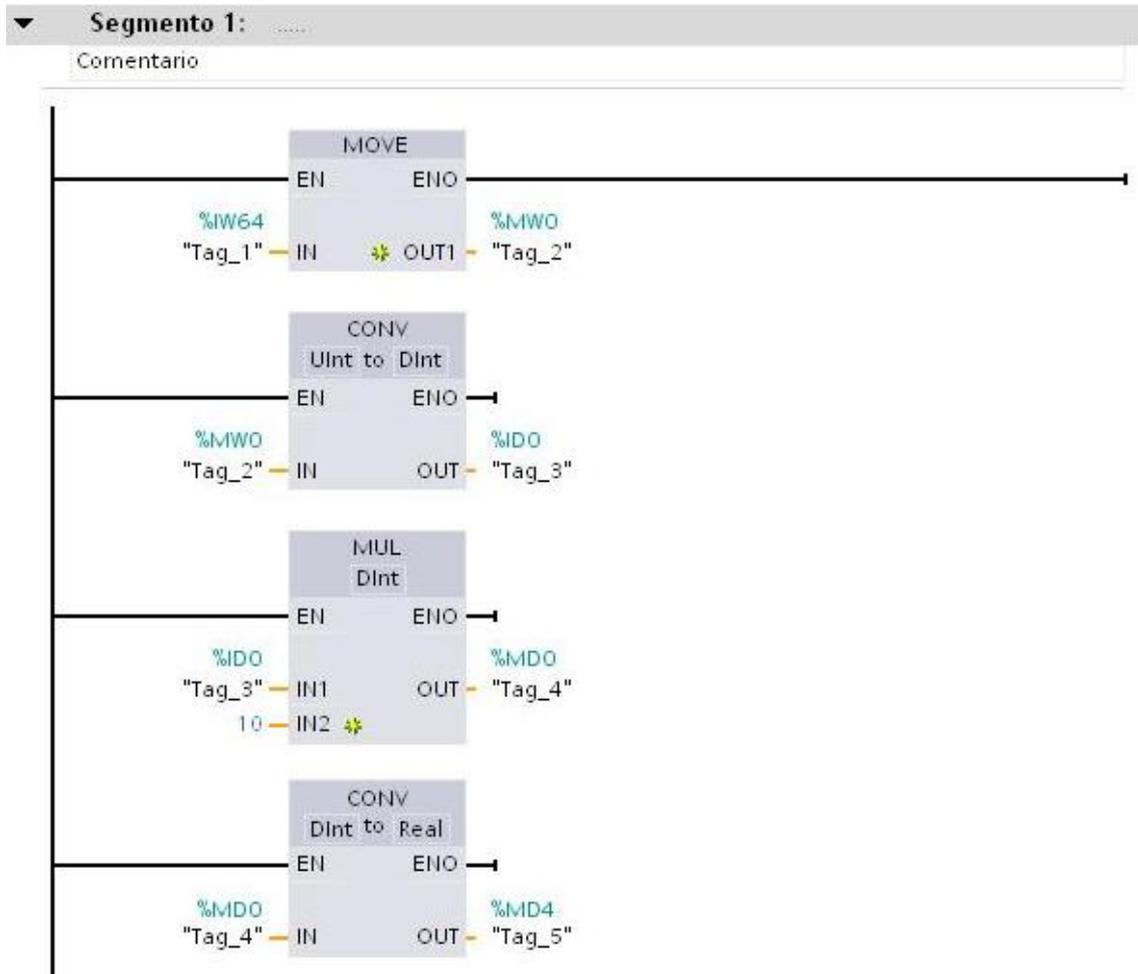


Figura 3. 13 Gráfico de la conversión de Dint a Real

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Funciones Matemáticas, arrastrar la opción DIV al Segmento 1 para dividir (IN1 [%MD4 (Tag_5)]) para (IN2 [138900.0]) que es un dato ya determinado este es un dato Real (OUT [%MD8 (Tag_6)]).

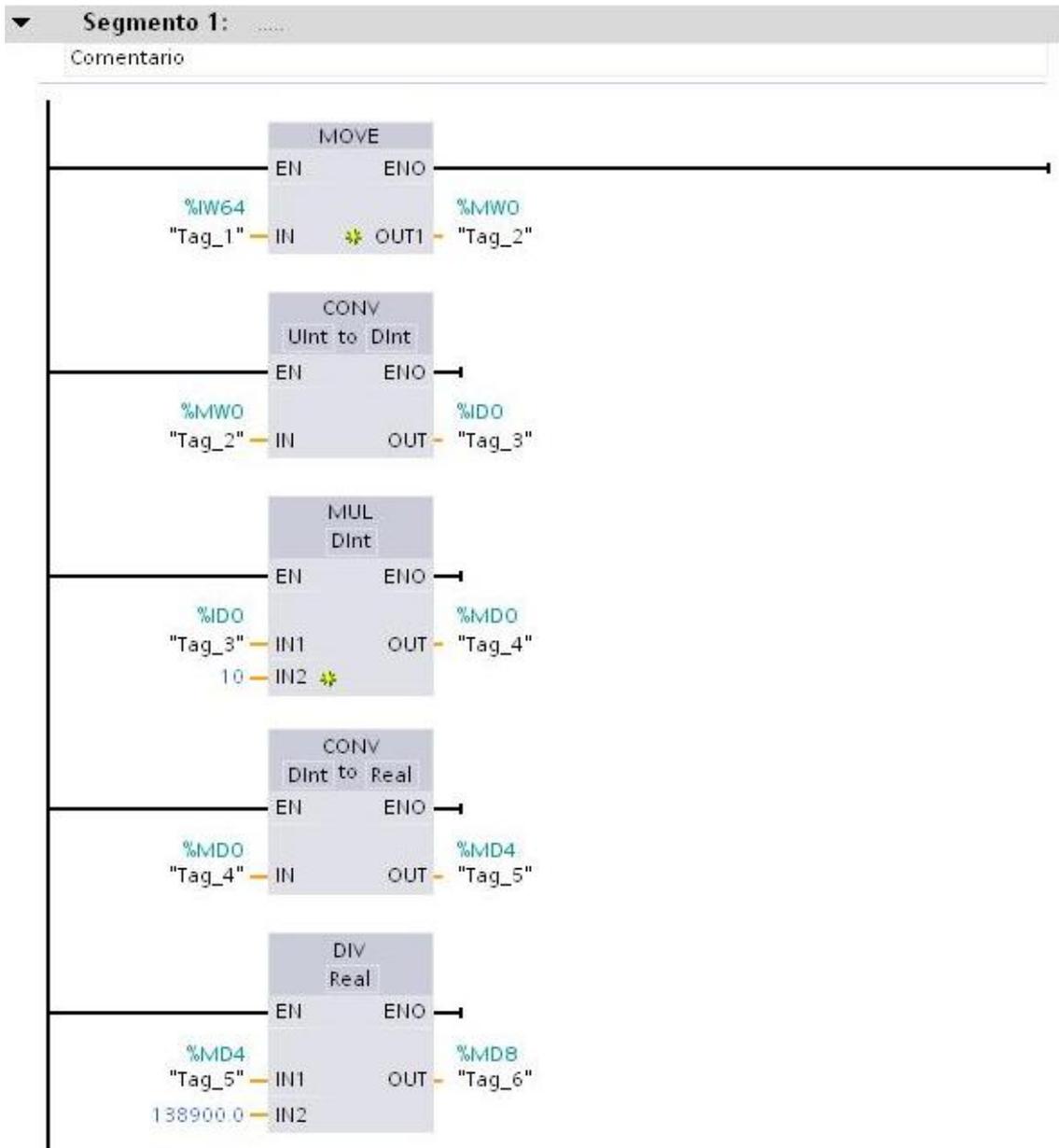


Figura 3. 14 Gráfico de la adquisición de la señal de entrada
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación en el Segmento 2 se procede a realizar la conversión de voltaje a temperatura.

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Funciones Matemáticas, arrastrar la opción MUL al Segmento 2 para multiplicar (IN1 [%MD8 (Tag_6)]) por (IN2 [50]) que es el dato que se obtuvo del gráfico de la pendiente este es un dato Real (OUT [%MD12 (Tag_7)]).

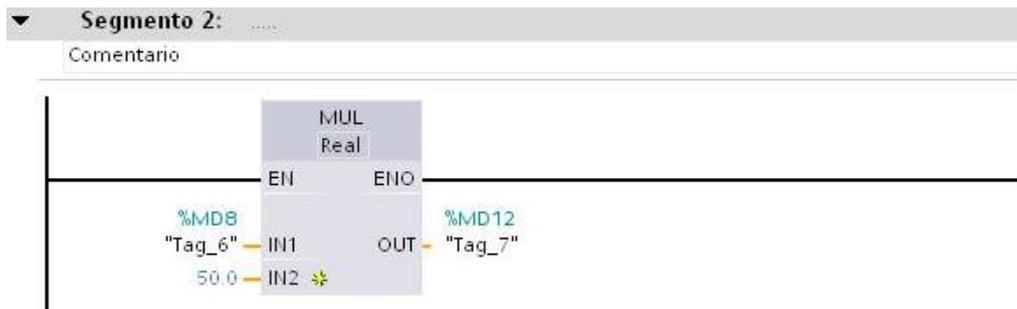


Figura 3. 15 Gráfico de la multiplicación para la conversión a temperatura

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Funciones Matemáticas, arrastrar la opción ADD al Segmento 2 para sumar (IN1 [%MD12 (Tag_7)]) mas (IN2 [20]) que es el dato que se obtuvo del gráfico de la pendiente este es un dato Real (OUT [%MD16 (Tag_8)]).

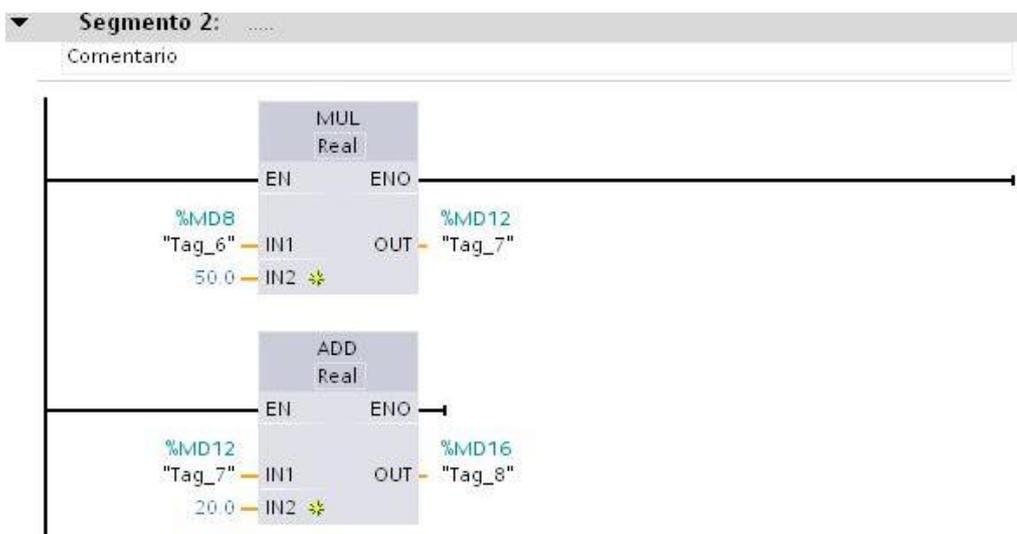


Figura 3. 16 Gráfico de la suma para la conversión a temperatura

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar clic en la barra de Instrucciones en el icono Conversión, arrastrar la opción CONVERT al Segmento 2 para convertir el dato de (IN [%MD16 (Tag_8)]) de Real a UInt (OUT [%MW20 (Tag_12)]) y así obtener el dato de temperatura deseado.

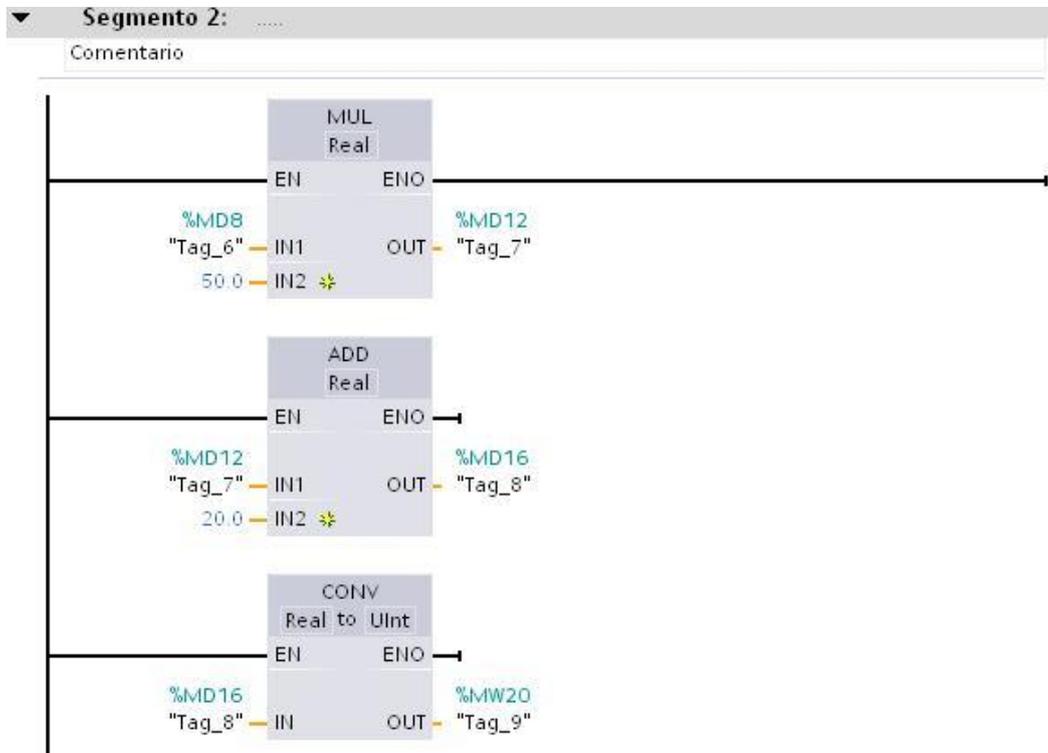


Figura 3. 17 Gráfico de la conversión a temperatura
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.4.3. Configuración del PID

A continuación se procede a agregar un nuevo bloque. En el árbol del proyecto dar clic en la opción PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de Programa / Agregar nuevo bloque, después aparece una ventana para escoger el tipo de bloque que necesite.

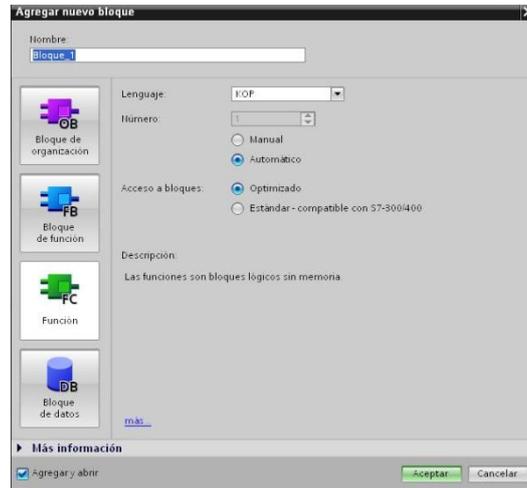


Figura 3. 18 Ventana para Agregar nuevo bloque
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Dar doble clic en opción Bloque de organización (OB), de las opciones que se presentan se procede a escoger Cyclic interrupt, los Bloques de programa de alarma cíclica interrumpen el procesamiento cíclico del programa en intervalos definidos y finalmente se presiona Aceptar.

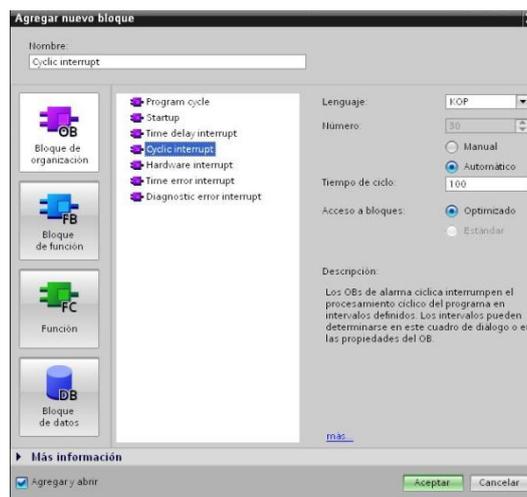


Figura 3. 19 Ventana para añadir el nuevo Cyclic interrupt
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez creado el nuevo bloque se procede a dar clic en la barra de extensión de instrucciones en el icono PID Control / Compact PID / PID_Compact, a continuación aparece una ventana con opciones para escoger el tipo de PID deseado.

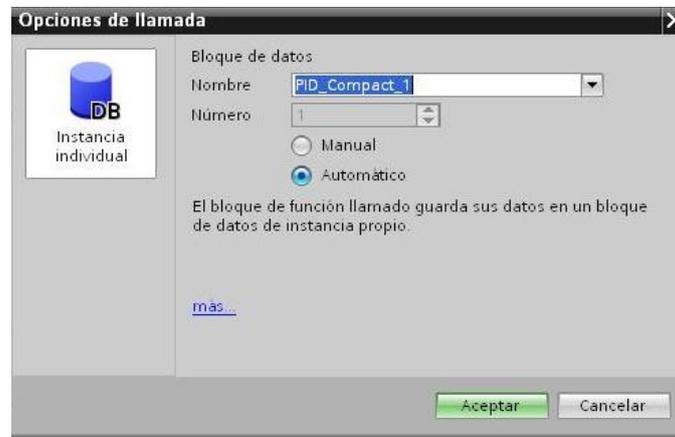


Figura 3. 20 Ventana para Opciones de llamada
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez escogido el tipo de PID deseado arrastrarlo al Segmento 1 del Cyclic interrupt. Luego se procede a llenar los siguientes parámetros:

Setpoint: %MD22 (Tag_11)

Input: %MD16 (Tag_8) (entrada analógica)

Output_PER: %QW96 (Tag_10) (salida1 del módulo de salidas analógicas)

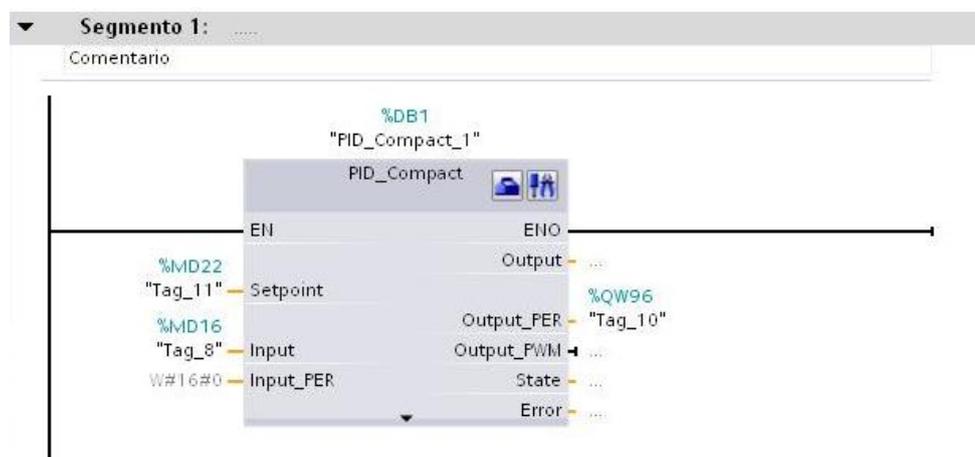


Figura 3. 21 Gráfico del control PID
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación dar clic en el icono  para abrir el editor de configuración, se procede a realizar los ajustes básicos deseados en este caso el tipo de regulación deseada es temperatura la opción grados centígrados.

