UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA

OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

"Diseño e implementación de prácticas de Automatización Industrial utilizando el Autómata PLC S7-1200 mediante la Planta de Procesos EPC"

AUTORES:

Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez Daniel Leonardo Vega Muñoz

TUTOR: Ing. Luis Antonio Neira Clemente, MSc.

> GUAYAQUIL – ECUADOR 2020

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez y Daniel Leonardo Vega Muñoz autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, se declara que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Monuel Rom

toniel the m

Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez Cédula: 0931067896

Daniel Leonardo Vega Muñoz Cédula: 0941212433

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez., con documento de identificación N°0931067896 y Daniel Leonardo Vega Muñoz, con documento de identificación N°0941212433,manifestamos nuestra voluntad y ceder a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO EL AUTÓMATA PLC S7-1200 MEDIANTE LA PLANTA DE PROCESOS EPC" mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO ELECTRÓNICO, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que se realiza la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Monuel Rong

Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez Cédula: 0931067896

Daniel Leonardo Vega Muñoz Cédula: 0941212433

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL UTILIZANDO EL AUTÓMATA PLC S7-1200 MEDIANTE LA PLANTA DE PROCESOS EPC" con resolución de aprobación de Consejo de Carrera N.º RESOLUCION realizado por los estudiantes Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez, con documento de identificación N°0931067896 y Daniel Leonardo Vega Muñoz, con documento de identificación N°0941212433, obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, 8 de Noviembre de 2020.

-ASMA

Ing. Luis Antonio Neira Clemente, MSc. Docente Tutor

DEDICATORIA

A Dios, por darme esa sabiduría necesaria y guiarme por buen camino para culminar este trabajo de titulación.

A mi padre Fidel Rangel Moncerrate y a mi madre Gladys Gutiérrez Zarie por su constante apoyo a lo largo de la carrera, por animarme a salir a adelante, ustedes han sido el pilar fundamental para poder llegar a ser un profesional. Fueron mi mayor motivación para concluir con éxito este trabajo de tesis.

A mis hermanos Marlon Rangel y Stalin Rangel por su apoyo y ánimos para poder acabar la carrera.

A mi novia Virginia Reyes, por ser una persona muy especial en mi vida, por sus constantes oraciones, apoyo para seguir adelante y demostrarme que en todo momento puedo contar con ella.

A mi abuelita Teresa Moncerrate (+), por todo su amor y cariño, la cual me hubiera gustado que estuvieras en mi graduación, pero se que desde el cielo estás observándome como me convierto en un Ingeniero.

Dedico también a mi abuelita Julia Zarie, por sus consejos, apoyo y ánimos incondicionales.

Monuel Rongel

Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis hermanas quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momento.

Y a mis compañeros, que gracias a su apoyo, y conocimientos hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Daniel Leonardo Vega Muñoz

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme y darme esa fortaleza para seguir adelante.

A toda mi familia en general, por su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A mi tutor de proyecto MSc. Luis Neira por su apoyo y guía en este trabajo de titulación, por su tiempo, conocimientos y motivación para poder culminarla.

Al MSc. Byron Lima, quien nos dio la idea de este proyecto, por sus consejos, enseñanzas y profesionalismo a lo largo de toda la carrera.

A la Universidad Politécnisa Salesiana, por abrirme sus puertas, por toda su ayuda y oportunidades brindadas, por sus laboratorios de primer nivel, el cual nos ayudó a poner en práctica, todos los conocimientos adquiridos en forma teórica.

A cada uno de los docentes quienes compartieron sus cátedras y conocimientos, quienes nos hicieron crecer a nivel académico y profesional.

A mis amigos y compañeros que hice a lo largo de toda la carrera, quienes nos ayudamos mutuamente en su momento para salir adelante en todo ámbito.

Todo este proceso no ha sido sencillo, pero agradezco a todas las personas antes mencionadas, quienes de una forma u otra, han aportado para culminar esta carrera.

Monuel Rongelty

Manuel Alejandro Rangel Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre Nancy Muñoz Salinas, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis hermanas Nancy Vega Muñoz y Alexandra Vega Muñoz, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Agradezco también a mi Padre Segundo Vega Terán por ser un apoyo en mi carrera, en mis logros, en todo. Y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Daniel Leonardo Vega Muñoz

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE	TEMA DE
		PROYECTO	PROYECTO
		TÉCNICO	TÉCNICO
2020	Manuel Alejandro	Ing. Luis	Diseño e
	Rangel Gutiérrez	Antonio Neira	implementación de
		Clemente, MSc.	prácticas de
	Daniel Leonardo Vega		Automatización
	Muñoz		Industrial utilizando el
			Autómata PLC S7-
			1200 mediante la
			Planta de Procesos
			EPC

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo el Diseño e implementación de prácticas de Automatización Industrial utilizando el Autómata PLC S7-1200 mediante la Planta de Procesos EPC.

El objetivo principal de este proyecto, es crear una Interfaz de comunicación entre el PLC S7-1200 y la planta de procesos EPC, en los cuáles, se diseñó un banco de 10 prácticas didácticas, y estas optimizan el uso de los módulos repotenciados. De esta forma, los estudiantes puedan desarrollar diversas prácticas, utilizando todos sus conocimientos adquiridos de forma teórica.

La idea principal e importancia del proyecto, se enfocó en proveer a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, dos módulos PLC repotenciados para la materia de Automatización Industrial, los cuáles están enlazados a la Planta de Procesos (EPC), para la resolución de diversas prácticas, en las cuáles son controladas desde el panel frontal del módulo, permitiendo obtener a los estudiantes de la carrea de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, un panorama más amplio de los conceptos impartidos en las aulas de clases y laboratorios, dejando a un lado

las prácticas convencionales con grandes plantas entrenadoras para trabajar en un entorno más reducido.

Palabras claves: PLC, EPC, Arduino, labview, PiD, Controlador, Comunicación, Interfaz, SCADA.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF	TECHNICAL
		TECHNICAL	PROJECT THEME
		PROJECT	
2020	Manuel Alejandro	Ing. Luis	Design and
	Rangel Gutiérrez	Antonio Neira	implementation of
		Clemente, MSc.	Industrial Automation
	Daniel Leonardo Vega		practices using the
	Muñoz		PLC S7-1200
			Controller through the
			EPC Process Plant.

The objective of this degree work is the Design and implementation of Industrial Automation practices using the S7-1200 PLC Controller through the EPC Process Plant.

The main objective of this project is create a communication interface between the S7-1200 PLC and the EPC process plant, in which a bank of 10 didactic practices was designed, and these optimize the use of the repowered modules. In this way, students can develop various practices, using all their knowledge acquired theoretically.

The main idea and importance of the project was focused on providing students of the Electronic Engineering career of the Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, two repowered PLC modules for the subject of Industrial Automation, which are linked to the Process Plant (EPC), for the resolution of various practices, in which they are controlled from the front panel of the module, allowing students of the Electronic Engineering career of the Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil to obtain a broader panorama of the concepts taught in classrooms and laboratories, leaving aside conventional practices with large training plants to work in a smaller environment.