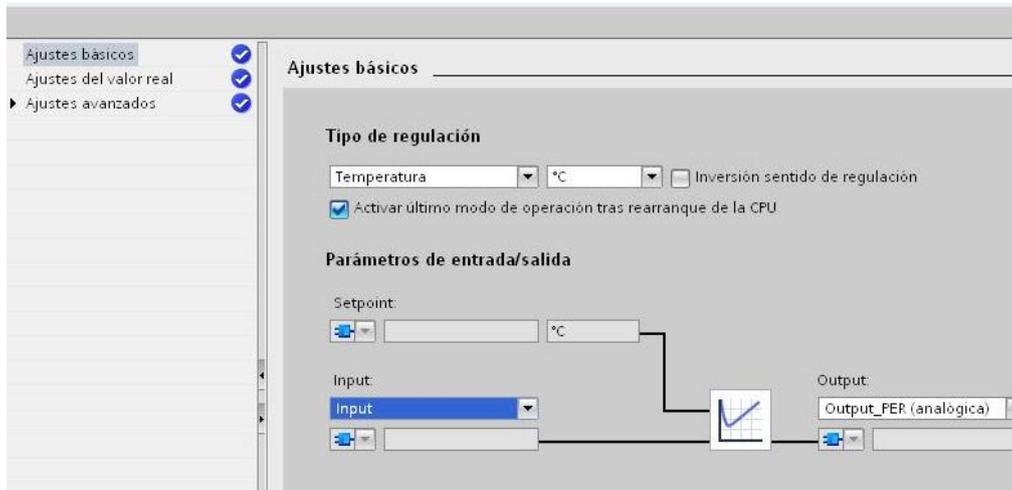


Figura 3. 22 Ventana de ajustes básicos

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a escoger los ajustes del valor real:

Valor real superior escalado: 100.0

Límite superior del valor real: 70.0

Límite inferior del valor real: 0.0

Valor real inferior escalado: 0.0

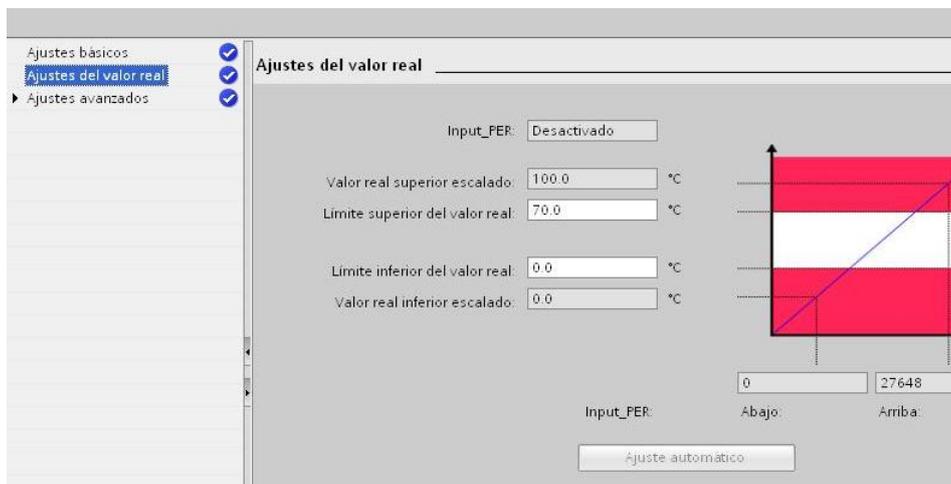


Figura 3. 23 Ventana para ajustes del valor real

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a llenar los parámetros deseados para la monitorización del valor real:

Límite superior de advertencia: 70.0

Límite inferior de advertencia: 20.0

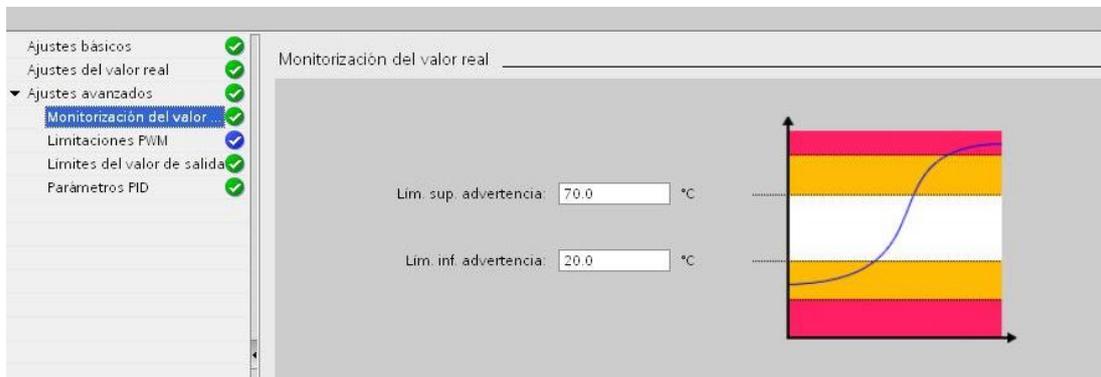


Figura 3. 24 Ventana para monitorización del valor real

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a llenar los parámetros deseados de los límites del valor de salida:

Límite superior valor de salida: 70.0

Límite inferior valor de salida: 0.0

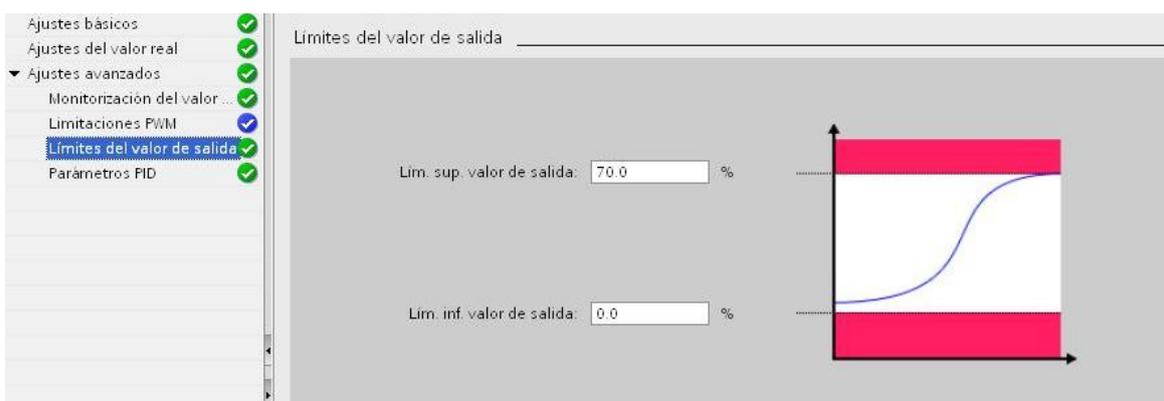


Figura 3. 25 Ventana de límites del valor de salida

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a llenar los ajustes avanzados:

Monitorización del valor real

Límite superior de advertencia: 70.0

Límite inferior de advertencia: 20.0

Limites del valor de salida

Límite superior valor de salida: 70.0

Límite inferior valor de salida: 0.0

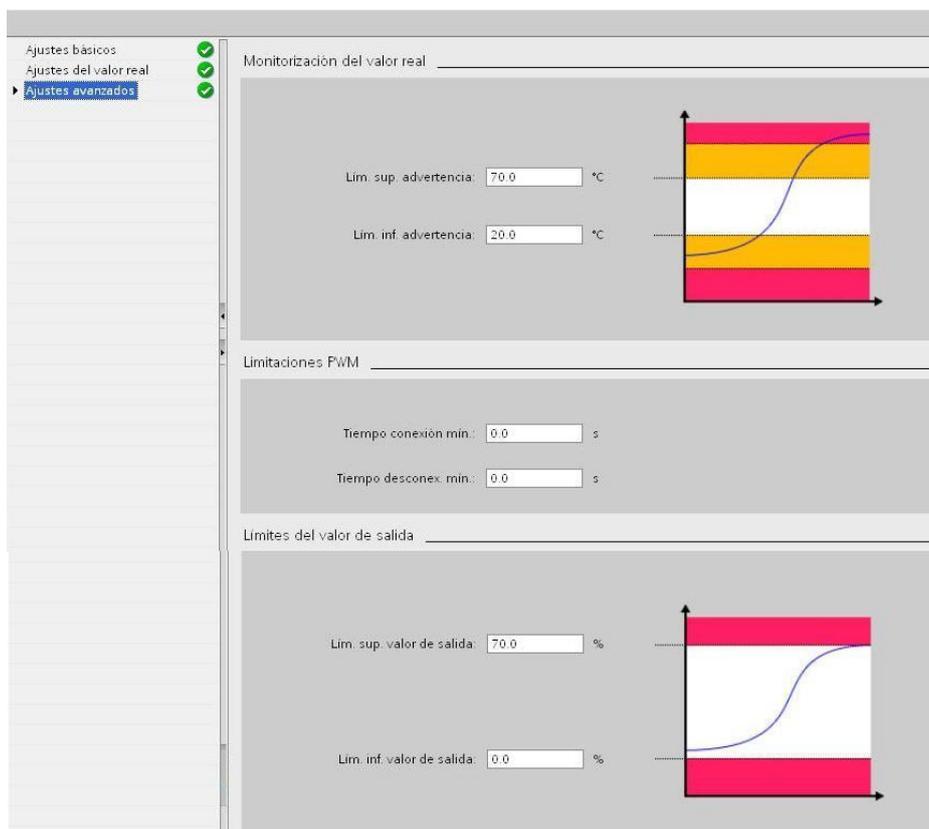


Figura 3. 26 Ventana de ajustes avanzados

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez realizada la programación se procede a cargar el programa en el PLC y Módulo de Salidas Analógicas.

En el árbol del proyecto dar clic en la opción PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Online y diagnóstico, en la ventana que aparece se procede a dar clic en la opción funciones y escoger Asignar dirección IP, luego se procede a verificar que los parámetros establecidos sean los deseados y finalmente se da clic en asignar dirección IP.

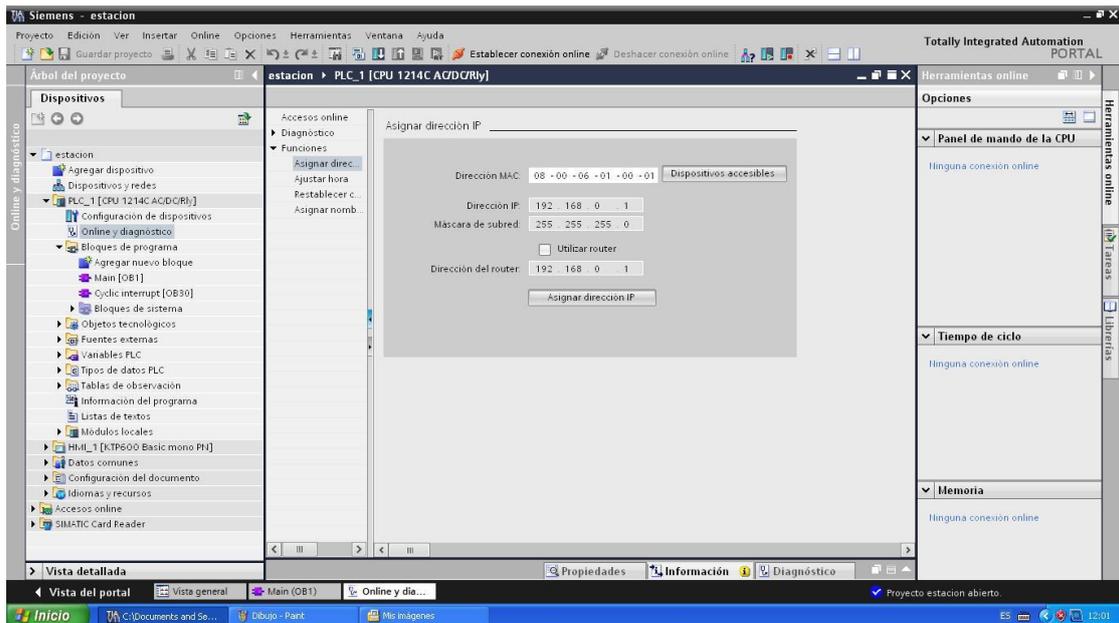


Figura 3. 27 Ventana para asignar la dirección IP

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez asignada la dirección IP, en el árbol del proyecto dar clic en la opción módulos locales, en la ventana de TIA Portal se encuentra el icono  al hacer clic aparece una nueva ventana donde se muestra la vista preliminar antes de cargar el software al dispositivo, después se procede a dar clic en cargar.

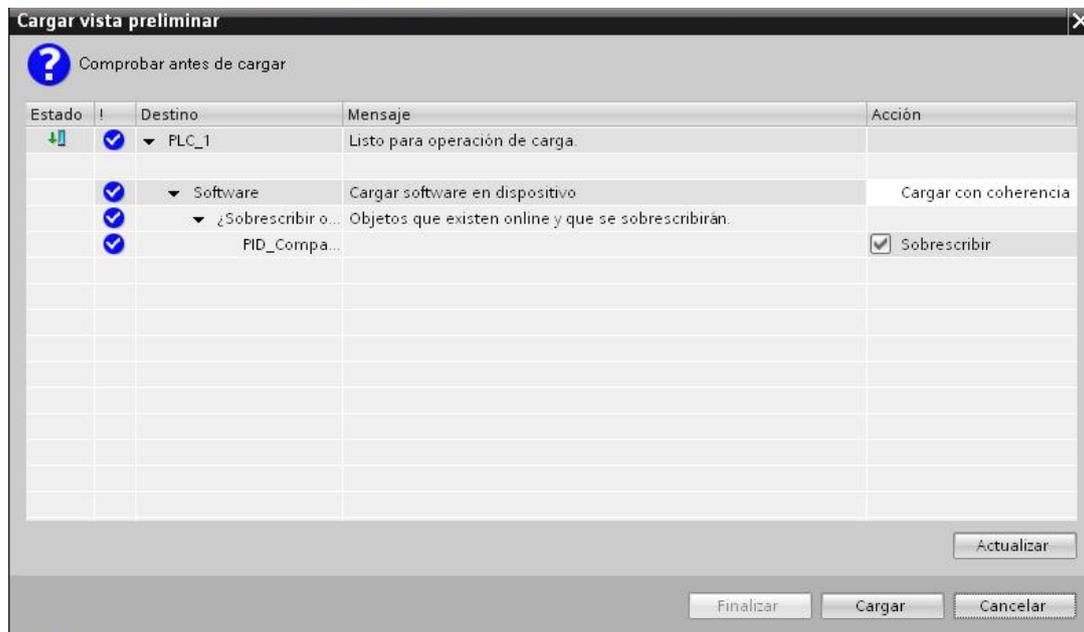


Figura 3. 28 Ventana Cargar vista preliminar

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación aparece una nueva ventana donde se muestra el estado y acciones tras operación de carga, una vez que la operación de carga finaliza correctamente se selecciona la opción Arrancar módulos / Arrancar módulos tras cargar. Finalmente se procede a dar clic en finalizar.

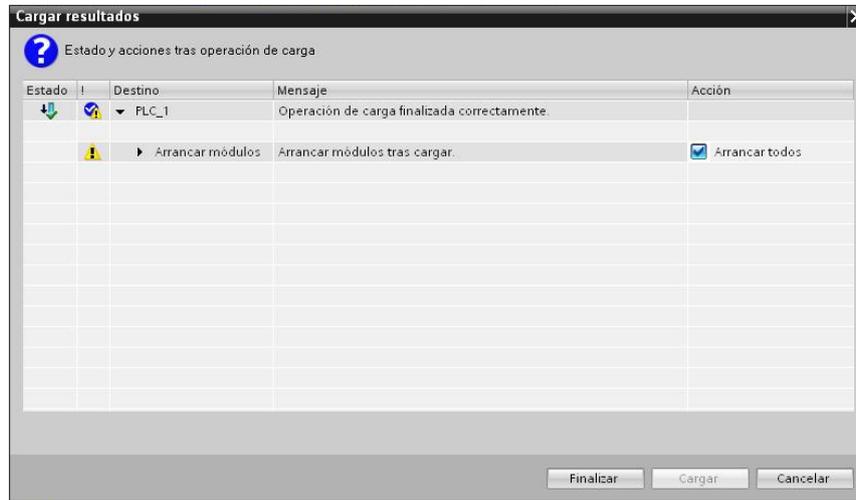


Figura 3. 29 Ventana de Cargar resultados

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.5. Elaboración de un nuevo programa para un HMI

En el árbol del proyecto, dar clic en Agregar dispositivo / HMI / SIMATIC Basic Panel / 6 "Display / KTP600 Basic mono PN.

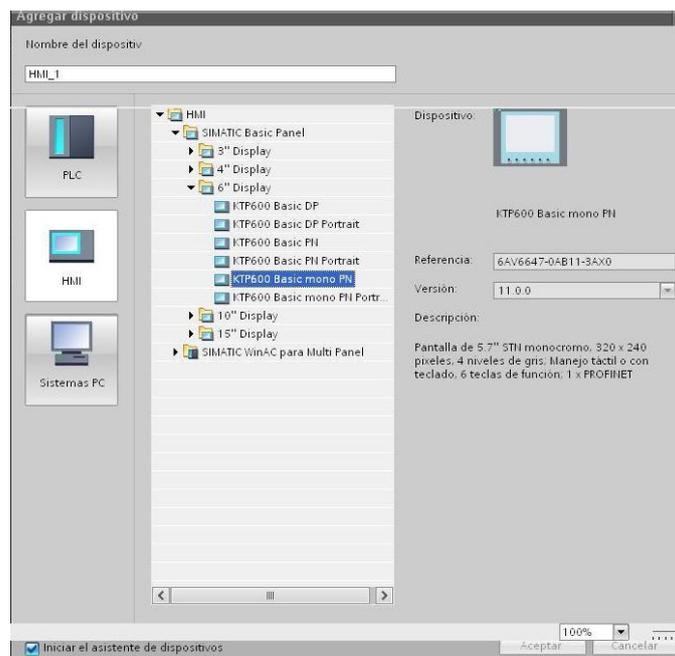


Figura 3. 30 Ventana para agregar dispositivo

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación aparece una nueva ventana con el tipo de dispositivo seleccionado para realizar la configuración de las Conexiones del PLC. En la opción conexiones del PLC se procede a verificar que el driver de comunicación y la interfaz sean las deseadas, luego se procede a dar clic en siguiente.

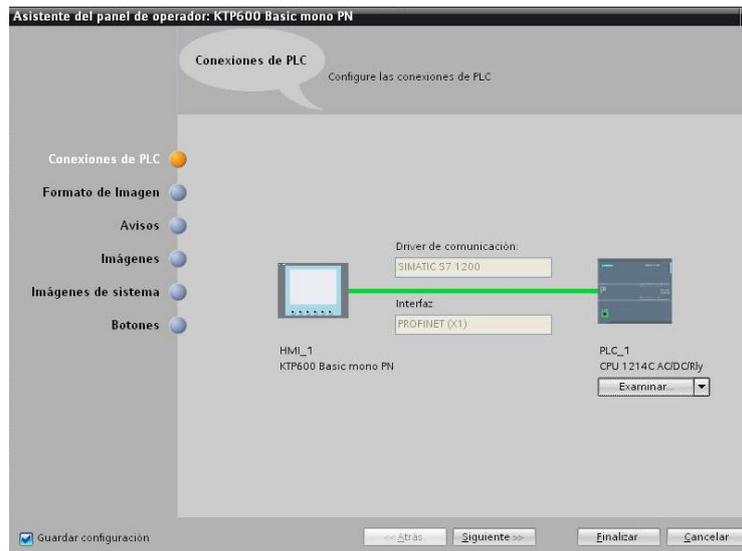


Figura 3. 31 Ventana para configurar las conexiones del PLC
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Luego en la opción Formato de Imagen se procede a seleccionar los objetos de imagen que se desee visualizar y se procede a dar clic en siguiente.

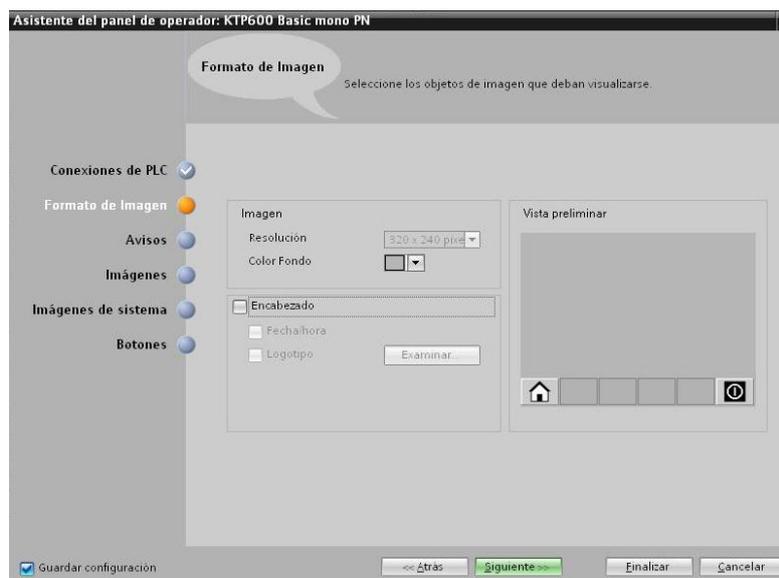


Figura 3. 32 Ventana de formato de imagen
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Después se selecciona la opción Avisos para configurar avisos si se desea, después se procede a dar clic en siguiente.