Keywords: PLC, EPC, Arduino,, labview, PiD, Controller, Communication, Interface, SCADA.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN IV
DEDICATORIAV
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
AGRADECIMIENTO
RESUMENIX
ABSTRACT
ÍNDICE GENERAL XIII
ÍNDICE DE FIGURASXVI
ÍNDICE DE TABLASXXI
INTRODUCCIÓN1
1. EL PROBLEMA
1.1. Antecedentes
1.2. Importancia y Alcances 4
1.3. Delimitación
1.3.1. Temporal
1.3.2. Espacial
1.3.3. Académica 5
1.4. Innovación
1.5. Objetivos
1.5.1. Objetivo general
1.5.2. Objetivos específicos
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS
2.1. Simatic S7-1200
2.2. Entrenador de planta para control EPC
2.3. Arduino
2.4. Pantalla HMI KTP60011
2.5. Labview 2019
2.6. Panel frontal
2.7. Diagrama de bloques
2.8. Tia Portal
2.9. SINAMICS Startdrive

2.10. SIMAT	IC STEP 7
2.11. WinCC	
2.12. Softwa	re Arduino 19
2.13. Softwa	re Proteus Professional
2.14. Ares Pi	rofessional
2.15. Puerto	Paralelo DB25
2.16. Placa c	le Circuito Impreso (PCB)25
2.17. Módulo	27 XL6009
3. MARCO N	/IETODOLÓGICO
3.1. Diseño	de los planos del tablero 29
3.2. Constru	ucción de la estructura
3.3. Diagrar	ma de conexiones eléctricas del módulo
3.3.1. Conex	iones de alimentación AC/DC
3.3.2. Conex	iones de entradas y salidas digitales
3.3.3. Conex	iones de entradas y salidas analógicas35
3.3.4. Conex	iones y configuración de redes
3.4. Puesta	en marcha del módulo PLC repotenciado
3.5. Conexi	ón del DB25
3.6. Diseño	de la tarjeta electrónica PCB 39
3.7. Configu y del motor D	uración del Arduino para la lectura los encoders del motor de paso DC
4. PRÁCTIC	AS
Práctica 1:	Control y medición de temperatura 43
Práctica 2: DC) 45	Control de velocidad-señal de encoder(forma analógica de un motor
Práctica 3: Labview mec	Control de posición de un Motor de paso unipolar (Stepper) utilizando liante OPC47
Práctica 4:	Control de temperatura PID (mediante PWM)49
Práctica 5:	Control PID de velocidad de motor DC51
Práctica 6:	Control de posición de un motor de paso unipolar(Stepper)53
Práctica 7:	Comunicación entre dos autómatas programables S7-1200)55
Práctica 8: OPC. 57	Control y comunicación de un motor DC utilizando Labview mediante
Práctica 9: OPC 59	Control y comunicación de temperatura utilizando Labview mediante
Práctica 10:	Control PID Fuzzy de temperatura 61
5. RESULTA	ADOS
5.1. RESUL	TADOS DE PRÁCTICAS 64

5.1.1. Resultados en práctica 1	64
5.1.2. Resultados en práctica 2	66
5.1.3. Resultados en práctica 3	68
5.1.4. Resultados en práctica 4	
5.1.5. Resultados en práctica 5	71
5.1.6. Resultados en práctica 6	72
5.1.7. Resultados en práctica 7	73
5.1.8. Resultados en práctica 8	76
5.1.9. Resultados en práctica 9	
5.1.10. Resultados en práctica 10	80
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	86
Anexo 1.1 Lista de materiales	86
Anexo 1.2 Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC	
Anexo 2 Pasos previos a prácticas	93
Anexo 3. Solución de prácticas	95
Anexo 3.0 Introducción a prácticas	95
Anexo 3.1 Solución de práctica 1	95
Anexo 3.2 Solución de práctica 2	101
Anexo 3.3 Solución de práctica 3	106
Anexo 3.4 Solución de práctica 4	111
Anexo 3.5 Solución de práctica 5	117
Anexo 3.6 Solución de práctica 6	122
Anexo 3.7 Solución de práctica 7	130
Anexo 3.8 Solución de práctica 8	138
Anexo 3.9 Solución de práctica 9	154
Anexo 3.10 Solución de práctica 10	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Simatic S7-1200	8
Figura 2: Entrenador de Planta para control "EPC"	9
Figura 3: Esquema de conexión de la planta EPC	. 10
Figura 4: Arduino NANO.	. 10
Figura 5: SIMATIC HMI KTP600 Basic Color PN, Basic Panel	. 11
Figura 6: Logo Labview 2019	. 12
Figura 7: Labview 2019 Panel Frontal.	. 13
Figura 8: Labview 2019 Diagrama de Bloques.	. 14
Figura 9: Características de SINAMICS.	. 16
Figura 10: Características de SIMATIC STEP 7	. 17
Figura 11: Características de SIMATIC WinCC.	. 19
Figura 12: Entorno de programación Arduino.	. 20
Figura 13: Software Proteus	. 20
Figura 14: Interfaz del Software Proteus.	. 22
Figura 15: Interfaz del Software Ares.	. 22
Figura 16: Software Ares.	. 23
Figura 17: Puerto Paralelo DB25	. 24
Figura 18: Pines Db25	. 25
Figura 19: Ejemplo de una PCB.	. 26
Figura 20: Capas de una PCB.	. 27
Figura 21: Módulo XL6009.	. 28
Figura 22: Vista Isométrica de la estructura metálica.	. 29
Figura 23: Vista frontal de la estructura metálica	. 29
Figura 24: Medidas de las perforaciones de la estructura metálica en donde irán	
instalados los elementos de control.	. 30
Figura 25: Construcción de la estructura metálica.	. 30
Figura 26. Estructura metálica finalizada.	. 31
Figura 27. Parte frontal de la estructura metálica con sus elementos de control	24
Instalados.	. 31
Figura 28. Parte lateral de la estructura metalica con sus elementos de control	22
Instalados.	. 32
rigura 29. Parte interior de la estructura metalica con sus elementos de control	22
Figure 20 Conovience de alimentación AC/DC	, 33 24
Figura 30. Conexiones de antradas y salidas digitales	. 34
Figura 31. Conexiones de entradas y salidas orgitales	. 35
Figura 32. Conexiones y configuración de las redes	20
Figura 34. Cableado do los diversos elementos de control	. 30
Figura 35. Duosta on marcha de los módulos renotonciados PLC	. <i>31</i> 27
Figura 36. Simulación del circuito impreso PCB	20
Figura 30. Simulación del circulto impreso PCD.	20
Figura 37. Diseño de la tarjeta electronica	. 39
Figura 30. Posultado final do la tariota electrónica	.40 40
Figura 33. Resultado final de la tarjeta electrofilica	.40 /11
Figura 41. Configuración del motor de paso	.4⊥ //1
Figura 42 Configuración para la conversión de la frecuencia de pulsos del opcod	¦ +⊥ I≏r
a Revoluciones Por Minuto (RPM)	<u>⊿</u> ว
Figura 43 Diseño propuesto para PRÁCTICA 1	-т-2 ДЛ
Figura 44. Diseño propuesto para PRÁCTICA 2	<u>44</u> 16
	-10