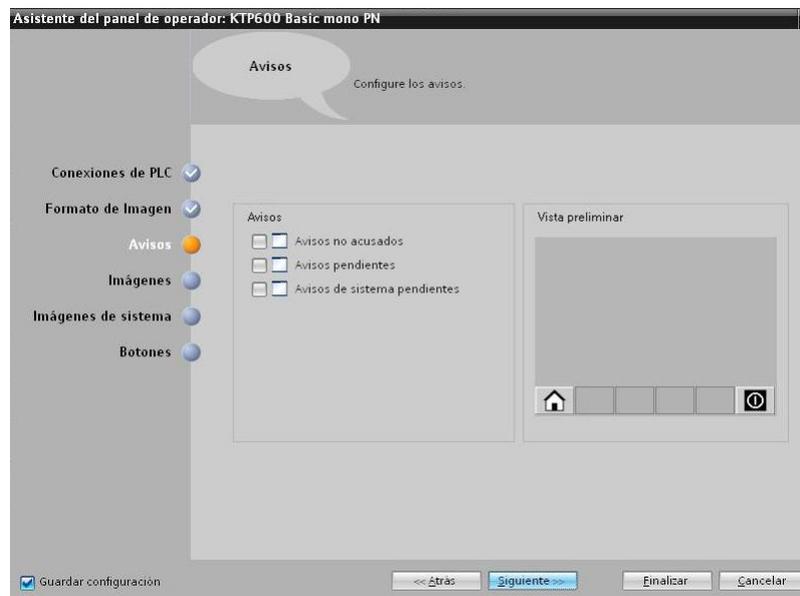


Figura 3. 33 Ventana para configuración de avisos
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Luego se selecciona la opción Imágenes para añadir el número de imágenes deseadas, una vez escogido el número de imágenes se procede a dar clic en siguiente.

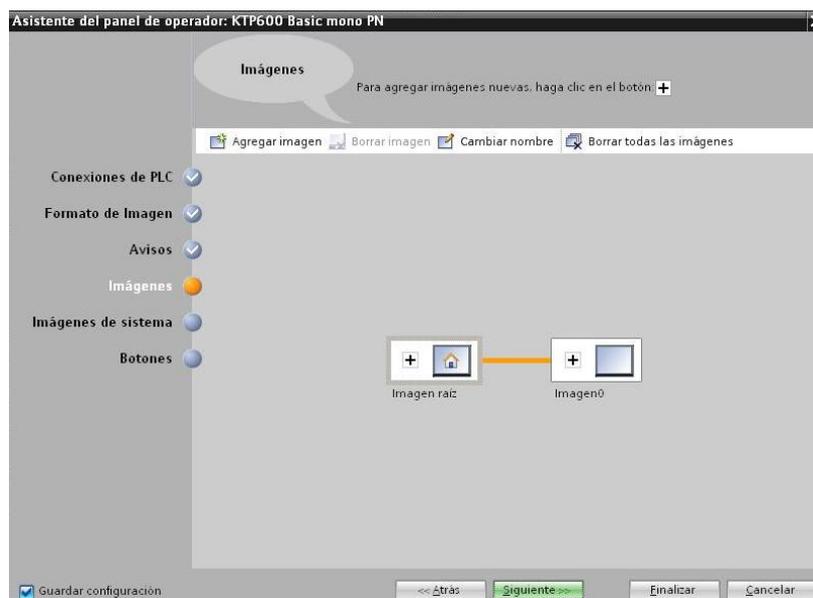


Figura 3. 34 Ventana para agregar imágenes
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez seleccionado el número de imágenes se procede a dar clic en la opción Imágenes de sistema para seleccionar imágenes de sistema si se desea y luego se da clic en siguiente.



Figura 3. 35 Ventana de imágenes de sistema

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación en la opción Botones se procede a configurar los botones deseados y finalmente se da clic en la opción finalizar.

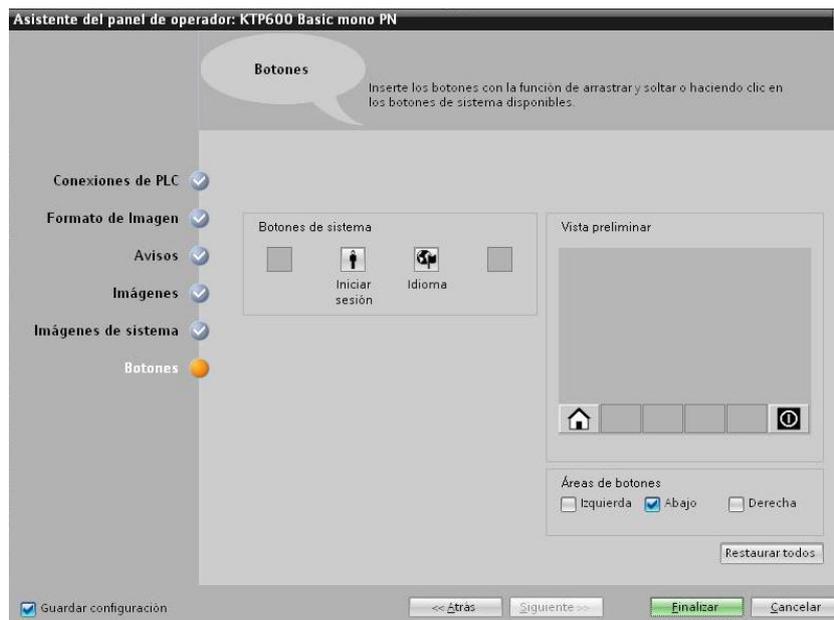


Figura 3. 36 Ventana para insertar botones

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez realizado este procedimiento finalmente se muestra una nueva pantalla para agregar en ella los objetos deseados.

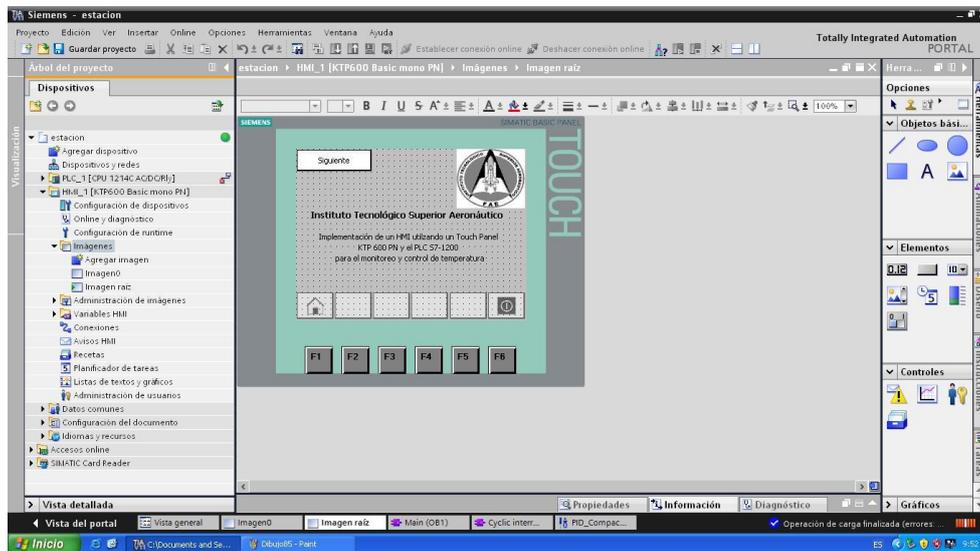


Figura 3. 37 Ventana con la pantalla de programación

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación en la opción elementos se escoge el icono  para visualizar la temperatura, luego se coloca este elemento en la pantalla, en la opción propiedades / general, se llena los parámetros que se muestran como:

Valor máximo: 70

Valor mínimo: 20

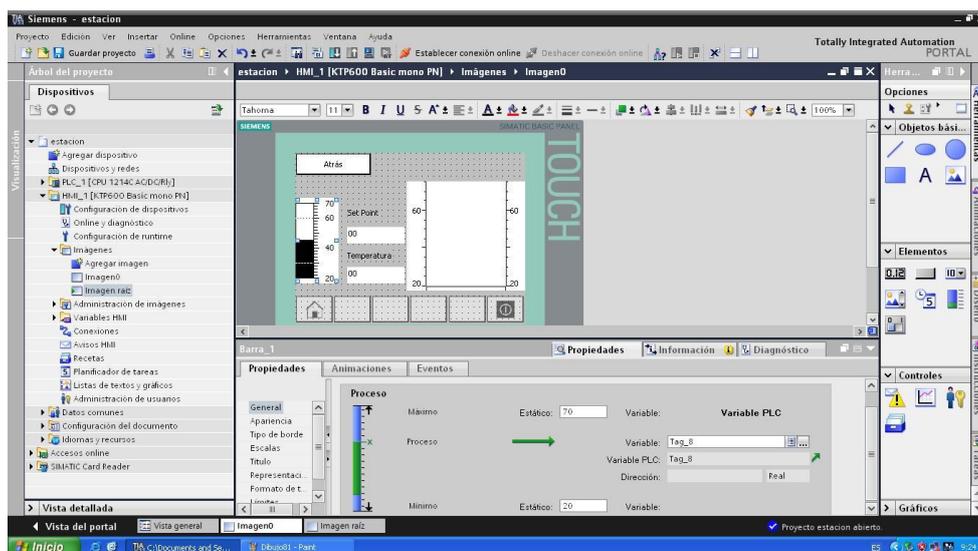


Figura 3. 38 Ventana con el elemento deseado

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

En el icono  es donde se va a dar clic para escoger el Tag_8 que será el parámetro para visualizar la temperatura, después de escoger el Tag se da clic en el icono .

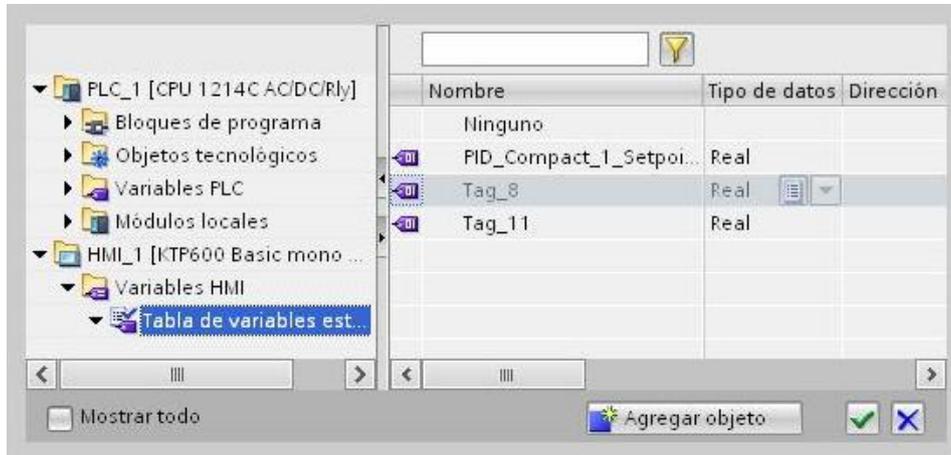
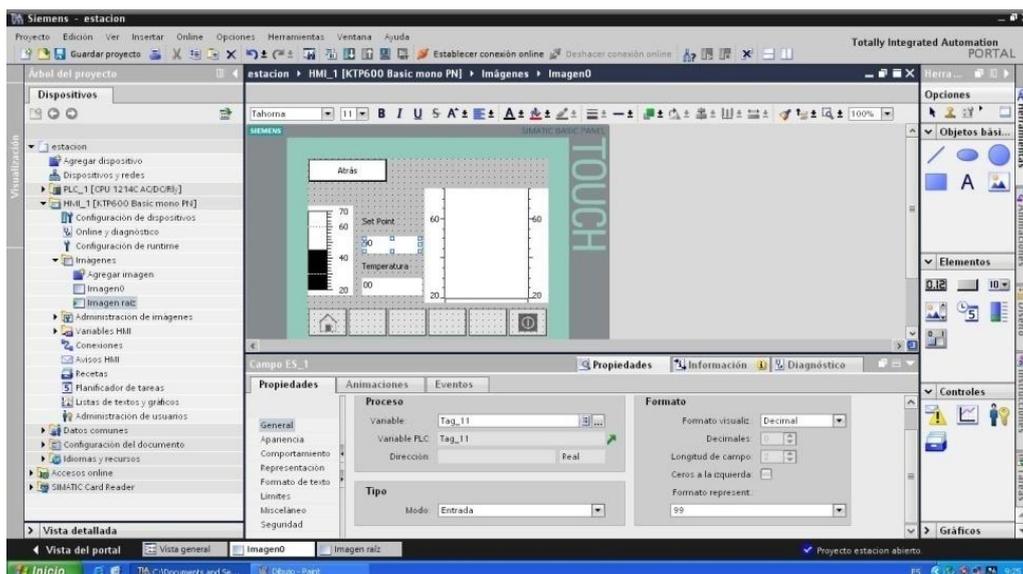


Figura 3. 39 Ventana para escoger el tag
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se escoge el icono  y se lo arrastra a la pantalla para que represente el valor de entrada y salida que permitirá visualizar el touch panel, una vez escogido estos elementos se procede a llenar los parámetros solicitados que van a ser en formato decimal, el tipo de dato real, uno de estos elementos funcionara como entrada y el otro como salida, después se escogerá el Tag respectivo para cada uno (entrada: Tag_11 y salida: Tag_8).



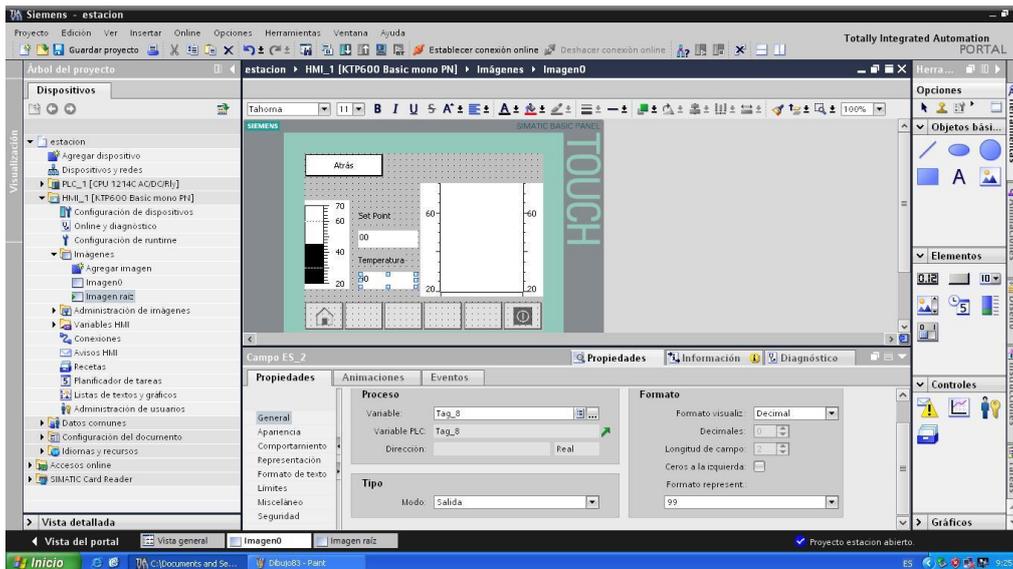


Figura 3. 40 Ventanas con los datos escogidos

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación en la opción controles se escoge el icono  para visualizar las pequeñas variaciones de temperatura, luego se coloca este elemento en la pantalla, en la opción propiedades / general, llenar los parámetros que se muestran como:

Principio de eje: 20

Fin de eje: 75

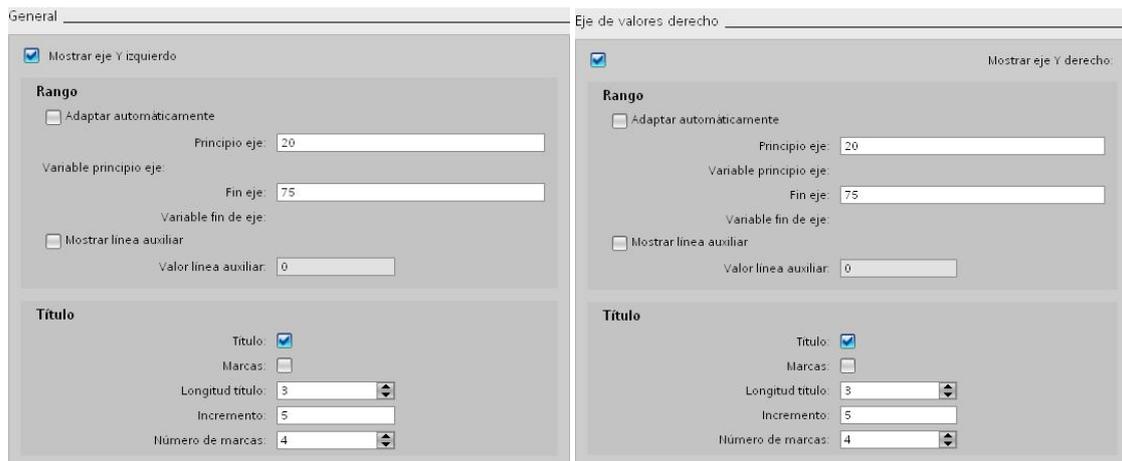


Figura 3. 41 Ventanas con rango de ejes

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez llenado los parámetros solicitados se procede a escoger el tipo de dato que se desea visualizar, en este caso es un dato real y se escogió el Tag_8 para visualizar.

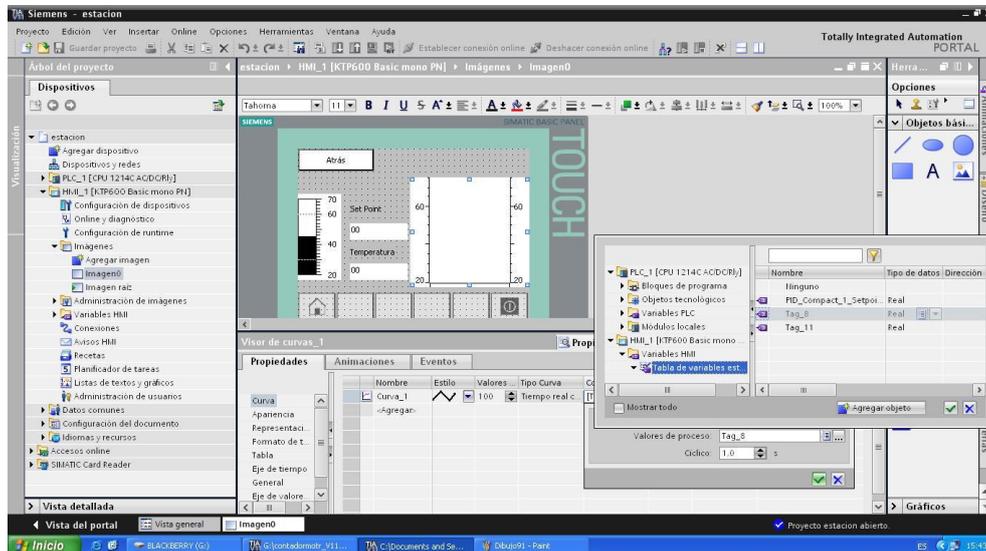


Figura 3. 42 Ventana con propiedades del visor de curvas
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a configurar los Avisos HMI.

En el árbol del proyecto dar clic en HMI_1 [KTP 600 Basic mono PN] / Variables HMI / Avisos HMI, en la ventana que se presenta proceder a crear y editar categorías que definen la representación de un aviso.

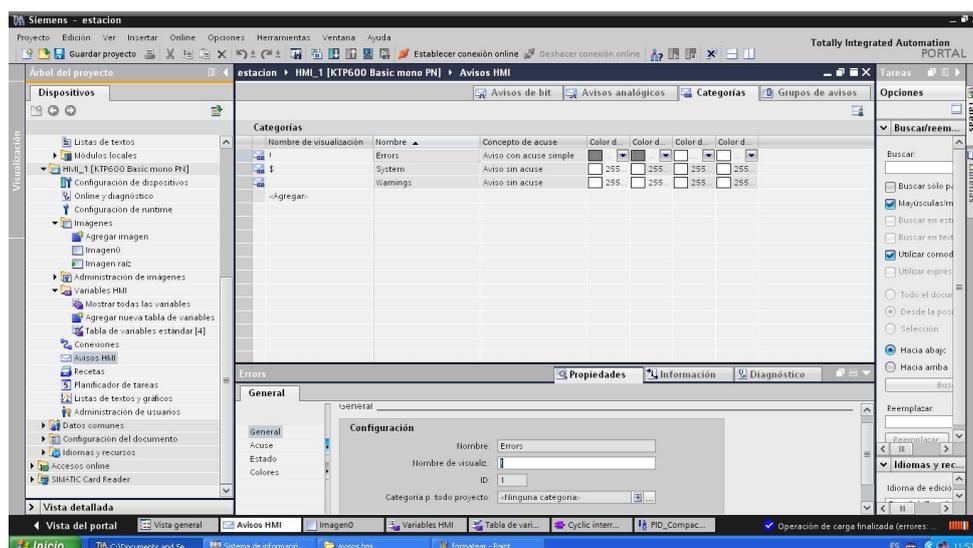


Figura 3. 43 Ventana de Avisos HMI / Categorías
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación crear una nueva variable en el editor “Variables HMI”.

Dar doble clic en Agregar en la tabla para crear una nueva variable, luego configurar la variable y crear valores de rango para la variable.

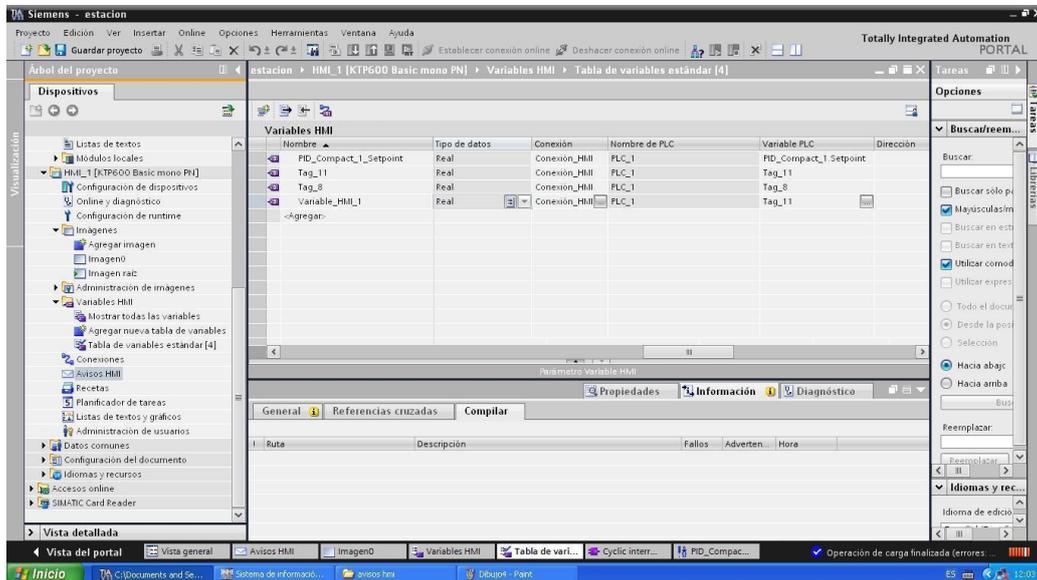


Figura 3. 44 Ventana de Variables HMI creada

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación crear avisos en el editor Avisos HMI.

Se crean avisos definidos y se les asigna las variables que debe vigilarse, las categorías y otras propiedades.

A continuación se procede a especificar las propiedades de los parámetros de la variable HMI:

General

Nombre: Variable_HMI_1

Variable PLC: Tag_11

Conexión: Conexión_HMI

Nombre del PLC: PLC_1

Tipo de datos: Real

Configuración

Modo de adquisición: Cíclico continuo

Ciclo de adquisición: 1s

Rango

Máximo: 70

Mínimo: 20

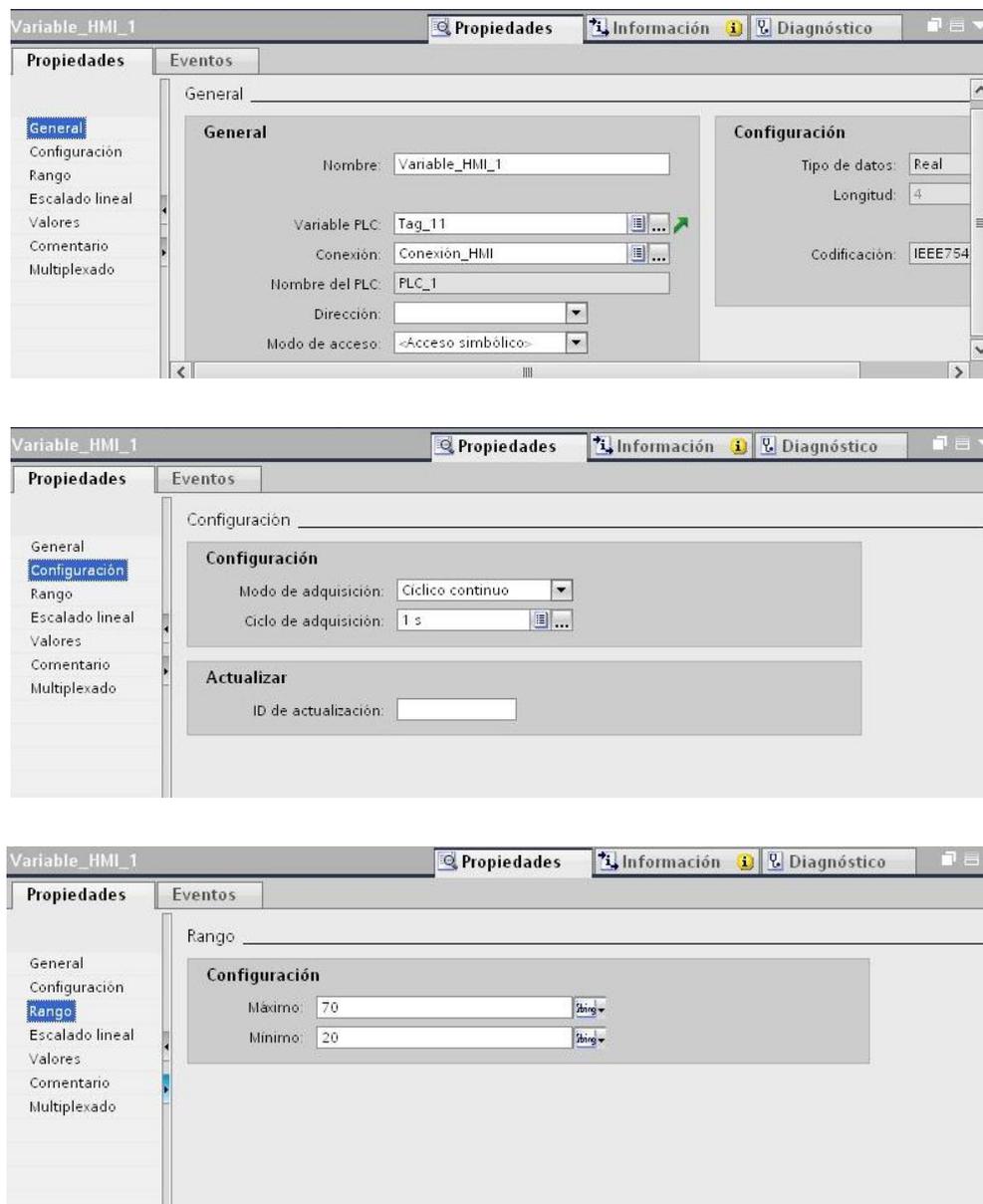


Figura 3. 45 Ventanas de Variable_HMI_1

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación se procede a configurar la visualización de avisos.

Para visualizar los avisos configurados, configurar un visor de avisos  o una ventana de avisos en el editor de imágenes.

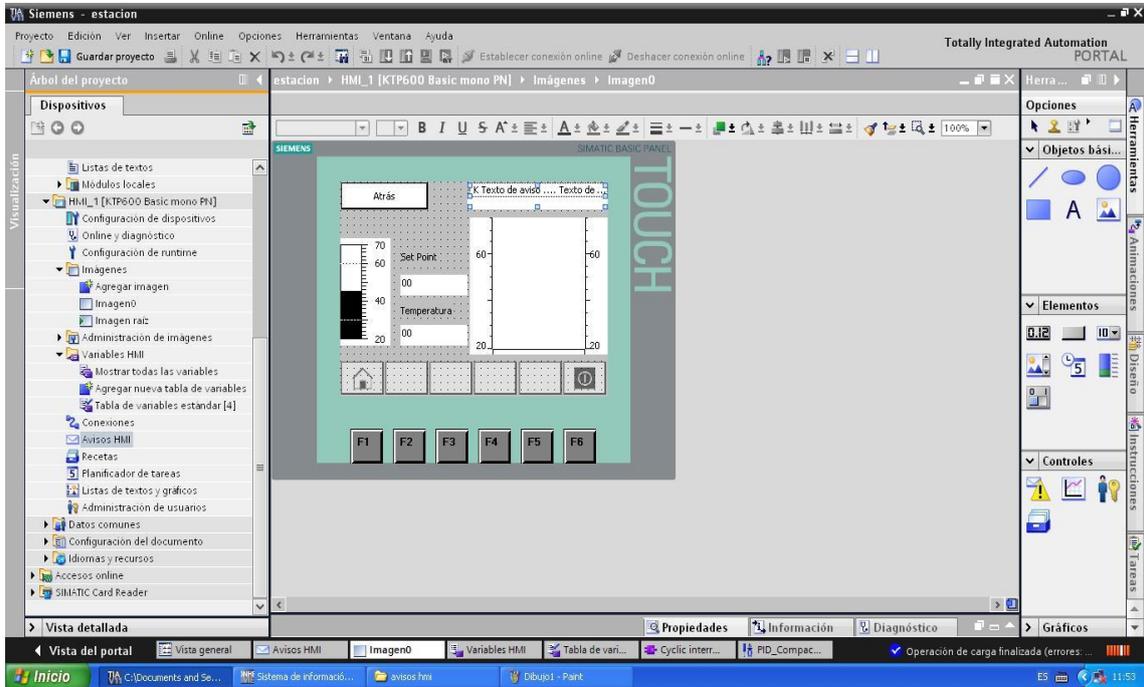


Figura 3. 46 Ventana de visualización final
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

A continuación especificar las propiedades que desea visualizar en el visor de avisos.

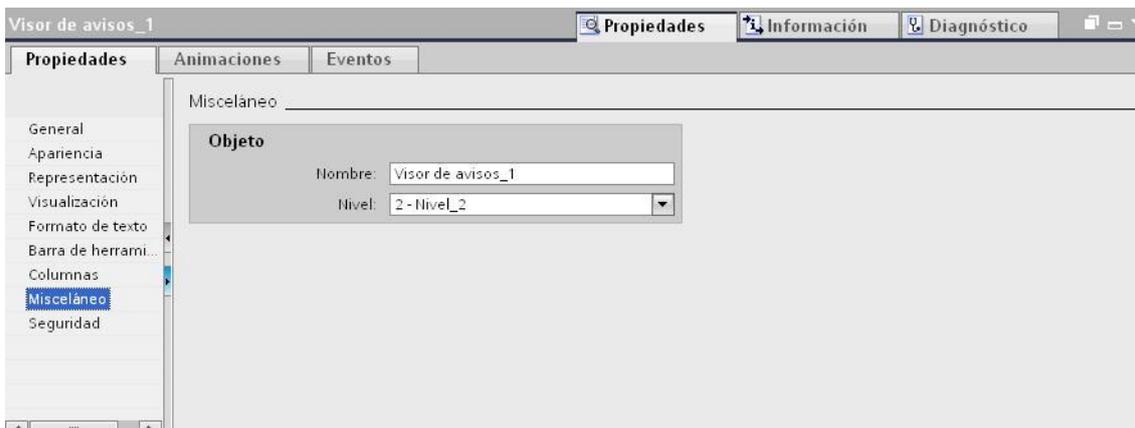
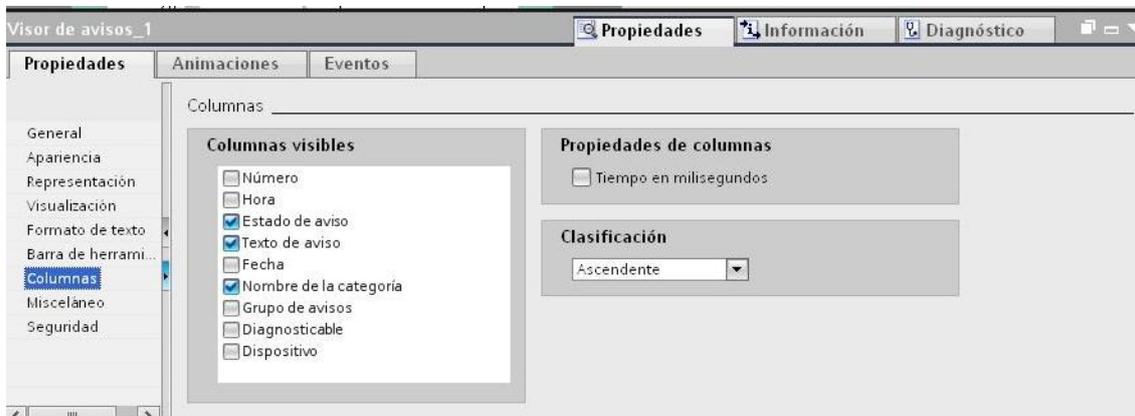
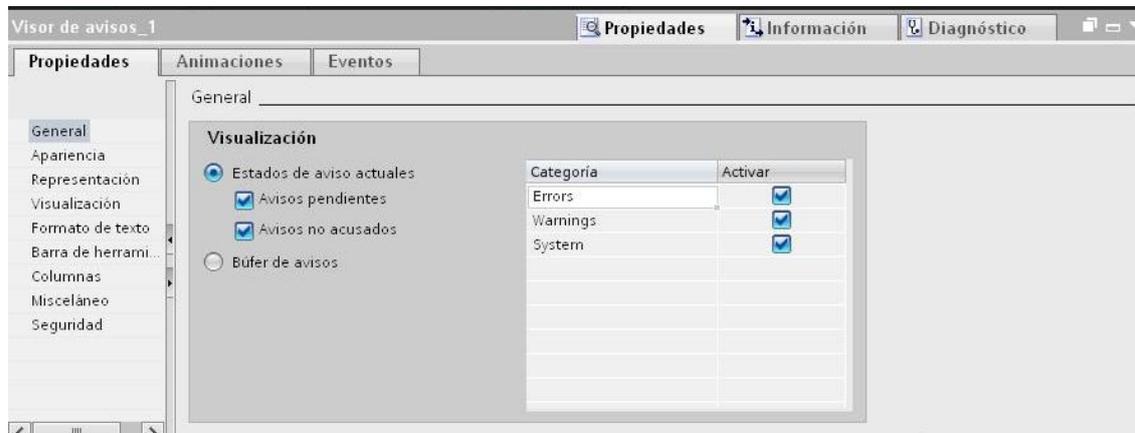


Figura 3. 47 Ventanas con las propiedades del Visor de avisos_1

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez configurado el visor de avisos, configurar los avisos analógicos.

Dar clic en Avisos HMI / Avisos Analógicos / dar doble clic en Agregar en la tabla. Una vez creado el aviso analógico, en la ventana de inspección configurar el aviso en Propiedades.

A continuación configurar las propiedades para el aviso analógico 1.

General

Texto de Aviso: ingrese un set point menor a 70

ID: 2

Categoría: Warnings

Nombre: Aviso analógico_1

Disparador

Variable: Variable HMI_1

Retardo: 0 Milisegundo

Modo: Rebase por exceso

Valor: 70

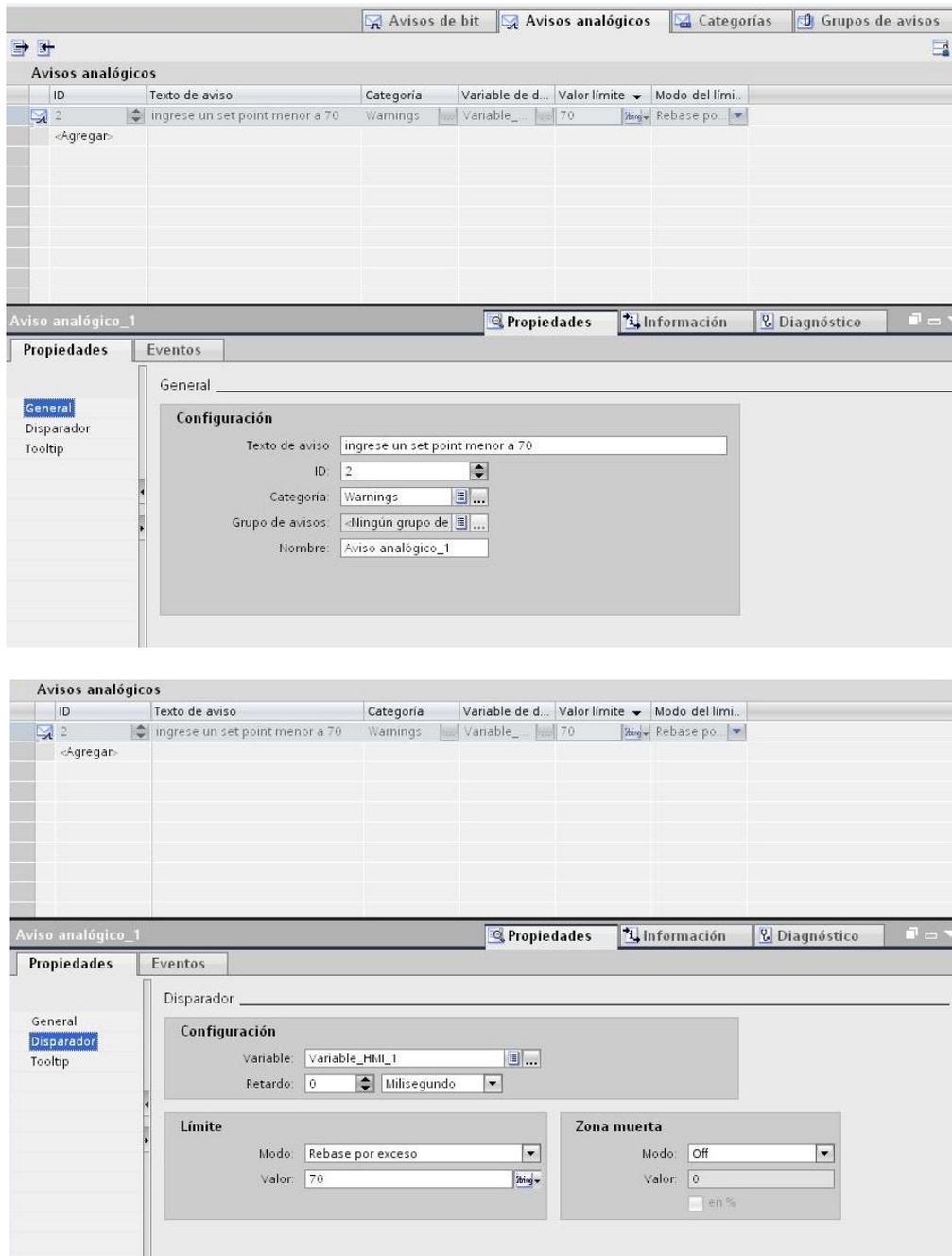


Figura 3. 48 Ventanas con Aviso Analógico 1
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Para crear el aviso analógico 2, dar doble clic en Agregar en la tabla. Una vez creado el aviso analógico, en la ventana de inspección configure el aviso en Propiedades.

A continuación configurar las propiedades para el aviso analógico 2.