Figura	45 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 3	. 48
Figura	46 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 4	50
Figura	47 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 5	. 52
Figura	48 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 6.	. 54
Figura	49 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 7	56
Figura	50 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 8	. 58
Figura	51.	Diseño propuesto para PRÁCTICA 9	60
Figura	52 .	Diseño propuesto para PRÁCTICA 10	62
Figura	53.	Resultados Práctica 1 - Botón de Encendido del halógeno de la EPC e	en
estado	ON		64
Figura	54 .	Resultados Práctica 1 – Apagado del halógeno de la EPC	64
Figura	55.	Resultados Práctica 1 - Encendido del halógeno de la EPC	65
Figura	56.	Resultados Práctica 1 – Curva de temperatura.	65
Figura	57.	Resultados Práctica 2 – Cableado de las salidas analógicas AQ+ y AG	Q
			66
Figura	58.	Valor máximo de RPM del motor DC según fabricante.	66
Figura	59 .	Resultados Práctica 2 – Valor RPM Set del Motor DC de la EPC	. 67
Figura	60 .	Resultados Práctica 2 – Giro del Motor DC.	67
Figura	61.	Resultados Práctica 3 – Pantalla HMI de la práctica 4	. 68
Figura	62 .	Resultados Práctica 3 – Posición deseada y posición actual del motor	de
paso	•••••		. 68
Figura	63.	Resultados Práctica 3 – Motor de paso en posición de 0º	69
Figura	64 .	Resultados Práctica 3 – Motor de paso en posición de 180º	69
Figura	65 .	Resultados Práctica 4 – Visualización del PID de temperatura	. 70
Figura	66 .	Resultados Práctica 5 – PID del motor DC de la práctica 5	. 71
Figura	67 .	Resultados Práctica 5 – Giro del motor DC de la práctica 5	. 71
Figura	68 .	Resultados Práctica 6 – Control de posición del motor de paso de la	
EPC			. 72
Figura	69 .	Resultados Práctica 6 – Giro del motor de paso	. 72
Figura	70.	Resultados Práctica 7 – Pantalla HMI de la práctica 7.	. 73
Figura	71.	Resultados Practica 7 – Encendido de focos del modulo PLC	. 73
Figura	72.	Resultados Práctica 7 – Comunicación del PLC A y PLC B	. 74
Figura	73.	Resultados Práctica 7 – PLC A y PLC B de la práctica 7	. 74
Figura	74.		75
Figura		Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs	. 75
	75.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8	. 76
Figura	75. 76.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8	. 76 . 76
Figura	75. 76. 77.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8	. 76 . 76 . 77
Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9	. 76 . 76 . 76 . 77 . 78
Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9	. 75 . 76 . 76 . 77 . 78 . 78
Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF	. 76 . 76 . 77 . 78 . 78 . 78 . 78
Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON	. 76 . 76 . 77 . 78 . 78 . 78 . 79 . 79
Figura Figura Figura Figura Figura Figura	 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 82. 	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – PID FUZZY	. 76 . 76 . 77 . 78 . 78 . 78 . 79 . 79 . 80
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10	76 76 77 78 78 78 79 79 80 80
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF	73 76 76 77 78 78 79 79 80 80 80
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF	. 73 . 76 . 77 . 78 . 78 . 78 . 79 . 80 . 80 . 81 . 81
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF	. 75 . 76 . 77 . 78 . 77 . 78 . 77 . 79 . 80 . 80 . 80 . 81 . 81 . 86
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 85. 86. 87.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado ON Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto	. 75 . 76 . 76 . 77 . 78 . 77 . 78 . 78 . 78 . 79 . 80 . 80 . 81 . 86 . 86 . 86
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 88.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 20 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Lalógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado ON Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 2 posiciones	. 73 . 76 . 76 . 77 . 78 . 77 . 78 . 79 . 79 . 80 . 80 . 80 . 81 . 86 . 86 . 86
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Luz Piloto Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 2 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones	. 73 . 76 . 76 . 77 . 78 . 78 . 79 . 79 . 80 . 80 . 80 . 81 . 86 . 86 . 86 . 86 . 87
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8 Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9 Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10 Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado ON Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 2 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Pulsadores Anexo 1.1 Lista de materiales – Pulsadores	. 73 . 76 . 77 . 78 . 77 . 78 . 77 . 78 . 78 . 79 . 79 . 80 . 80 . 81 . 80 . 81 . 86 . 86 . 86 . 86 . 87 . 87
Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura Figura	75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91.	Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8. Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8. Resultados Práctica 9 – Giro del motor DC de la práctica 8. Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9. Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9. Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF Resultados Práctica 10 – PID FUZZY Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10. Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF. Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc. Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto. Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 2 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones Anexo 1.1 Lista de materiales – Pulsadores Anexo 1.1 Lista de materiales – Pulsadores Anexo 1.1 Lista de materiales – Voltímetro Bioitol 10K	. 75 . 76 . 77 . 78 . 77 . 78 . 78 . 78 . 79 . 79 . 80 . 80 . 80 . 81 . 86 . 86 . 86 . 86 . 87 . 87 . 87