General

Texto de Aviso: ingrese un set point mayor a 20

ID: 1

Categoría: Warnings

Nombre: Aviso analógico_2

Disparador

Variable: Variable HMI_1

Retardo: 0 Milisegundo

Modo: Rebase por defecto

Valor: 20

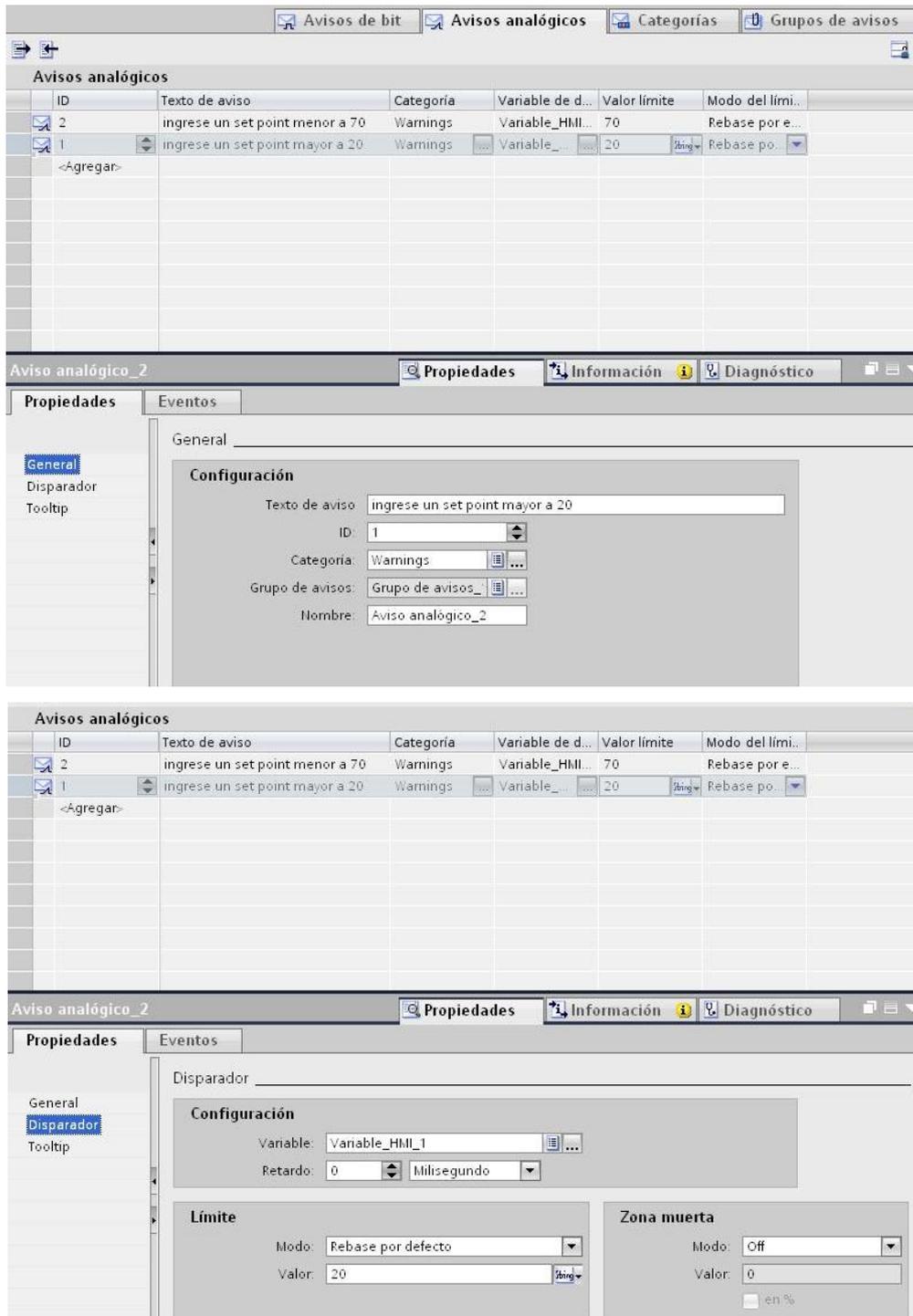


Figura 3. 49 Ventanas con Aviso Analógico 2

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez realizada la programación se procede a cargar el programa en el Touch Panel.

En el árbol del proyecto dar clic en la opción HMI_1 [KTP mono Basic] / Online y diagnóstico, en la ventana que aparece se procede a dar clic en la opción Asignar dirección IP, luego se procede a verificar que los parámetros establecidos sean los deseados y finalmente se da clic en asignar dirección IP.

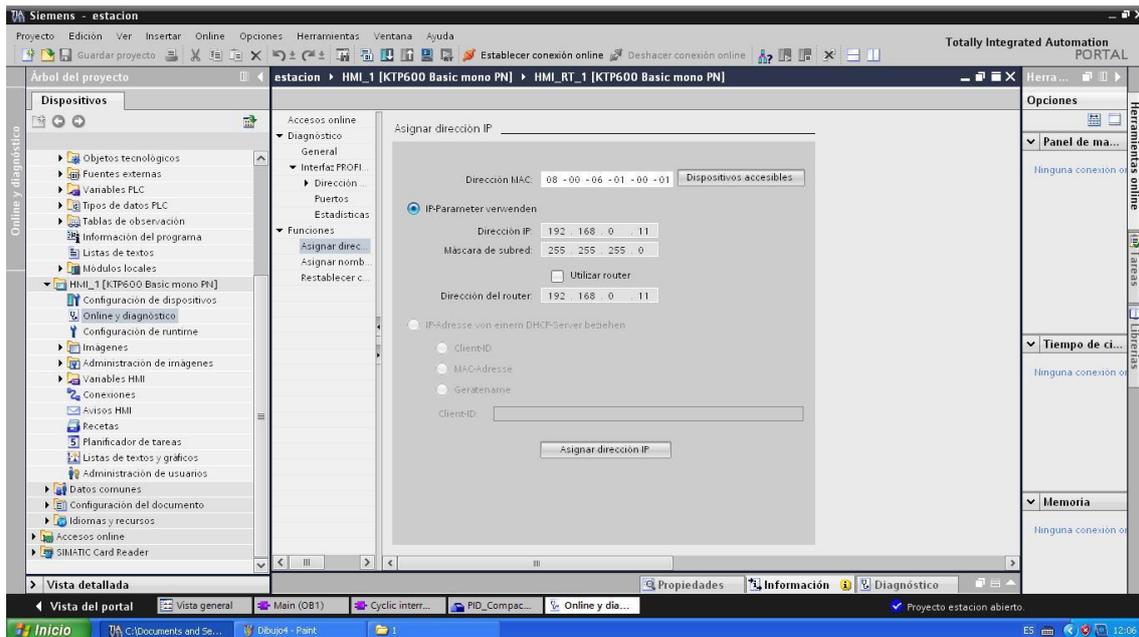


Figura 3. 50 Ventana para asignar la dirección IP

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Una vez asignada la dirección IP se procede a dar clic en el icono  para cargar el programa del HMI al Touch Panel.

A continuación aparece una nueva ventana donde se muestra los datos previos a transferirse, después se selecciona cargar y finalmente se procede a dar clic en finalizar.

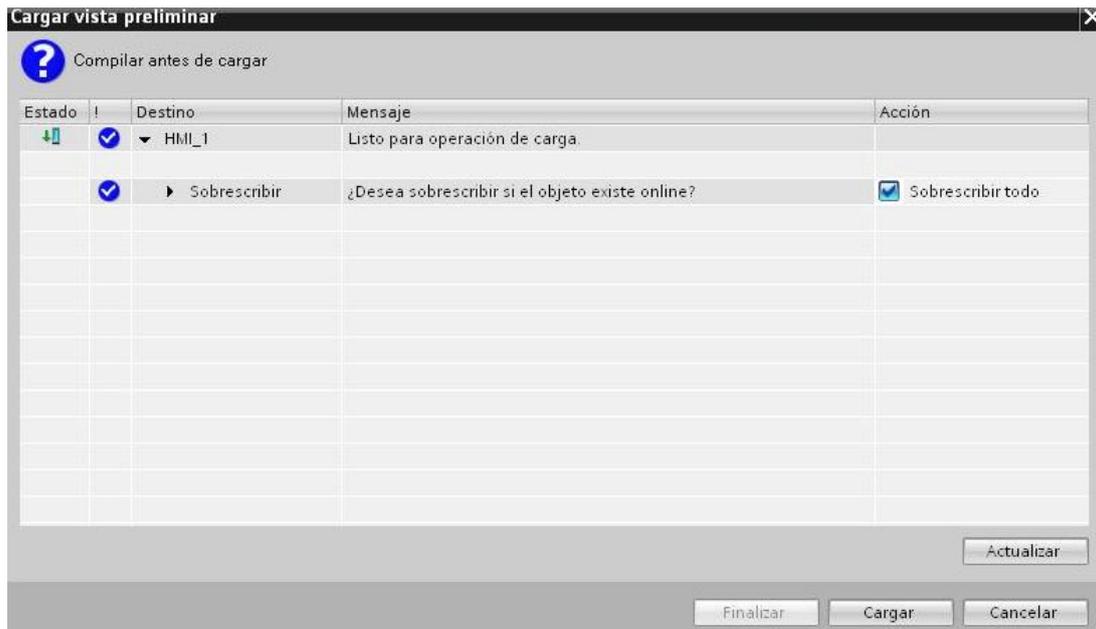


Figura 3. 51 Ventana para la transferencia del programa HMI
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.6. Pruebas y análisis de resultados

Una vez realizado el control PID para la estación de temperatura se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento desde el computador para posteriormente cargar los parámetros deseados.

Para esto se tomaron muestras de la señal de entrada con diferentes valores de set point que comprende un rango de 20 a 70 grados.

A continuación en el control PID se da clic en el icono para realizar los ajustes del control PID, donde aparece una pantalla en la que se da clic en el ícono de start donde empieza a sintonizar el set point asignado.

En la siguiente pantalla se detalla de forma gráfica cada una de las variaciones de señal de entrada, salida y el set point. La primera prueba se la realizó con un Set Point de 30.

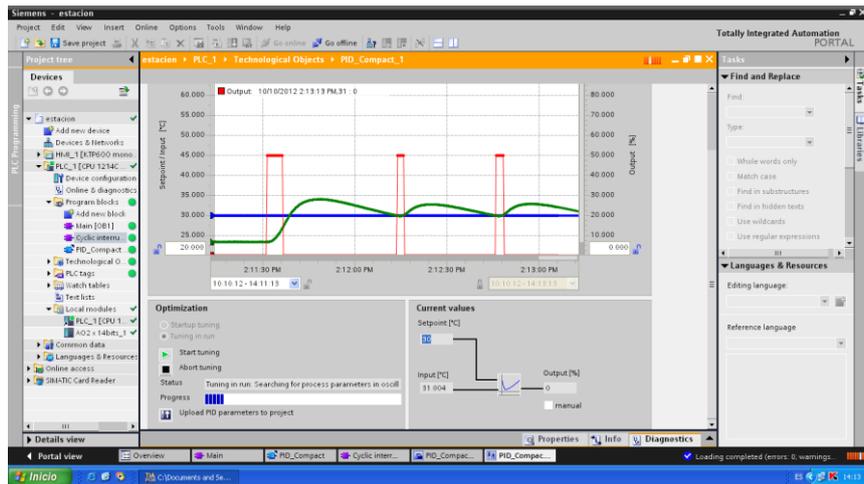


Figura 3. 52 Señal oscilatoria con el set point de 30
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Después se realizó el ajuste del control PID con un Set Point de 40.

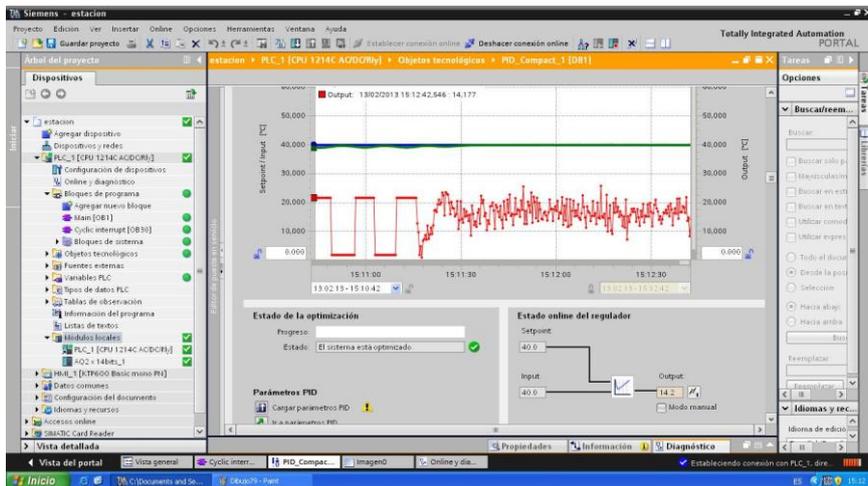


Figura 3. 53 Señal oscilatoria con el set point de 40
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

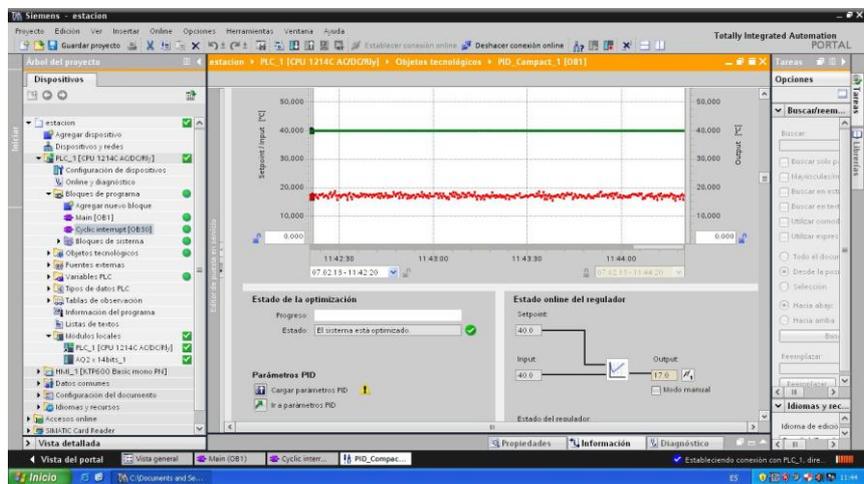


Figura 3. 54 Señal estable con el set point de 40
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Después se realizó el ajuste del control PID con un Set Point de 50.

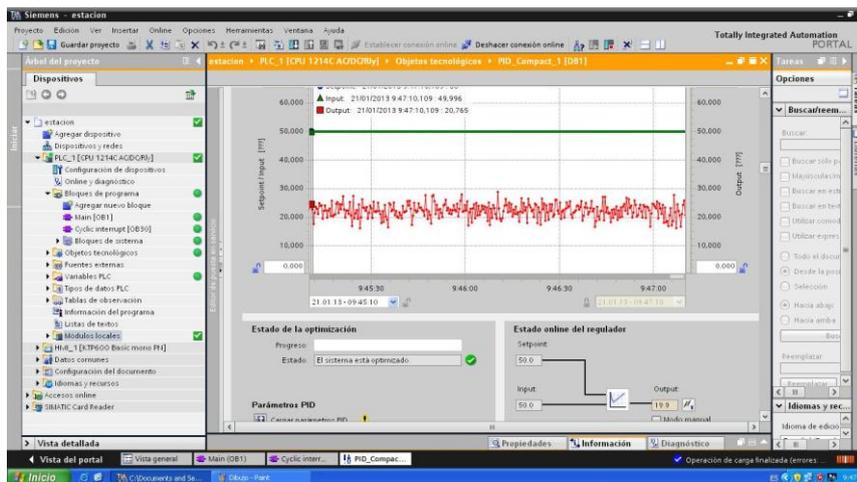


Figura 3. 55 Señal estable con el set point de 50

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Después se realizó el ajuste del control PID con un Set Point de 60.

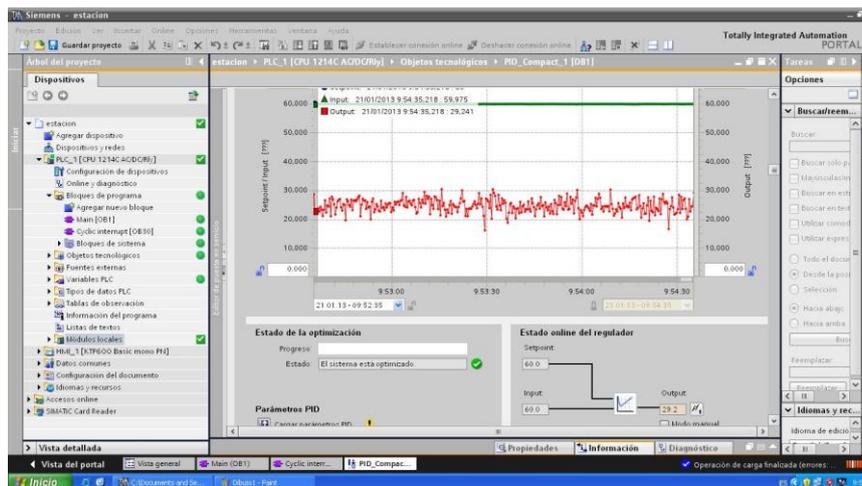


Figura 3. 56 Señal estable con el set point de 60

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Finalmente sintonizado el control PID se procede a cargar los parámetros obtenidos de los ajustes a la CPU, a continuación se da clic en Cargar parámetros PID .

Después de cargar el software al dispositivo se realizó pruebas en tiempo real con la ayuda del PLC y el Touch Panel para visualizar los resultados obtenidos.

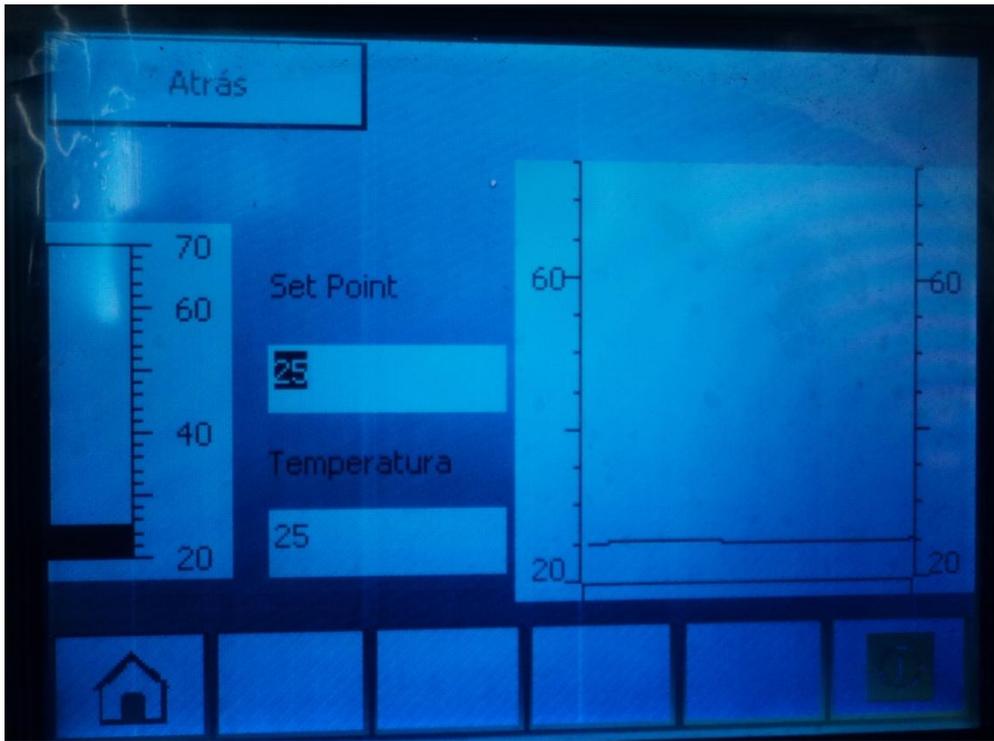
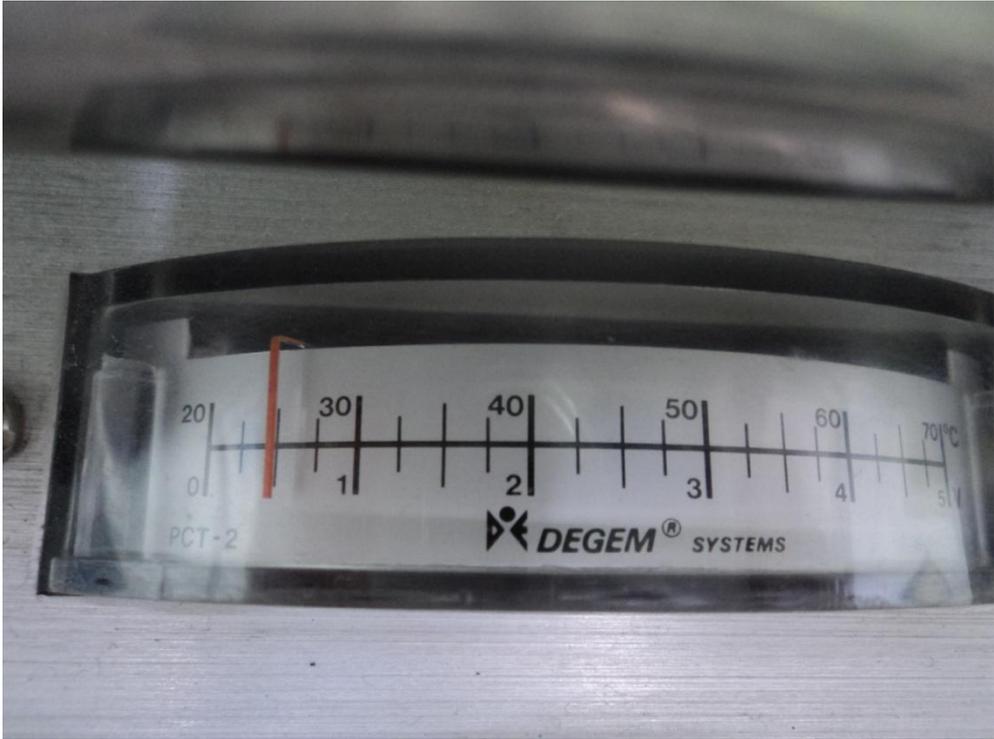