Figura	93 . /	Anexo 1.1 Lista de materiales – Pantalla HMI KTP600	88
Figura	94 . /	Anexo 1.1 Lista de materiales – PLC S7-1200	88
Figura	95 . /	Anexo 1.1 Lista de materiales – Router Wireless 300Mbps	89
Figura	96 . /	Anexo 1.1 Lista de materiales – Planta Entrenadora de Procesos EP	С
			89
Figura	97. A	Anexo 1.1 Lista de materiales – Arduino Nano	89
Figura	98. L	Diagrama de conexiones electricas de los modulos PLU – Conexiones	00
		ción AC/DC	90 ćn
do Pod	33 . L	Diagrafila de correxiones electricas de los modulos PLC – Corrigulació	200
Figura	100	Diagrama de coneviones eléctricas de los módulos PLC - Entradas v	, ,
Salidas	Diai	tales	91
Figura	101	Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PI C – Entradas y	, ,
Salidas	Ana	lógicas	92
Figura	102.	Creación del provecto en el software TIA Portal	93
Figura	103.	Selección del PLC S7-1200.	93
Figura	104.	Selección del HMI KTP 600.	94
Figura	105.	Creación del bloque de función.	94
Figura	106.	Creación de variables locales de la práctica 1	95
Figura	107.	Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 1	96
Figura	108.	Creación de variables globales de la práctica 1	96
Figura	109.	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 1	97
Figura	110 .	Configuración del botón F4 para la práctica 1	97
Figura	111.	Configuración del botón F5 para la práctica 1	98
Figura	112 .	Configuración del botón FOCO para la práctica 1	98
Figura	113 .	Configuración del botón VENTILADOR para la práctica 1	99
Figura	114.	Configuración del botón TEMPERATURA para la práctica 1	99
Figura	115.	Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 1 1	.00
Figura	116 .	Creación de variables locales de la práctica 21	.01
Figura	117.	Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 2 1	.01
Figura	118.	Creación de variables globales de la práctica 21	.02
Figura	119.	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 21	.02
Figura	120.	Configuración del botón F4 para la práctica 21	.03
Figura	121.	Configuración del botón F5 para la práctica 21	.03
Figura	122.	Configuración del campo E/S Motor RPM Set para la practica 2 1	.04
Figura	123.	Configuración del campo E/S Motor RPM Act para la practica 21	.04
Figura	124.	Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 2	.05
Figura	125.	Creación de variables PLC a utilizar para la practica 3	.06
Figura	120.	Disaña da la pantella HMI para la préstica 2	.07
Figura	121.	Configuración del betón E4 para la práctica 3	.08
Figura	120.	Configuración del botón F5 para la práctica 3	.08
Figura	129.	Configuración del campo E/S Set Position para la práctica 2	.00
Figura	130.	Configuración del campo E/S Get Position para la práctica 3	.09
Figure	127	Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 3	00
Figure	132.	Creación de variables locales de la práctica /	11
Figura	134	Selección de los bloques NORM X SCALE X V PID COMPACT de	 Ia
práctica	a 4		
Figura	135	Creación de variables globales de la práctica 4	.12
Figura	136	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 41	.13
Figura	137.	Configuración del botón F4 para la práctica 41	.13
Figura	138.	Configuración del botón F5 para la práctica 41	.13

Figura 139.	. Configuración del campo E/S Temp. Act. para la práctica 4	114
Figura 140.	. Configuración del campo E/S Temp. Set. para la práctica 4	114
Figura 141.	. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 4	115
Figura 142	. Configuración del Botón FOCO para la práctica 4	115
Figura 143.	. Creación de variables locales de la práctica 5	117
Figura 144.	. Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 5	117
Figura 145.	. Selección del bloque PID_COMPACT de la práctica 5	118
Figura 146.	. Creación de variables globales de la práctica 5	118
Figura 147.	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 5	119
Figura 148.	. Configuración del botón F4 para la práctica 5	119
Figura 149.	. Configuración del botón F5 para la práctica 5	119
Figura 150.	. Configuración del campo E/S Motor RPM Set. para la práctica 5	120
Figura 151.	. Configuración del campo E/S Motor RPM Act. para la práctica 5	120
Figura 152.	. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 5	121
Figura 153.	Creación de variables locales de la práctica 6	122
Figura 154.	. Conversión grados/pulsos e contador incremento de ticks de la prác	tica
6		123
Figura 155	. Contador decremento ticks y conversión grados/pulsos de la práctica	a 6.
	• · · · · · · ·	123
Figura 156	Contador de la práctica 6	123
Figura 157.	Segmento de incremento de la práctica 6.	124
Figura 158	Segmento de decremento de la práctica 6	125
Figura 159	Creación de variables globales de la práctica 6	126
Figura 160	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 6	127
Figura 161.	. Configuración del botón F4 para la práctica 6	127
Figura 162	Configuración del botón F5 para la práctica 6	128
Figura 163.	Configuración del campo E/S Set Position para la práctica 6	128
. Figura 16	4. Configuración del campo E/S Get Position para la práctica 6	129
Figura 165.	Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 6.	129
Figura 166.	. Asignación de los dos PLC con sus respectivos HMI para la practica	120
	Asignasianos de direcciones ID para asde dispositivo de la práctica "	130 7
Figura 107.	Asignaciones de direcciones in para cada dispositivo de la practica	1.
Eigura 168	Asignación do buto do marcas do ciclo	121
Figura 160	Selección del bloque PLIT and GET de la práctica 7	121
Figura 109.	Configuración de los parámetros de conevión del bloque PLIT para l	л 121
práctica 7	e contractori de los parametros de conexión del bioque i or para la	u 132
Figura 171	. Configuración de entradas y salidas del bloque PUT para la práctica	7.
. igura ir ii		132
Figura 172	. Configuración de los parámetros de conexión del bloque GET para l	a
práctica 7		133
Figura 173.	. Configuración de entradas y salidas del bloque GET para la práctica	7.
		133
Figura 174.	Diseño de la pantalla HMI para la práctica 6	134
Figura 175	Configuración del botón F4 para la práctica 7	134
Figura 176	Configuración del botón F5 para la práctica 7	135
Figura 177.	. Configuración de cada círculo con su respectiva entrada para la	
práctica 7		135
Figura 178.	. Configuración de cada círculo con su respectiva salida para la prácti	ca
7		136
Figura 179	. Configuración del botón ENABLE para la práctica 7	136
Figura 180.	Creación de variables locales de la práctica 8	138

Figura	181.	Bloques de programación para el RPM del motor DC de la práctica 8	3.
			139
Figura	182.	Bioque de funcion P#8 para la practica 8.	139
Figura	183.	Agregor pueve copel del OPC Server	140
Figura	104.	Agregar nuevo canal del OPC Server.	141
Figura	100.	Selección del Network Adenteder	141
Figura	100.	Valeres de les dates Elect	142
Figura	107.	Posumon de la configuración escendida del OPC Server	142
Figura	180	Se agrega un nuevo Canal	1/12
Figura	105.	Asignación del nombre	1/1/
Figura	190.	Selección del modelo de dispositivo	111
Figura	192	IP del PI C S7-1200	144
Figura	193	Selección del Modo de Escaneo	145
Figura	194.	Configuración del Timing	145
Figura	195.	Configuración del Auto-Demotion	146
Figura	196.	Configuración de la base de datos	146
Figura	197 .	Configuración de los parámetros de comunicación	147
Figura	198.	Configuración de los Parámetros de Comunicación S7.	147
Figura	199 .	Configuración de las Opciones de Direccionamiento.	148
Figura	200 .	Resumen de la configuración. Clic en Finalizar para culminar	148
Figura	201 .	TAGs del OPC Server de la práctica 8	149
Figura	202 .	Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la práctica 8.	149
Figura	203 .	Panel Frontal y Diagrama de bloques de la práctica 8	150
Figura	204 .	Configuración de los Numeric Control de la práctica 8	150
Figura	205 .	Selección del Servidor del OPC.	151
Figura	206 .	Enlazamiento del primer Numeric Control.	151
Figura	207 .	Enlazamieno del segundo Numeric Control.	152
Figura	208.	Enlazamientod el tercer Numeric Control.	152
Figura	209.	Creación de variables locales de la práctica 9.	154
Figura 9	210.	Bloques de programación para el control de temperatura de la prácti-	ca 154
Figura	211	Bloque de función P#9 para la práctica 9	155
Figura	212	Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la práctica 9.	155
Figura	213.	Panel Frontal v Diagrama de bloques de la práctica 9.	156
Figura	214.	Creación de variables locales de la práctica 10	157
Figura	215.	Bloques de programación para el control de temperatura de la prácti	ca
10			157
Figura	216 .	Bloque de función P#10 para la práctica 10	158
Figura	217.	Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la práctica 10.	
			158
Figura	218 .	Panel Frontal y Diagrama de bloques de la práctica 10	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Conexiones del Db25	38
Tabla 2.	Lista de prácticas	43

INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil con el objetivo de una formación tanto teórica como práctica de los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica, cuenta con un laboratorio dedicado a la automatización y control industrial.