Foto 3. 4 Visualización con el set point de 25
Elaborado Por: Mónica De La Cruz



Foto 3. 5 Visualización con el set point de 30
Elaborado Por: Mónica De La Cruz



Foto 3. 6 Visualización con el set point de 35

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

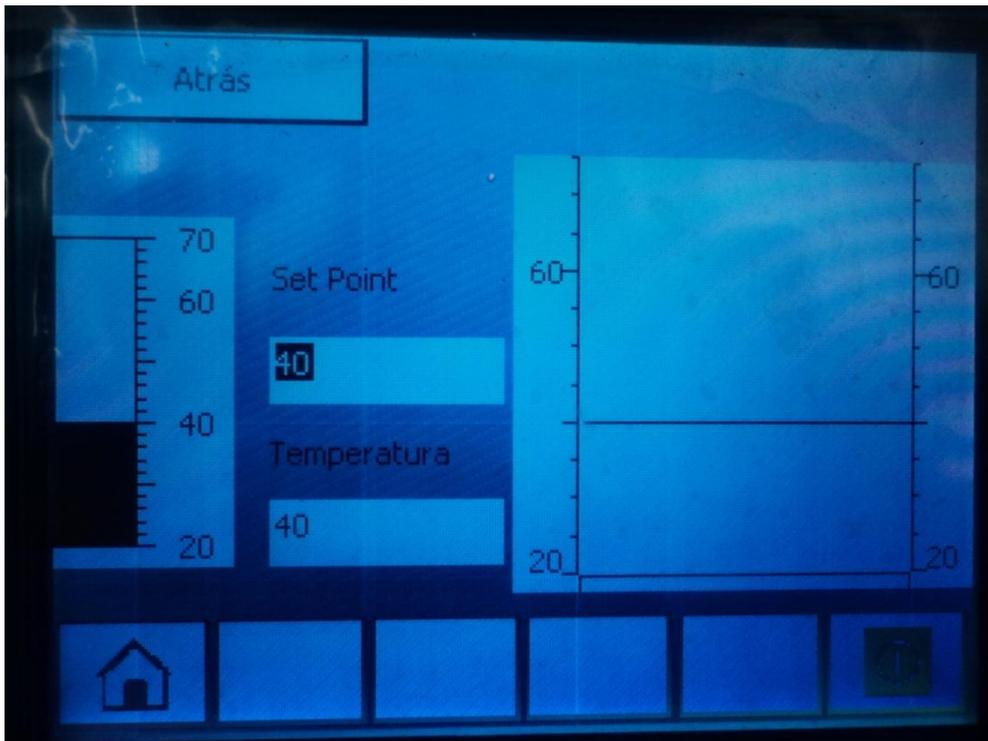


Foto 3. 7 Visualización con el set point de 40
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

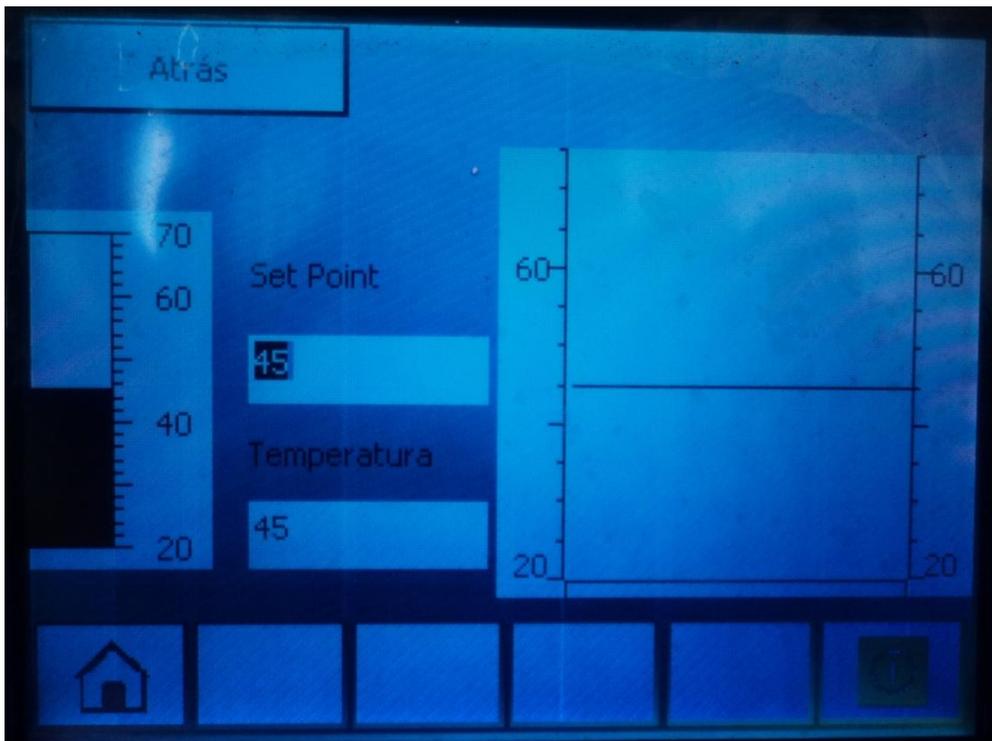


Foto 3. 8 Visualización con el set point de 45
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

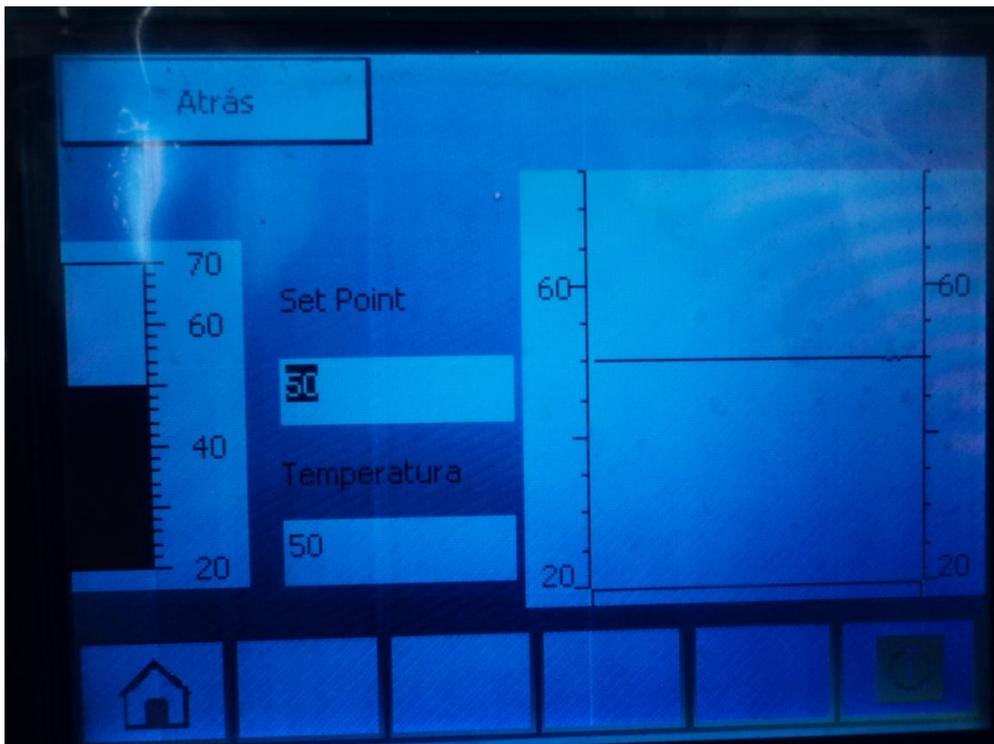


Foto 3. 9 Visualización con el set point de 50

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

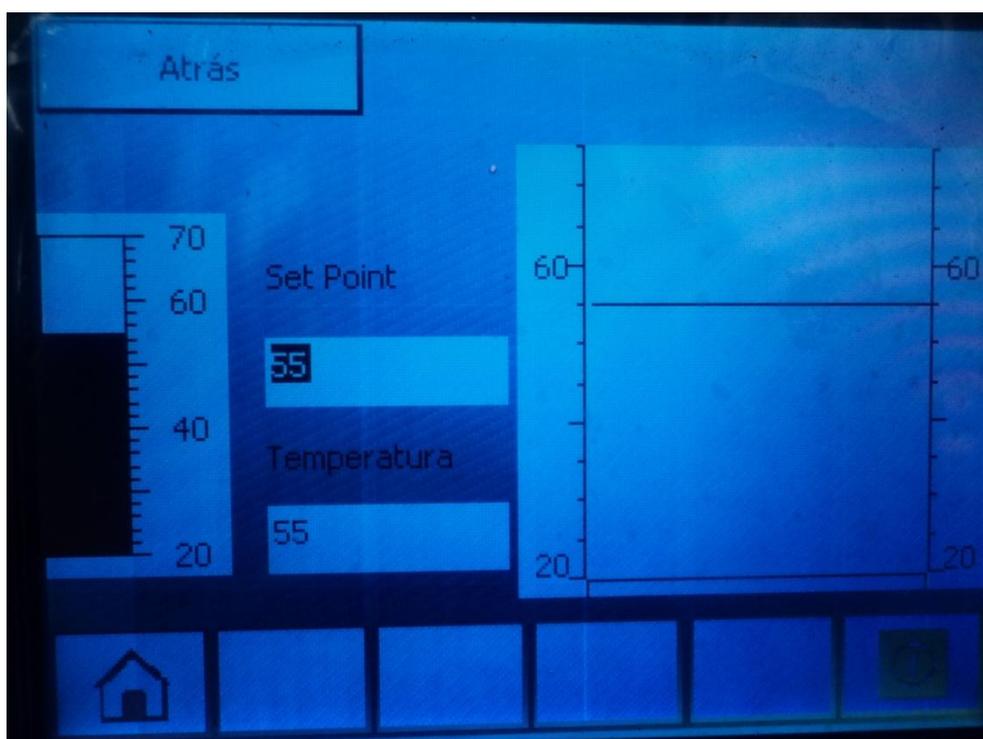


Foto 3. 10 Visualización con el set point de 55

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

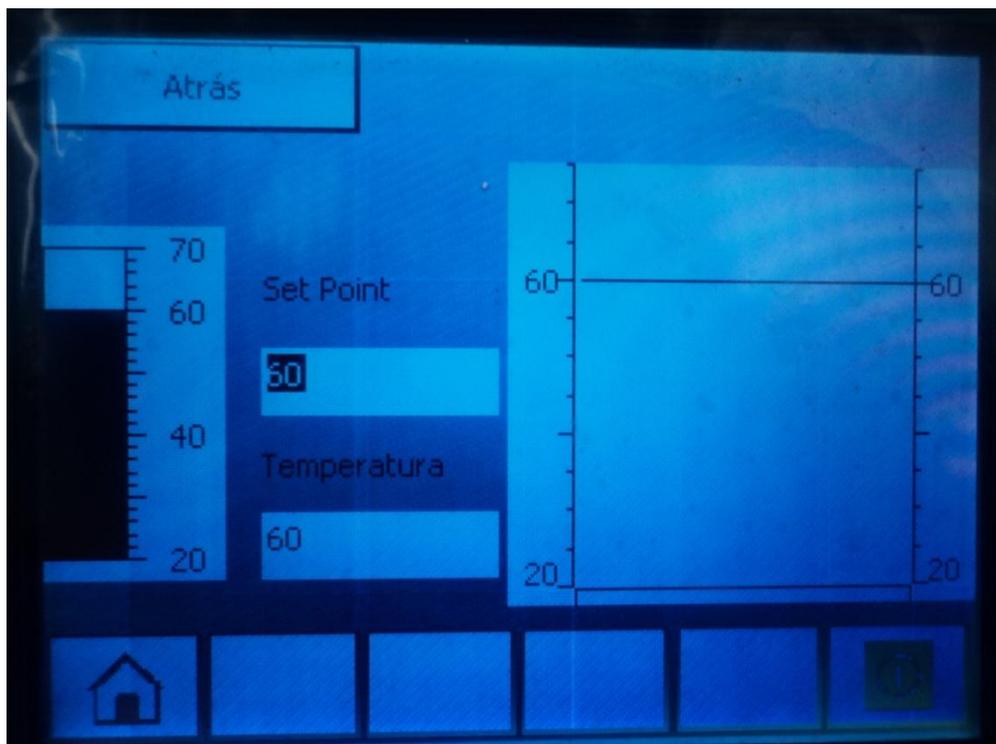


Foto 3. 11 Visualización con el set point de 60
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

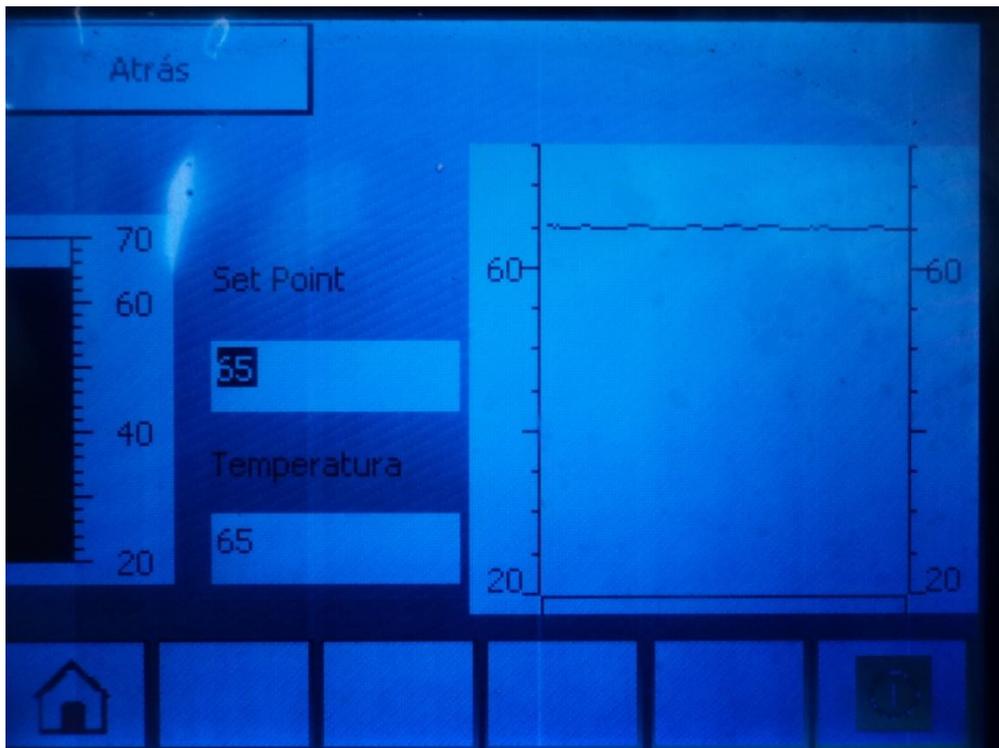


Foto 3. 12 Visualización con el set point de 65
Elaborado Por: Mónica De La Cruz

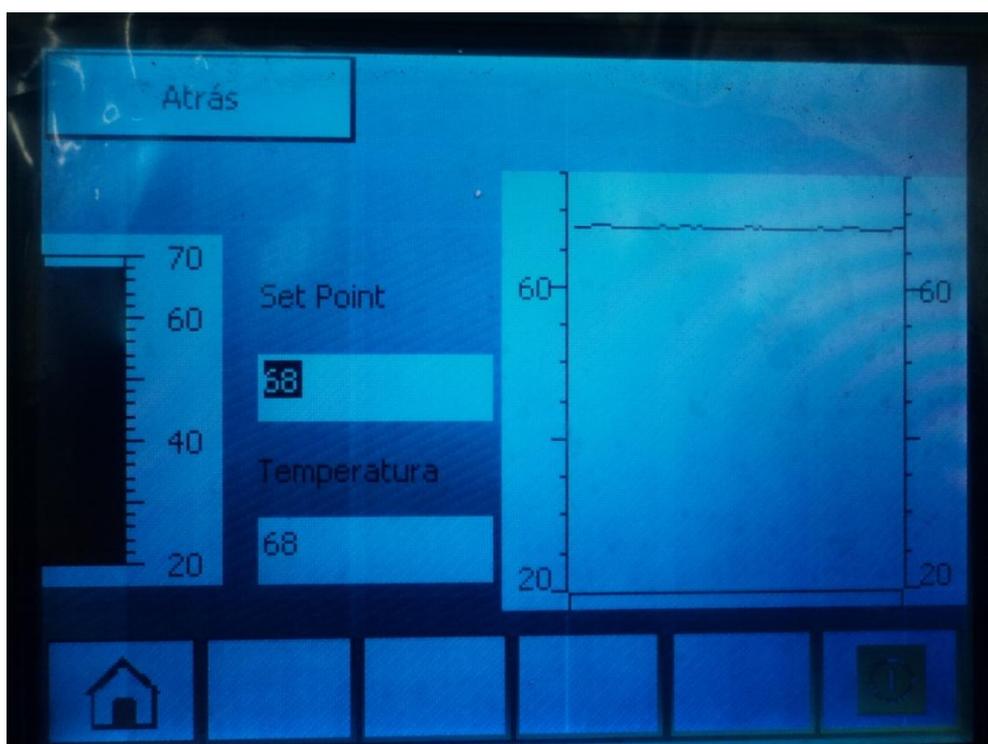


Foto 3. 13 Visualización con el set point de 68

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

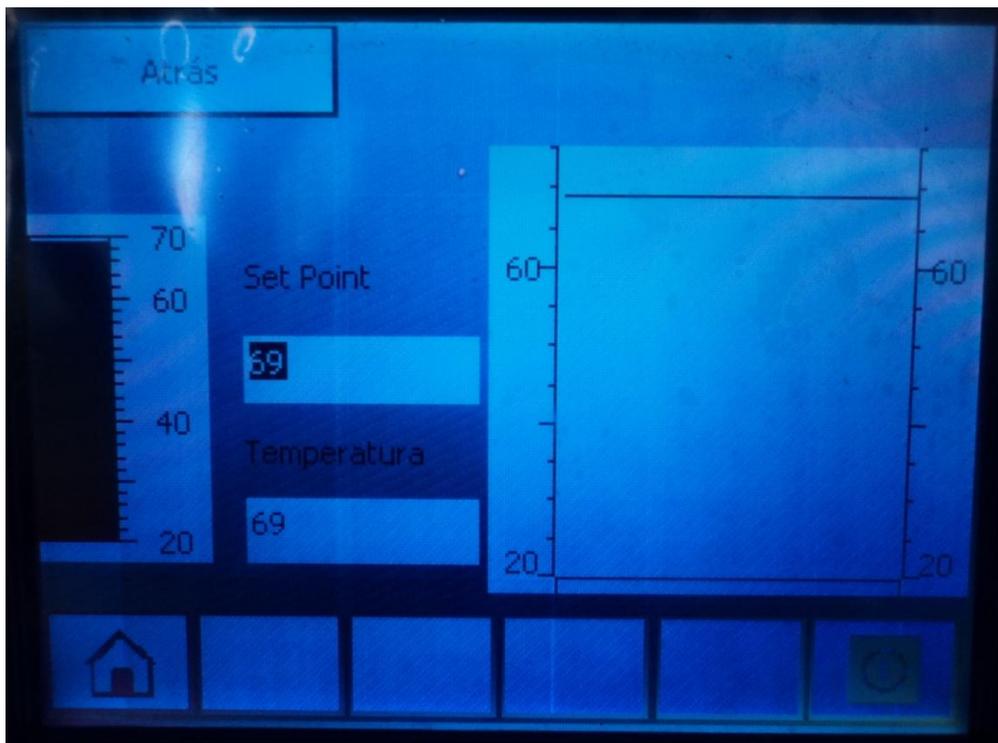


Foto 3. 14 Visualización con el set point de 69
Elaborado Por: Mónica De La Cruz



Foto 3. 15 Visualización con el set point de 70

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

Al implementar el control PID se obtuvieron los resultados deseados obteniendo así el control deseado en la estación de temperatura ya que al existir una pequeña variación en la temperatura este lo compensa.

3.7. Gastos Realizados

Para la implementación de este proyecto se determinaron los siguientes rubros.