En la actualidad este laboratorio cuenta con pocas plantas de procesos, y estas últimas, son de gran dimensión, las cuales las hace difícil trasladarlas para su uso en la cátedra. También cuenta con módulos que se encuentra abiertos, con diseño poco seguros, los cuales los vuelven muy vulnerables a gente mal intencionada que busque dañarlos.

Este proyecto se refiere a un módulo con un autómata programable utilizando un entrenador EPC.

Los dispositivos utilizados en el desarrollo de este proyecto técnico amplían de manera considerable los conocimientos de los alumnos debido a la diversidad de aplicaciones que posee la planta de proceso industrial EPC de National Instruments y la gran capacidad y poder del PLC S7-1200 de Siemens.

Con los módulos entrenadores de procesos industriales, en las prácticas de laboratorio los estudiantes serán capaces de simular sus prácticas y ver el comportamiento de diferentes procesos industriales, mediante PLC SIMATIC S7-1200. Los datos adquiridos por la planta entrenadora EPC son visualizados en el interfaz HMI, de igual manera se puede controlar el funcionamiento del panel frontal del módulo, permitiéndoles obtener un panorama más amplio a los conceptos impartidos en las aulas de clases y laboratorios, dejando a un lado las prácticas convencionales con grandes plantas entrenadoras para trabajar en un entorno más reducido.

El primer capítulo de este proyecto se enfoca sobre el problema el cuál tomamos como base para el planteamiento del mismo, como son los antecedentes, el alcance, objetivos principales y específicos del proyecto.

El segundo capítulo detalla sobre los fundamentos teóricos, en donde se explica detalles y características del PLC S7-1200 utilizado en este proyecto, además del Entrenador de Planta para Control (EPC), placa Arduino NANO, la pantalla HMI en la cúal podemos visualizar y controlar las prácticas, y además, de los diferentes programas utilizados para la resolución de este proyecto.

El tercer capítulo detalla la construcción y conexiones del módulo PLC, diseño y construcción del circuito impreso, diseñada por los autores del del proyecto, la cuál transforma el voltaje de salida 24Vdc del PLC a 12Vcd para la alimentación del Entrenador de Planta para Control (EPC). También se detalla la configuración del Arduino NANO que se encarga de la lectura de los encoders digitales, realizando la conversión a encoders analógicos, y estás señales analógicas son amplificadas hasta 10V, logrando de esta manera, la lectura del encoder del EPC mediante forma analógica.

El capítulo 4 se describe las 10 prácticas del proyecto propuestas, y en la sección de anexos se explica y detalla el desarrollo de las mismas.

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, es una entidad con especializaciones en las ramas científico-técnicas. (Martillo & Zambrano, 2015). La carrera de Ingeniería Electrónica es una carrera que requiere estar en constante actualización de las nuevas tecnologías aplicables a sus funciones. Es importante que, a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica, se les facilite el manejo de equipos para la elaboración de prácticas que afiancen los conocimientos teóricos impartidos, además facilitar el desarrollo de proyectos utilizando sistemas que empleen tecnologías actuales vigentes y de libre desarrollo (Martillo & Zambrano, 2015).

Actualmente, en la sede Guayaquil, el laboratorio de Automatización Industrial tiene capacidad para 24 estudiantes, pero cuenta con pocas plantas de procesos, y estas últimas, son de gran dimensión, las cuales las hace difícil trasladarlas para su uso en la cátedra. También cuenta con módulos que se encuentra abiertos, con diseño poco seguros, los cuales los vuelven muy vulnerables a gente mal intencionada que busque dañarlos.

En vista de las temas y requerimientos actuales, se propuso el desarollo de este proyecto técnico, los cuáles amplían de manera considerable los conocimientos de los alumnos debido a la diversidad de aplicaciones que posee la planta de proceso industrial EPC de National Instruments y la gran capacidad y poder del PLC S7-1200 de Siemens. Se buscó ampliar las opciones de equipos disponibles para el aprendizaje de la materia de manera que los estudiantes puedan desarrollar los conocimientos inducidos y expuestos por parte del docente.

3

1.2. Importancia y Alcances

Con el pasar de los años, la tecnología nos otorga muchas oportunidades para poder innovar y perfeccionar tecnologías existentes, o también desarrollar versiones nuevas y recientes, que nos ayuden al momento de formarnos como ingenieros.

El presente trabajo significa un gran aporte para la materia de Automatización Industrial de la carrera de Ingeniería Electrónica, dotándolo de dos plantas de procesos EPC, los cuáles, mediante una red, diseñada por los autores de presente proyecto, son controlados por dos módulos PLC repotenciados.

El alcance del proyecto se limita al estudio de lo que conforma la planta de procesos EPC, de manera que los estudiantes puedan poner en práctica, todos sus conocimientos adquiridos por el docente de la materia.

Los beneficios de realizar estas prácticas, está la resolución y planteamientos de problemas generados en la vida real a los profesionales, por ejemplo, dentro de industrias, con sus Sistemas Industriales, los cuales son complementados con los conocimientos adquiridos de forma teórica de todas las asignaturas de la carrera, con el desarrollo de las prácticas enfocadas a un modelo real.

1.3. Delimitación

1.3.1. Temporal

Este proyecto técnico se lo implementó entre Mayo del 2019 y Noviembre del 2020.

1.3.2. Espacial

El proyecto técnico, está dirigido y diseñado para la carrera de Ingeniería Electrónica y sus estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil en el año 2020, dotándolo de una herramienta para la materia de Automatización Industrial.

1.3.3. Académica

El proyecto consistió en repotenciar dos módulos entrenadores para el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, mediante una planta de proceso industrial que es controlado a través de un PLC S7-1200, donde se pueden desarrollar diversas prácticas de Automatización y Control Industrial.

Por esta razón, se diseñó 10 prácticas didácticas de laboratorio utilizando equipos considerados de mayor utilidad para la cátedra y aprendizaje de la materia dando como resultado la elaboración de 2 módulos didácticos.

1.4. Innovación

La implementación de este proyecto técnico, para el laboratorio de Automatización Industrial de la carrera de Ingeniería Electrónica, tiene un impacto innovador. Dado que se ha repotenciado dos módulos, los cuáles tenían diseños abiertos y pocos seguros, y actualmente, se les mejoró su diseño y estructura. Y también, el manejo de una planta de procesos industriales que son controlados a través de un PLC S7-1200, dónde se pueden desarrollar diversas prácticas de control industrial, el cual amplía el campo de prácticas y de cátedras del docente de la materia.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

• Diseñar e implementar prácticas de Automatización Industrial utilizando el autómata PLC S7-1200 mediante la planta de procesos EPC.

1.5.2. Objetivos específicos

- Repotenciar los módulos actuales del laboratorio de Automatización Industrial.
- Ampliar el número de plantas de procesos para el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Diseñar una red entre el PLC S7-1200 y la planta de procesos EPC.
- Elaborar un banco de 10 prácticas didácticas en las cuales se desarrollen gradualmente y permitan optimizar el uso de los módulos repotenciados y de la planta de procesos EPC.
- Proveer de nuevas herramientas académicas para el beneficio de los estudiantes de la materia de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Optimizar los conocimientos teóricos y prácticos a través de las prácticas que se realizarán.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Simatic S7-1200

El controlador modular SIMATIC S7-1200 es el núcleo de la nueva línea de productos Siemens para tareas de automatización sencillas pero de alta precisión. (Siemens, 2019)

Características generales:

Según (Siemens, 2019), el SIMATIC S7-1200 ofrece a los profesionales de la instalación un amplio abanico de características técnicas entre las cuales cabe destacar las siguientes:

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
- Entradas analógicas integradas.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v13 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama SIMATIC Basic Panels.

El sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con cinco modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C, CPU 1215C y CPU 1217C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas. (Siemens, 2019)

Signal Board:

Puede añadirse en la parte frontal de cualquiera de las CPUs de manera que se pueden expandir fácilmente las señales digitales y analógicas sin afectar al tamaño físico del controlador. (Siemens, 2019)

Módulos de señal:

A la derecha de la CPU (a excepción de la CPU1211C) pueden colocarse los módulos de ampliación de E/S digitales y analógicos. La CPU 1212C está

capacitada para aceptar hasta dos módulos, la CPU 1214C, CPU 1215C y CPU 1217C hasta un total de ocho módulos de señal. (Siemens, 2019)

Módulos de comunicación:

Todas las CPUs SIMATIC S7-1200 pueden equiparse hasta con tres módulos de comunicación los cuales se colocan a la izquierda del controlador, lo que permite una comunicación sin discontinuidades. (Siemens, 2019). Esto módulos son:

- PROFIBUS Maestro/esclavo.
- Comunicación GPRS.
- AS-i y más sistemas Fieldbus.



Figura 1: Simatic S7-1200 (Siemens, 2019)

2.2. Entrenador de planta para control EPC

El Entrenador de Planta de Control "EPC" es una placa electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas de instrumentación y control tales como temperatura, velocidad, posición, señales analógicas de corriente continua, alterna, digital, y tren de pulsos. (Datalights, 2016)

Los experimentos que contiene el EPC son los siguientes según (Datalights, 2016):

- Control de Temperatura.
- Control de Velocidad de Motor DC.
- Control de Posición de Motor Stepper.

- Análisis de Sonido (adquisición y análisis de señales AC en dominio del tiempo y de la frecuencia).
- Relé de Propósito General



Figura 2: Entrenador de Planta para control "EPC" (Datalights, 2016)

Medición y Control de Temperatura

El EPC incluye un bombillo halógeno que produce calor cuando se enciende. Este elemento simula un dispositivo de calentamiento tipo On/Off como puede ser una niquelina, o una válvula todo-nada. (Datalights, 2016)

Un sensor de temperatura convierte la señal de calor en una señal de voltaje según la siguiente Ecuación dada por (Datalights, 2016)

Dónde:

°C: es la temperatura en grados Celsius.

V: es el voltaje que entrega el sensor de temperatura

100 es una constante numérica.

Un ventilador instalado frente al halógeno permite sacar el aire caliente del EPC, introduciendo también una perturbación en el sistema térmico. (Datalights, 2016).



Figura 3: Esquema de conexión de la planta EPC (Datalights, 2016).

2.3. Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont). (Arduino, 2019)

Arduino Nano es una placa de desarrollo de tamaño compacto, completa y compatible con protoboards, basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usando con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión Mini-USB, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo. (Arduino NANO, 2019) Posee las mismas capacidades que un Arduino UNO, tanto en potencia del microcontrolador como en conectividad, solo se ve recortado en su conector USB, conector jack de alimentación y los pines cambia un formato de pines header. (Arduino NANO, 2019).



Figura 4: Arduino NANO. (Arduino NANO, 2019)

2.4. Pantalla HMI KTP600

La línea de controladores SIMATIC S7-1200 ha incorporado a su gama de productos, los nuevos modelos de paneles llamados "Basic Panels". Estos son paneles con funcionalidad básica para pequeñas máquinas ó instalaciones. Su programación es posible realizarla desde Step 7 Basic así como también de WinCC Flexible Compact ó superior + SP1. (Siemens, 2019)

A continuación, se detalla ciertas características de la pantalla HMI KTP600:

- Manejo con teclado/táctil .
- pantalla TFT de 6".
- 256 colores.
- Interfaz PROFINET.
- configurable a partir de WinCC flexible 2008 SP2 Compact/ WinCC Basic V10.5/ STEP 7 Basic V10.5.



Figura 5: SIMATIC HMI KTP600 Basic Color PN, Basic Panel. (Siemens, 2019)

2.5. Labview 2019

LabVIEW es un entorno de programación diseñado para mejorar la productividad y alcance de ingenieros y científicos. (National Instruments, 2019)

Con un tipo de programación gráfica que facilita al usuario la visualización, creación y codificación de sistemas de ingeniería, LabVIEW es una fuente de

ayuda para que los ingenieros puedan convertir sus ideas en realidad, reduciendo tiempos de pruebas y ofreciendo análisis de información basado en datos recolectados. (National Instruments, 2019)

Compuesto por una recopilación sin precedentes de hardware de medidas, software legado de sus versiones anteriores e IP para obtener una tecnología de punta. (National Instruments, 2019)

LabVIEW ha sido por décadas la solución eficaz para crear, implementar y probar el Internet de las cosas, se lo ha utilizado desde el desarrollo de máquinas inteligentes hasta garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos conectados. (National Instruments, 2019)



Figura 6: Logo Labview 2019 (National Instruments, 2019)

Aplicaciones:

- Adquisición de Datos y Procesar Señales: Es capaz de adquirir información de cualquier sensor en cualquier bus, realizar el análisis y procesamiento de señales avanzadas, la visualización de datos en interfaces personalizadas por los usuarios y el registro de datos y generación de reportes. (National Instruments, 2019)
- Control de Instrumentos: Automatiza la colección de datos, controla múltiples instrumentos y el análisis y visualización de señales. (National Instruments, 2019)
- Automatizar Sistemas de Pruebas y Validación: Permite automatizar las pruebas de validación y producción de productos, control de múltiples instrumentos de manera simultánea y el análisis y

visualización de resultados de pruebas con interfaces personalizadas por los usuarios. (National Instruments, 2019)