3.7.1. Costos Primarios

A continuación se detallan todos los dispositivos electrónicos y materiales usados para la realización del proyecto, y se los sintetiza en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Costos Primarios

ELEMENTOS	CANTIDAD	C.UNIDAD	C.TOTAL
PLC S7-1200	1	565	565
Touch Panel	1	740	740
Módulo de señal de 2 salidas analógicas	1	334	334
Fuente 24 Vdc	1	30	30
Cable UTP	5	0.50	2.50
RJ 45	4	0.15	0.60
Unión de RJ 45	1	1.20	1.20
Caja para el Touch Panel	1	10	10
		TOTAL \$	1683.30

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.7.2. Costos Secundarios

En la Tabla 3.2 se encuentran los gastos secundarios que están relacionados indirectamente con la realización del proyecto.

Tabla 3. 2 Costos Secundarios:

DESCRIPCION	C. UNIDAD	C.TOTAL
Derechos de asesor	120	120
Internet	0.80	40
Tinta para impresora	0.10	20
Materiales de papelería	Varios	25
	Total \$	205

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

3.7.3. Costo Total

El costo total se representa en la Tabla 3.3 que es la unión de los costos primario y secundario como se muestra a continuación.

Tabla 3. 3 Costo Total

Costo Primario	1683.30
Costo Secundario	205
TOTAL	1888.30

Elaborado Por: Mónica De La Cruz

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ❖ Una vez recopilados, analizados y puestos en práctica los fundamentos sobre temperatura mediante la utilización del Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2, el PLC S7-1200, el software TIA PORTAL y el Touch Panel KTP 600 PN, se logró implementar un HMI para el monitoreo y control de temperatura, cumpliendo satisfactoriamente con todos los objetivos propuestos.
- ❖ Se comprobó que existen muchas ventajas de realizar un control PID como por ejemplo: mejora la rapidez de respuesta, disminuye el error residual, y disminuye el máximo sobre impulso.
- ❖ Se comprobó que existe grandes ventajas de realizar un HMI como por ejemplo: mostrar datos de la planta en tiempo real, visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados, a distancias menores a 100 metros.
- ❖ Se comprobó que al implementar el control PID en el proceso e ingresar perturbaciones este control elimina completamente la misma.
- ❖ Se verificó que para monitorear y controlar de manera adecuada el proceso es necesario interactuar el PLC y el Touch Panel.

4.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda verificar que las direcciones IP tanto del PLC como el Touch Panel sean los correctos.
- ❖ Antes de transferir el programa al PLC verificar que el programa se encuentre libre de errores y luego cargar el programa a ambos dispositivos (PLC y módulo de Salidas Analógicas).
- ❖ Se recomienda crear un nuevo bloque de funciones en el bloque de programación para crear el control PID.
- ❖ Verificar que el cable de comunicación se encuentre en buen estado para evitar posibles fallas.
- ❖ Cada vez que se desee utilizar este programa se debe sintonizar el control PID y cargar los parámetros PID al PLC.
- ❖ Considerando la adquisición de los nuevos equipos se recomienda poner en práctica la guía de laboratorio del anexo A en la materia de Automatización y Control de Procesos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AUTOMATIZACIÓN. Ejecución automática de tareas industriales, administrativas o científicas haciendo más ágil y efectivo el trabajo y ayudando al ser humano. Una aplicación sería la ayuda técnica: software o hardware que está especialmente diseñado para ayudar a personas con discapacidad para realizar sus actividades diarias

CM. Módulo de Comunicación.

CONTROL DE PROCESOS. Teoría básica de control automático, acciones de control, parámetros de sintonización en un controlador comercial, tipos de controlador, controladores neumáticos e hidráulicos, control de nivel de líquido, temperatura con control PID.

CPU. Unidad Central de Proceso.

ESCALAMIENTO. El escalamiento es un campo de la psicometría que tiene el objetivo de construir escalas de medida.

ETHERNET. Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CDs ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones.

FPB. Filtro pasa bajo.

FUP. Lenguaje FUP, consiste en un diagrama de funciones que permite visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos similares de los de de las puertas lógicas. El estilo de representación en forma de puertas gráficas se adecua especialmente para observar el flujo del programa.

HARDWARE. Se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático.

HMI. Interfaz humano-máquina (Human Machine Interface)

INDUSTRIA. Es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados, de forma masiva. Existen diferentes tipos de industrias, según sean los productos que fabrican.

INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL. Es el grupo de elementos que sirven para medir, controlar y registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en este.

INTERFAZ. Conexión e interacción entre hardware, software y el usuario.

IP. Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol).

KOP. Lenguaje KOP o Ladder, este lenguaje también llamado lenguaje de escalera permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. Los programas se dividen en unidades lógicas pequeñas llamadas networks, y el programa se ejecuta segmento a segmento, secuencialmente, y también en un ciclo.

KTP 600 PN. Key Touch Panel 600 Profinet.

OB. Bloque de Organización.

ORDENADOR. Es una máquina programable. Dispositivo electrónico capaz de realizar operaciones lógicas y matemáticas de manera programada y a gran velocidad.

PROFINET. Es el estándar Industrial Ethernet abierto y no propietario para la automatización. Con él es posible una comunicación sin discontinuidades desde el nivel de gestión hasta el nivel de campo.

PC. Computador Personal.

PCT-2. Control de Proceso de Temperatura.

PLC. Controlador Lógico Programable.

PID. Proporcional, integral, derivativo.

SISTEMAS DE CONTROL. El sistema de control de un sistema automatizado permite ejecutar el programa y lograr que el proceso realice su función definida.

SOFTWARE. Es conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

TIA PORTAL. (Totally Integrated Automation Portal).

VCI. Circuito Integrado de Voltaje.

BIBLIOGRAFÍA

<http://adnc35mei.blogspot.es/1245974314/>

http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm

<http://www.instrumentacionycontrol.net/component/content/article/84-siemens-presenta-simatic-s7-1200.html>

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

<http://www.siemens.com/s7-1200>

<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45>

http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5179/1/T-ESPE-033168.pdf>

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/34143572?func=ll&objId=34143572&objAction=csViewTD&nodeid0=41886031&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&prodLstObjId=34143572>

<http://www.carven-shop.com/modulos-seales-sm/93-salida-analog-sm-1232-4ao-siemens.html>

ANEXOS

ANEXO A

GUÍA DE LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS

TRABAJO PREPARATORIO

TEMA: Implementación de un HMI utilizando un TOUCH PANEL KTP 600 PN y el PLC S7-1200 para el monitoreo y control de temperatura.

OBJETIVOS:

- ❖ Estudiar el funcionamiento y aplicaciones del programa TIA PORTAL.
- ❖ Establecer la comunicación de software entre los equipos Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200 con la ayuda de una PC.
- ❖ Realizar la comunicación de hardware entre los dispositivos Touch Panel KTP 600 PN y el PLC S7-1200.

MATERIALES:

- ❖ Módulo de Temperatura, AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2
- ❖ PLC S7-1200
- ❖ Módulo de Salidas Analógicas
- ❖ Fuente 24 Vdc
- ❖ Touch Panel KTP 600 PN
- ❖ PC

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Realizar la conexión del Módulo de Temperatura AIR FLOW TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PCT-2 y el PLC S7-1200, conectar el Reference Disturbance a 2M y VCI a AI0 como se muestra en la Foto A.

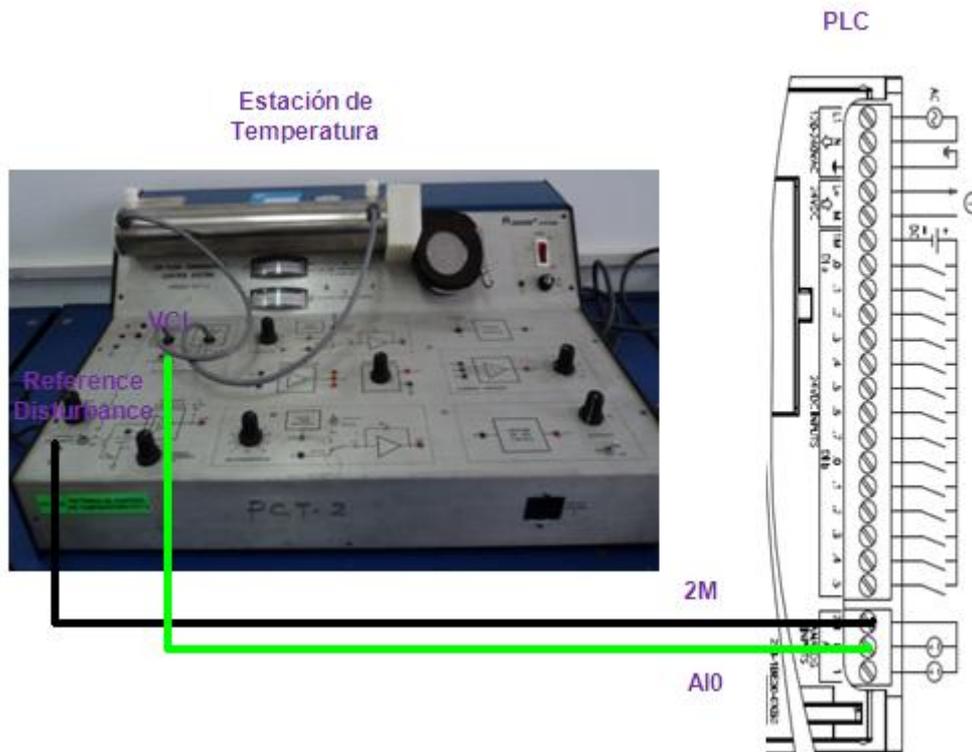


Foto.A. Conexión del módulo de temperatura y el PLC.

- ✓ Realizar la conexión del módulo de salidas analógicas con el módulo de temperatura, AQ0M conectar al Reference Disturbance y AQ0 conectar al Power Interface (In) como se muestra en la foto B.

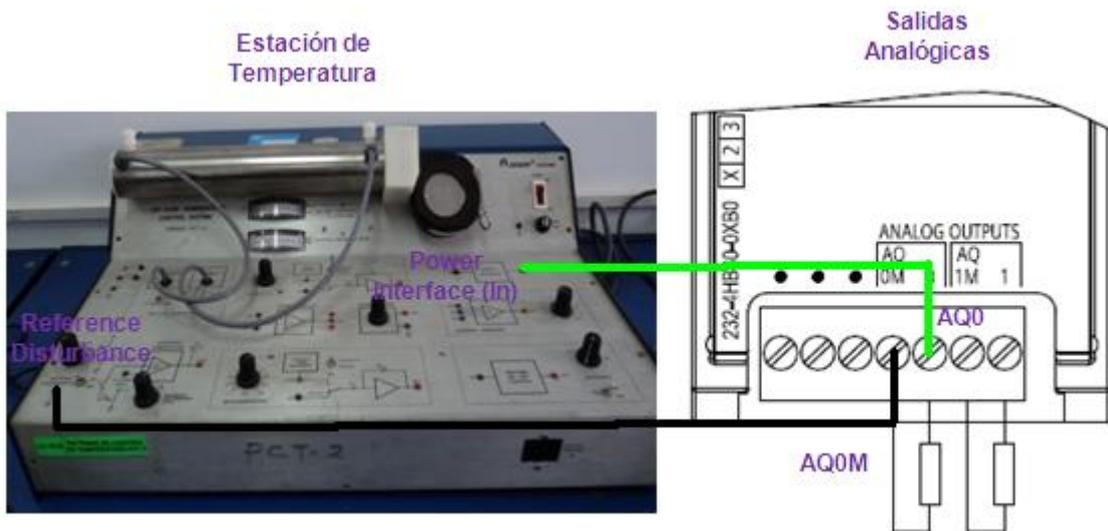


Foto.B. Módulo de Temperatura y conexión con salidas analógicas del PLC.

- ✓ Abrir el programa TIA PORTAL con el nombre estación para realizar la práctica correspondiente.
- ✓ Dar clic en PLC_1 / Bloques de programa / Cyclic Interrupt.

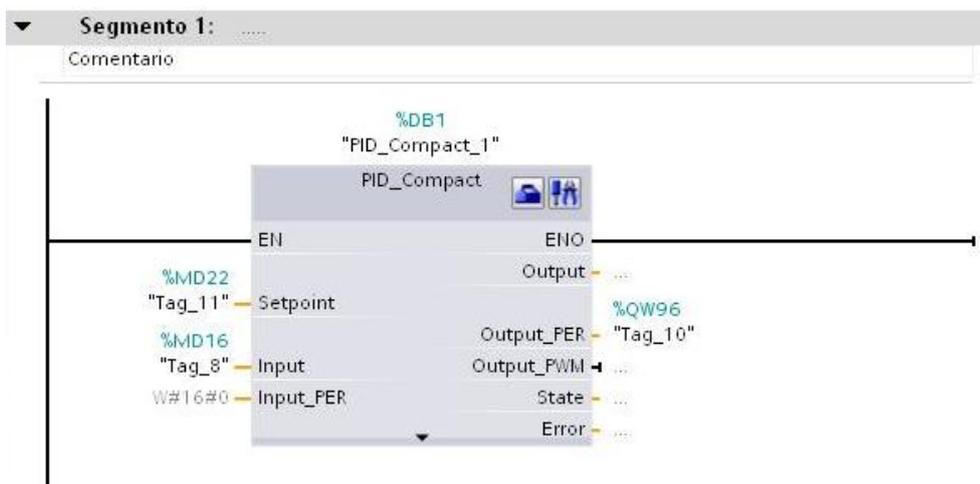


Figura.A. Imagen control PID

- ✓ Asignar un valor de set point de 40, dar clic en el icono , luego aparece una pantalla en la que se da clic en start donde empieza a sintonizar el set point asignado y una vez obtenida la señal deseada cargar los parámetros PID al PLC.

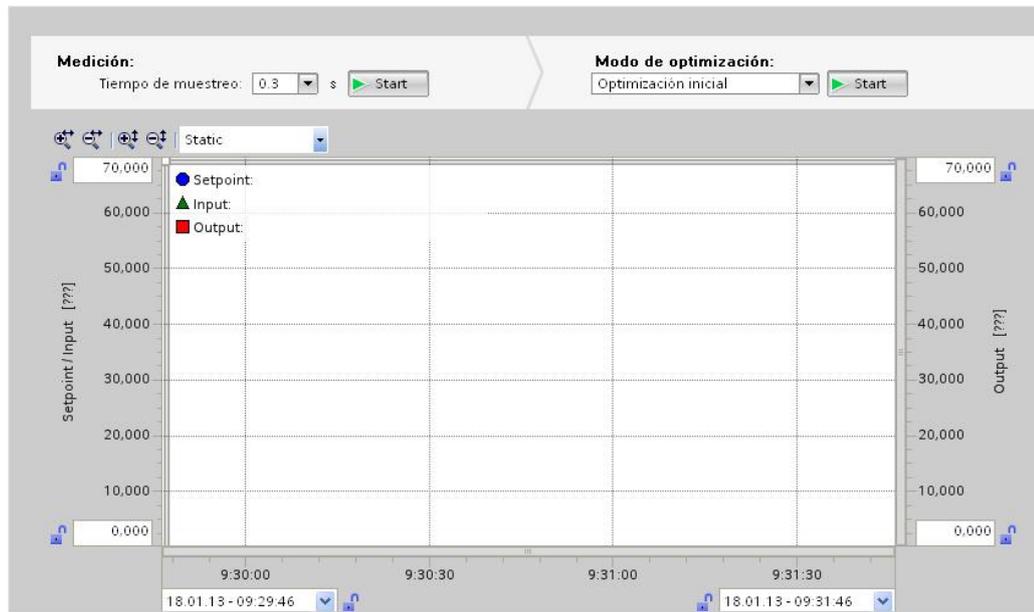


Figura.B. Pantalla para visualizar la señal

- ✓ A continuación en el Touch Panel se presenta la siguiente pantalla en la cual se ingresará un valor de set point y se observará en las graficas el monitoreo y control de temperatura.

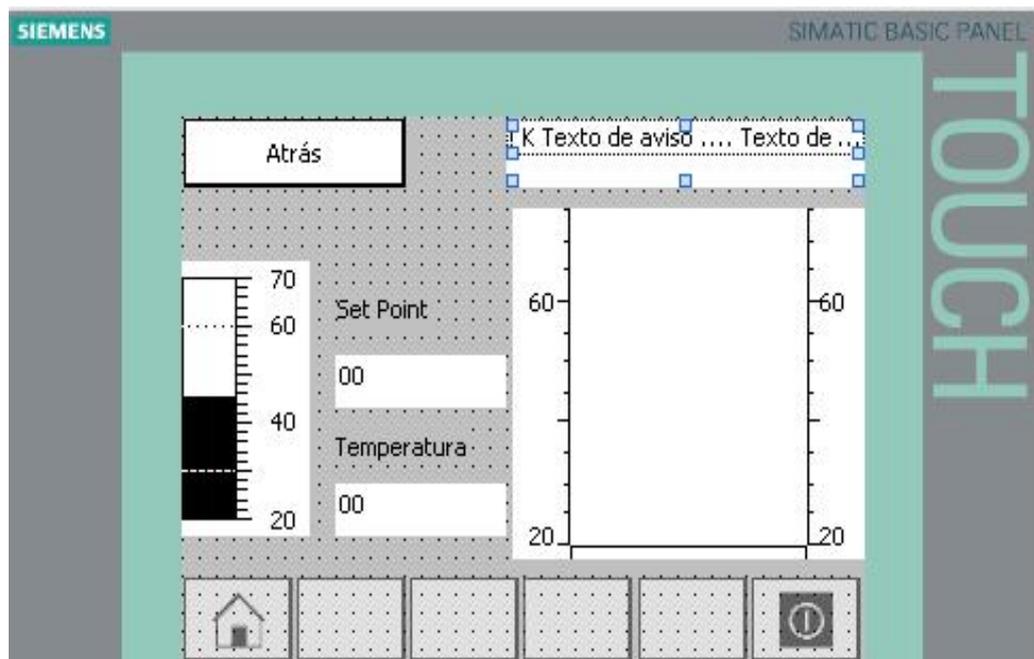


Figura.C. Imagen para visualizar en el Touch Panel

- ✓ En el set point ingresar valores aleatorios en el rango de 20 a 70.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

.....
.....
.....
.....

CUESTIONARIO:

- ¿Qué es un control PID?
- ¿Qué beneficios se obtiene al implementar un HMI (Interfaz Humano Máquina)?
- ¿Por qué es importante que exista una buena comunicación entre el Touch Panel y el PLC?

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....

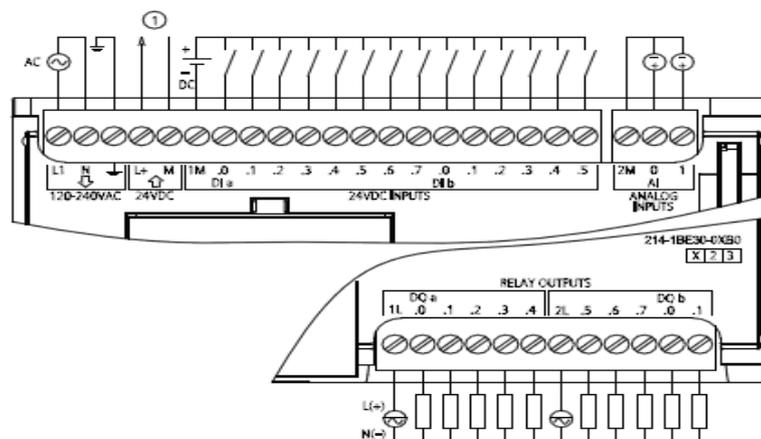
RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....