- Sistemas Embebidos de Monitoreo y Control: Es capaz de reutilizar código ANSI C y HDL, integrar hardware comercial, generar prototipos con tecnología FPGA y permite acceso a herramientas personalizadas para medicina, robótica y más. (National Instruments, 2019)
- Enseñanza Académica: Utiliza un enfoque práctico e interactivo de fácil aprendizaje combinando el diseño de algoritmos con información recopilada de datos reales, aumenta el rendimiento de aplicaciones con procesamiento multinúcleo. (National Instruments, 2019)

2.6. Panel frontal

Cuando abre un VI nuevo o existente, aparece la ventana del panel frontal del VI. La ventana del panel frontal es la interfaz de usuario para el VI. La Figura 7 muestra un ejemplo de una ventana del panel frontal. (NI, Panel Frontal, 2019)



Figura 7: Labview 2019 Panel Frontal. (NI, Panel Frontal, 2019)

2.7. Diagrama de bloques

Los objetos del diagrama de bloques incluyen terminales, subVIs, funciones, constantes, estructuras y cables, los cuales transfieren datos junto con otros objetos del diagrama de bloques. (NI, Diagrama de Bloques, 2019) Después de que crea la ventana del panel frontal, añade código usando representaciones gráficas de funciones para controlar los objetos del panel frontal. La ventana del diagrama de bloques contiene este código de fuente gráfica. (NI, Diagrama de Bloques, 2019)



Figura 8: Labview 2019 Diagrama de Bloques. (NI, Diagrama de Bloques, 2019)

2.8. Tia Portal

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Convence por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. (Siemens, 2017)

El TIA Portal incorpora las nuevas versiones de software SIMATIC Step7, WinCC y Startdrive para la programación, parametrización y diagnóstico de nuestros controladores SIMATIC, pantallas de visualización, y accionamientos, la nueva versión del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 para la planificación, la programación y el diagnóstico de todos los controladores SIMATIC. (Siemens, 2017)

Con una nueva generación de editores de programación más productivos se optimiza la calidad, la eficiencia y la consistencia de todo el proceso de producción. Se dispone así de texto estructurado, diagramas de contactos, esquemas de funcionamiento, listas de instrucciones y la posibilidad de programar la cadena de procesos. (Siemens, 2017)

Como parte integrante del TIA Portal, SIMATIC STEP 7 abre nuevas perspectivas para maximizar la eficiencia en la programación y la calidad de la ingeniería. (Siemens, 2017)

2.9. SINAMICS Startdrive

Con SINAMICS Stardrive los accionamientos de SINAMICS G120 se integran de forma impecable en las soluciones de automatización de SIMATIC. (Siemens, 2017)

Así son fáciles de parametrizar, de poner en marcha y de diagnosticar. Esto supone un ahorro de tiempo, reduce los errores en la ingeniería y el esfuerzo en la capacitación. (Siemens, 2017)

Caracterizado por:

- Interacción perfecta entre PLC y accionamientos.
- Familiarización rápida gracias a un alto grado de facilidad de uso.
- Ingeniería de alta eficiencia por medio de una sola herramienta para la puesta en marcha de los accionamientos.


Figura 9: Características de SINAMICS. (Siemens, 2017)

2.10. SIMATIC STEP 7

Dentro del TIA Portal, SIMATIC STEP 7 es el software que permite configurar, programar, revisar y diagnosticar todos los controladores SIMATIC Gracias a una serie de funciones de fácil manejo, SIMATIC STEP 7 garantiza un ahorro de gastos considerable en todos los procesos de automatización. (Siemens, 2017)

Dentro de esta herramienta, se encuentran los siguientes softwares:

- STEP 7: El editor de programas para programación de los controladores SIMATIC. Contempla los siguientes lenguajes: KOP, FUP y AWL (no S7-1200 / S7-1500). S7-SCL Programación de algoritmos complejos S7-SCL se corresponde con el lenguaje de programación textual de alto nivel ST (texto estructurado) definido en la norma IEC61131-3 y cumple con los niveles Base Leven y Reusability Leven conformes a PLCopen. (Siemens, 2017)
- S7-SCL: Está indicado especialmente para la programación de algoritmos complejos y funciones matemáticas o bien para tareas del ámbito de procesamiento de datos. (Siemens, 2017)
- S7-GRAPH: Programación de controles secuenciales El paquete de software S7-GRAPH se utiliza para describir procesos secuenciales con secuencias alternativas o paralelas. Los procesos se configuran y

se programan de una forma clara y rápida en un tipo de representación estandarizado (según IEC 61131-3, DIN EN 61131). (Siemens, 2017)

 S7-PLCSim: Para probar el software sin controlador Los sistemas de simulación pueden admitir con plena eficacia el desarrollo de programas y su utilización productiva. Un entorno de prueba simulado, incluido el control y el proceso, acorta, por ejemplo, los tiempos de puesta en marcha y, por tanto, reduce los costes. (Siemens, 2017)

SIMATIC STEP 7		
Lenguajes de programación		
LAD, FBD, SCL, STL ¹), S7-GRAPH ¹) Opcional: STEP 7 Safety, Easy Motion	n, PID Pro	fessional
WinAC (incl. Failsafe)		
S7-1500	sional	
S7-300/S7-400 ET 200 CPU, (incl. Failsafe)	Profes	
\$7-1200		Basic

Figura 10: Características de SIMATIC STEP 7. (Siemens, 2017)

2.11. WinCC

Una herramienta de ingeniería para configurar desde un panel básico HMI hasta un sistema SCADA. El software de ingeniería WinCC permite la configuración coherente de todos los paneles de operador SIMATIC, hasta los puestos de visualización basados en PC. Su integración en TIA Portal hace posible una eficacia de configuración notablemente mayor que la del WinCC Flexible, en especial cuando se trata de manejar y visualizar aplicaciones de controladores SIMATIC. (Siemens, 2017)

WinCC V12 se ofrece en 4 versiones:

WinCC V12 Basic

• Basic Panels.

WinCC V12 Comfort

- Como WinCC Basic.
- Comfort Panels.
- Panels OP 73, OP 77A, OP 77B, TP 177A, TP 177B, OP 177B, TP 277, OP 277.
- Mobile Panels: Mobile Panel 177, Mobile Panel 277.
- Multi Panels: MP 177, MP 277, MP 377.

WinCC V12 Advanced

- Como WinCC Comfort.
- SIMATIC PC con WinCC Runtime Advanced.
- SIMATIC Panel PC: HMI IPC277D, Panel PC 477B, HMI IPC477C, Panel PC 577B, HMI IPC577C, Panel PC 677B, HMI IPC677C.
- SIMATIC Box PC: IPC227D, Microbox PC 427B, IPC427C, Box PC 627B, IPC627C, Box PC 827B, IPC827C.
- SIMATIC Rack PC: Rack PC 547B, IPC547C, Rack PC 647B, IPC647C, Rack PC 847B, IPC847C.
- Modular Embedded Controller SIMATIC: EC31.
- PC estándar con WinCC Runtime Advanced.