ANEXO B

Datos técnicos de la CPU 1214C

Diagramas de cableado



① Alimentación de sensores 24 V DC

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU COMPACTA, AC/DC/RELE, ONBOARD I/O: 14 DI 24VDC; 10 DO RELE 2A; 2 AI 0 - 10V DC, ALIMENTACION: AC 85 - 264 V AC A 47 -63 HZ, MEMORIA DE PROGRAMA/DATOS 50 KB



Información general	
Ingeniería con	
Paquete de programación	STEP 7 V10.5 o superior
Display	
integrada	No
Tensión de alimentación	
120 V AC	Sí
230 V AC	Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
Frecuencia de la tensión de alimentación	47 Hz
Frecuencia de la tensión de alimentación	63 Hz
Tensión de carga L+	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	5 V
Rango admisible, límite superior (DC)	250 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Consumo máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de usuario	50 kbyte
Memoria de trabajo	
integrada	50 kbyte
Ampliable	No
Memoria de carga	
integrada	2 Mbyte
enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	24 Mbyte; con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
existente	Sí; el proyecto completo en EEPROM integrada (no precisa mantenimiento)
sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,1 µs; /Operación
para operaciones de palabras, típ.	12 µs; /Operación
para aritmética en coma flotante, típ.	18 µs; /Operación
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadore y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
Cantidad, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	2048 byte
Marcas	
Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
Total área de direccionamiento de periferia	1024 bytes para entradas/1024 bytes para salidas

Entradas	1024 byte
Salidas	1024 byte
Imagen del proceso	
Entradas, configurables	1 kbyte
Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí
Desviación diaria, máx.	+/- 60 s/mes a 25 °C
Duración del respaldo	240 h; típicamente
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	14; integrada
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	14
de tipo M	Sí
Tensión de entrada	
Valor nominal, DC	24 V
para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
Intensidad de entrada	
para señal "1", típ.	1 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
parametrizable	0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, y 12.8 ms, elegible en grupos de 4
en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
parametrizable	Sí
para contadores/funciones tecnológicas:	
parametrizable	Monofásica: 3 con 100 kHz y 1 con 30 kHz Diferencial: 3 con 80 kHz y 1 con 30 kHz
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
Longitud de cable no apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	10; Relé
Canales integrados (DO)	10
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	No; a prever externamente
Poder de corte de las salidas	
Con carga resistiva, máx.	2 A
Retardo a la salida con carga resistiva	
"0" a "1", máx.	10 ms; máx.
"1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Frecuencia de conmutación	
de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	1 Hz
Salidas de relé	
Nº máx. de salidas de relé, integradas	10
Nº de salidas relé	10
Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V

Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
Tensión	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
0 a +10 V	Sí
Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m; Par de conductores trenzados con pantalla
Formación de valores analógicos	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
Tiempo de integración parametrizable	Sí
Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
Sensor a 2 hilos	Sí
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
con aislamiento galvánico	Sí
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Autonegociación	Sí
Autocrossing	Sí
Funcionalidad	
PROFINET IO-Controller	Sí
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
Soporta servidor iPAR como servidor	Sí
Comunicación IE abierta	Sí
TCP/IP	Sí
ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
servidores web	
Soporta servidor iPAR	Sí
Páginas web definidas por el usuario	Sí
Nº de conexiones	
Total	15; dinámica
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
Estado/Forzado de variables	Sí
Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
Forzado permanente	Sí
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Frecuencímetro	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Regulador PID	Sí
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales entre los canales, en grupos de	No
	1

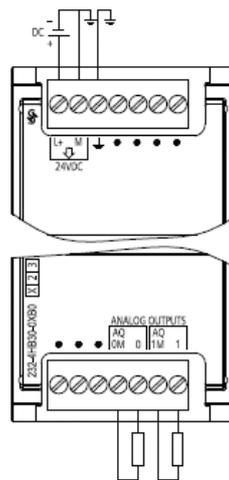
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Sí; Relé
entre los canales	No
entre los canales, en grupos de	2
Diferencia de potencial admisible	
entre diferentes circuitos	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase A)	Sí; Grupo 1
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
cULus	Sí
C-TICK	Sí
Homologación FM	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Montaje horizontal, mín.	0 °C
Montaje horizontal, máx.	55 °C
Montaje vertical, mín.	0 °C
Montaje vertical, máx.	45 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
mín.	-40 °C
máx.	70 °C
Presión atmosférica	
En servicio mín.	795 hPa
En servicio máx.	1080 hPa
Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
Almacenamiento/transporte, máx.	1080 hPa
Humedad relativa	
En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
Vibraciones	Montaje en pared 2 g; perfil DIN, 1 g
En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Sí
Ensayo de choques	
ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Sí; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms

Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	-40 °C a +70 °C
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	0 °C a 55 °C montaje horizontal 0 °C a 45 °C montaje vertical
Cambio permitido de temperatura	5°C a 55°C, 3°C/minuto
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Altitud de servicio permitida	-1000 a 2000 m
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
KOP	Sí
FUP	Sí
SCL	Sí
Vigilancia de tiempo de ciclo	
Configurable	Sí
Dimensiones	
Anchura	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Peso	
Peso, aprox.	455 g
Última actualización	25-mar-2013

ANEXO C

Datos técnicos del módulo SM 1232 AQ 2 * 14 bit

SM 1232 AQ 2 x 14 bit



6ES7 232-4HB30-0XB0

SIMATIC S7-1200, SALIDA ANALOGICA, SM 1232, 2 AO, +/-10V, RESOLUCION 14 BIT, O 0-20 MA, RESOLUCION 13 BIT,



Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo típ.	45 mA
De bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Entradas analógicas	
Termopar (TC)	
Compensación de temperatura parametrizable	
parametrizable	No
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	4; Tipo corriente o tensión
Rangos de salida, tensión	
-10 a +10 V	Sí
Rangos de salida, intensidad	
0 a 20 mA	Sí
Resistencia de carga (en rango nominal de la salida)	
con salidas de tensión, mín.	1000 Ω
con salidas de intensidad, máx.	600 Ω
Formación de valores analógicos	
Principio de medición	Diferencial
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución (incl. rango de rebase)	Tensión: 14 bits Corriente: 13 bits
Tiempo de integración parametrizable	Sí
Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz	40 dB, DC a 60 V para frecuencia de perturbación 50/60 Hz
Error/precisiones	
Error por temperatura (referido al rango de salida)	25°C \pm 0,3% a 55°C \pm 0,6% todo el rango de medida
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
Tensión, referida al rango de salida	+/- 0,3 %
Intensidad, referida al rango de salida	+/- 0,3 %
Supresión de tensiones perturbadoras para $f = n \times (f1 \pm 1\%)$, f1 = frecuencia perturbadora	
Tensión en modo común, máx.	12 V
Alarmas/diagnóstico/información de estado	
Alarmas	
Alarmas	Sí
Alarma de diagnóstico	Sí
Avisos de diagnósticos	
Funciones de diagnóstico	Sí
Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
Rotura de hilo	Sí
Cortocircuito	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
para el estado de las salidas	Sí
para mantenimiento	Sí
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
C-TICK	Sí
Homologación FM	Sí
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	-40 °C a +70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	

Presión atmosférica permitida	De 1080 a 660 hPa
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	0 °C a 55 °C montaje horizontal 0 °C a 45 °C montaje vertical
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Sistema de conexión	
Conector frontal requerido	Sí
Elementos mecánicos/material	
Tipo de caja (frente)	
Plástico	Sí
Dimensiones	
Anchura	45 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Peso	
Peso, aprox.	180 g

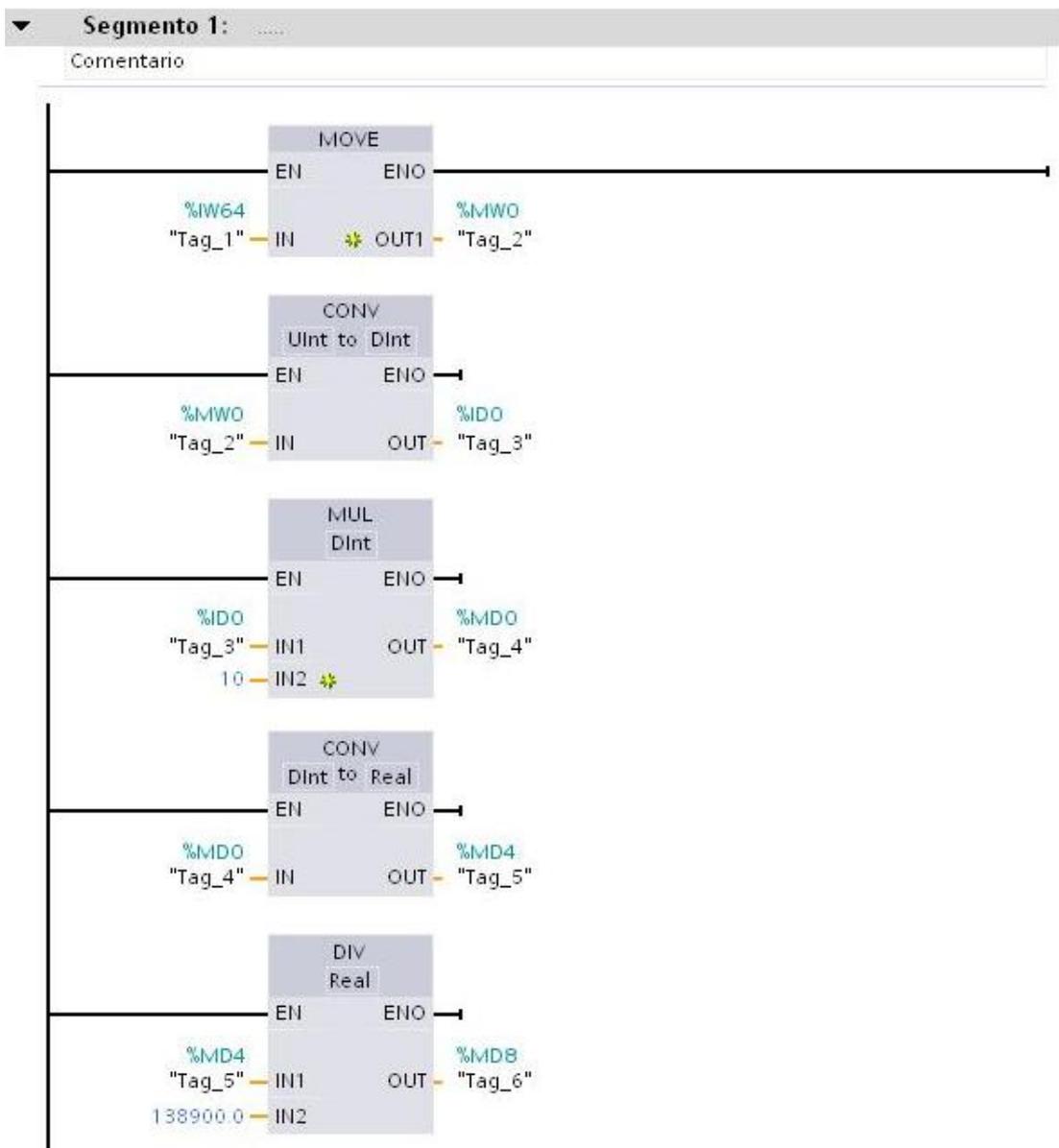
ANEXO D

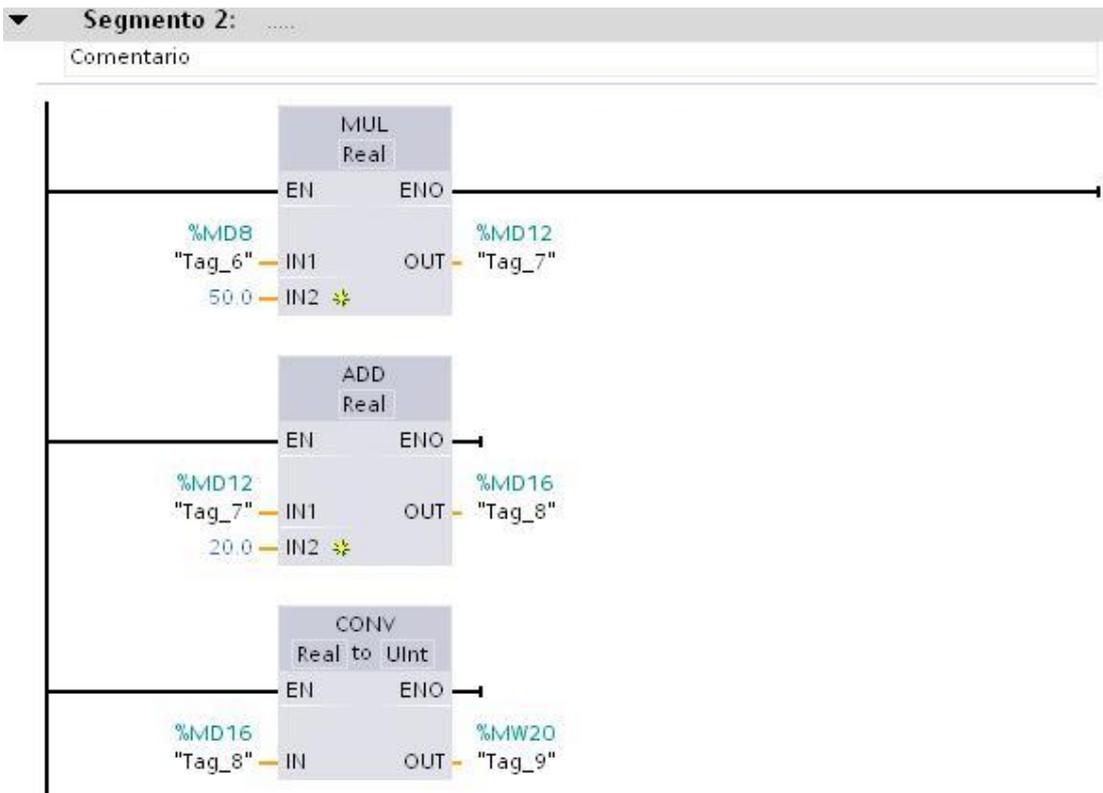
Posibles fallas durante el control de temperatura

FALLA	SOLUCIÓN
No se puede cargar el programa al PLC.	Verificar que la dirección IP para el PLC y la PC sean correctos y/o verificar que el cable de comunicación se encuentre en buen estado.
No se puede transferir el programa en el Touch Panel.	Verificar que la dirección IP sea el correcto y/o verificar que el cable de comunicación se encuentre en buen estado.
El PLC y el Touch Panel no se comunican.	Verificar que el cable de comunicación se encuentre en buen estado.
El PLC no adquiere la señal.	Verificar que el cable se encuentre en buen estado y/o verificar que las conexiones se encuentren realizadas correctamente.

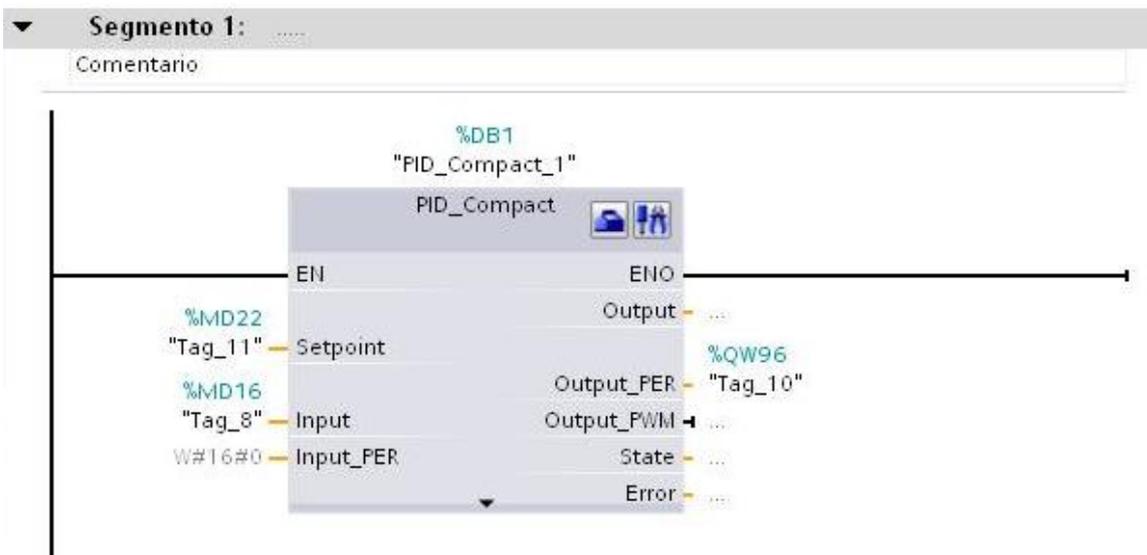
ANEXO E

Programación Implementada en el PLC



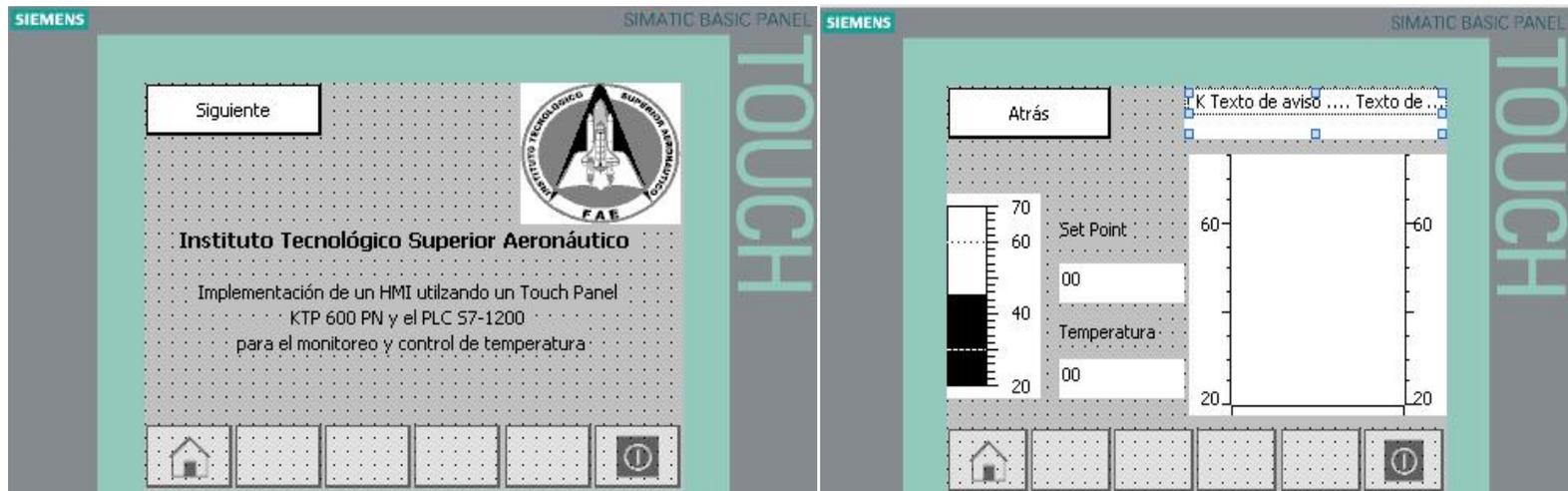


Control PID



ANEXO F

Presentación del HMI



HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES

NOMBRE: MÓNICA XIMENA DE LA CRUZ TAPIA
NACIONALIDAD: ECUATORIANA
FECHA DE NACIMIENTO: 29 DE JULIO DE 1991
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 050335140-5
TELEFONOS: 0984879211
CORREO ELECTRÓNICO: monin.18@hotmail.com
DIRECCIÓN: URBANIZACIÓN "SAN GREGORIO",
PASAJE NÚMERO OCHO, SECTOR EL
"BOSQUE"

ESTUDIOS REALIZADOS:

Primaria:

- ❖ ESCUELA FISCAL MIXTA DR. VICENTE PIEDRAHITA

Secundaria:

- ❖ INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR "VICTORIA VÁSCONEZ CUVI"

Superior:

- ❖ INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO - Egresado

TÍTULOS OBTENIDOS:

- ❖ BACHILLER FISICO-MATEMÁTICO
- ❖ TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA
- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS

CURSOS REALIZADOS:

- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS

EXPERIENCIAS LABORALES:

- ❖ EMPRESA ELÉCTRICA “ELEPCO.SA” – LATACUNGA.
- ❖ ALA DE TRANSPORTES N° 11 FAE- SECCIÓN ELECTRÓNICA– QUITO.

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

Latacunga, Marzo del 2013

Yo, ING PABLO PILATASIG en calidad de encargado del Laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por la Srta. **DE LA CRUZ TAPIA MÓNICA XIMENA**, con el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI UTILIZANDO UN TOUCH PANEL KTP600 PN Y EL PLC S7-1200 PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA”**, ha sido efectuado de forma satisfactoria en las dependencias de mi cargo y que la misma cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Por tanto me hago cargo de todas las instalaciones realizadas por la Señorita estudiante.

Atentamente

ING. PABLO PILATASIG
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

De La Cruz Tapia Mónica Ximena

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**Ing. Pablo Pilatasig Director Carrera de Electrónica Mención
Instrumentación & Aviónica**

Latacunga, Marzo del 2013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **De La Cruz Tapia Mónica Ximena**, Egresada de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, en el año 2013 con Cédula de Ciudadanía N° **050335140-5**, autor del Trabajo de Graduación **Implementación de un HMI utilizando un TOUCH PANEL KTP600 PN Y EL PLC S7-1200 para el monitoreo y control de temperatura**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

De La Cruz Tapia Mónica Ximena
CI.050335140-5

Latacunga, Marzo del 2013