WinCC V12 Professional

- Como WinCC Advanced
- SIMATIC PC con WinCC Runtime Professional
- SIMATIC Panel PC: HMI IPC677C
- SIMATIC Box PC: IPC627C, IPC827C
- SIMATIC Rack PC: IPC547C, IPC647C, IPC847C
- PC estándar con WinCC Runtime Professional



Figura 11: Características de SIMATIC WinCC. (Siemens, 2017)

2.12. Software Arduino

El software de Arduino es un IDE, entorno de desarrollo integrado (siglas en inglés de Integrated Development Environment). Es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. (AprendiendoArduino, 2016)

El IDE de Arduino es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware. (AprendiendoArduino, 2016)

Para empezar a programar la placa Arduino es necesario descargar un IDE (Integrated Developmet Environment). El IDE es un conjunto de herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar y grabar todo el código necesario para hacer que nuestro Arduino funcione como queramos. El IDE de Arduino nos permite escribir, depurar, editar y grabar nuestro programa (Ilamados "sketches" en el mundo Arduino) de una manera sumamente sencilla, en gran parte a esto se debe el éxito de Arduino, a su accesibilidad. (Arduino, 2015)



Figura 12: Entorno de programación Arduino. (Arduino, 2015)

2.13. Software Proteus Professional

Proteus software también conocido como Proteus Design Suite se trata del mejor software disponibles para la simulación de distintos tipos de diseños relacionados con microcontroladores. Su popularidad se debe principalmente a que cuenta con casi todos los microcontroladores del mercado, razón por la que se trata de una herramienta muy útil para los aficionados de la electrónica a través de la que pueden probar diseños y programas integrados. Debido a estas razones es uno de los programas para ingenieros más utilizados, especialmente por los electrónicos. (Ortiz, 2020)



Figura 13: Software Proteus. (Ortiz, 2020)

Incluye una captura esquemática, simulación y módulos de diseño de PCB (placa de circuito impreso), por lo que después de simular su circuito en el software Proteus, puede realizar directamente un diseño de PCB con él para que pueda ser un paquete todo en uno para estudiantes y aficionados. (Ortiz, 2020)

Principales características:

Al ser uno de los software más populares dentro de su área cuenta con características muy interesantes, tanto para el ámbito industrial así como el sector educativo. (Ortiz, 2020)

- Prototipos Virtuales que permiten probar el sistema antes de que se transfiera a la PCB física.
- La función de enrutamiento automático utilizada como estándar ahorra tiempo a diferencia del enrutamiento no crítico.
- Acceso directo a más de 15 millones de piezas, por lo que no es necesario construir ningún componente para su uso en la simulación.
- La simulación de circuitos ofrece a los estudiantes una herramienta de aprendizaje que es práctica, rápida, divertida y que no genera grandes costos.
- Es una solución de software que permite a los maestros preparar y reutilizar laboratorios virtuales.

Según (Ortiz, 2020), las licencias cuentan con flexibilidad debido a que dan libertad para que las clases y tareas se completen en cualquier lugar.



Figura 14: Interfaz del Software Proteus. (Ortiz, 2020)

2.14. Ares Professional

Ares (Software de Edición y Ruteo Avanzado) es la herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes. Se utiliza para la fabricación de placas de circuito impreso, permitiendo editar generalmente, las capas superficial (Top Copper) y de soldadura (Bottom Copper). Nos permite crear el diseño de placas de PCB en una plataforma informática mediante diferentes y numerosas herramientas para su posterior elaboración en un laboratorio o similar. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)

En la Figura 15, se muestra su interfaz:



Figura 15: Interfaz del Software Ares. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)

Ares nos permite estas dos opciones:

- Creación del diseño de la placa PCB de forma directa, sacando los componentes existentes en las librerías o los que hayan sido creados por el propio usuario, y realizando posteriormente el ruteado del diseño. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)
- Creación del diseño de la placa PCB después del diseño del esquemático en el programa ISIS. Esto consiste en realizar el esquema eléctrico en ISIS y cuando ya esté terminado y sin errores, mediante el botón ARES que hay en la barra de menús, pasará todos los componentes a ARES y permite que, en el caso de elegir la opción de colocado automático de componentes, tenga en cuenta dicho diseño en ISIS para el trazado de pistas. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)

El trazado de pistas o ruteado puede hacerse de forma manual o automática con la herramienta autoruter. Ésta herramienta se encarga de realizar todo el trazado de pistas entre componentes tanto por la cara superior como por la inferior. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)

Además, éste programa nos permite realizar la creación de cápsulas para asignárselas a componentes de ISIS y que muestren un determinado aspecto a la hora de visualizar la placa en 3D y que el programa guarde el espacio necesario para cada componente. La creación se puede hacer con las herramientas que aparecen en la parte inferior de la barra de herramientas. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)



Figura 16: Software Ares. (Rodríguez & Recio, Sin fecha)

2.15. Puerto Paralelo DB25

El puerto paralelo es un tipo de interfaz presente en los ordenadores y en otros equipos informáticos y electrónicos que nos permite conectar distintos tipos de periféricos. Esta interfaz de comunicación se lleva a cabo mediante distintos tipos de puertos, con una determinada cantidad de contactos o cables. El nombre que recibe es debido a su funcionamiento, el cual se realiza mediante el envío de una serie de bits a la vez y en forma de paquetes. Si llevamos esto a nivel físico lo que tendríamos es un cable por cada bit que se enviase, forma así el bus de datos. Por ejemplo, si quisiéramos enviar 8 bits a la vez, necesitaríamos un bus de 8 cables. Además, se utilizan una serie de bits de control que viajarán en ambos sentidos en vías aparte con el objetivo de sincronizar la conexión entre el periférico y el host, y también cables de tierra. (Navas, 2020)



Figura 17: Puerto Paralelo DB25. (Navas, 2020)

DB25

El conector DB25 es un conector analógico de 25 clavijas de la familia de conectores D-Subminiature (D-Sub o Sub-D). El conector DB25 se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232 (RS-232C). Conector hembra (jack) DB25 con pines para soldar al cable y hacer una extensión de datos. (GeekbotElectronics, 2020)

Especificaciones:

- Género: Jack (Hembra)
- Número de pines: 25 Pines
- Tipo: DB25
- Para Soldar
- Para hacer extensión
- Metálico



Figura 18: Pines Db25. (Navas, 2020)

2.16. Placa de Circuito Impreso (PCB)

PCB son las siglas de Placa de Circuito Impreso, pero utilizamos las siglas en inglés (Printed Circuit Board) para no confundirla por ejemplo con las ranuras PCI de nuestro PC. (Navas, 2020)

Según (Navas, 2020) Pues una PCB básicamente es un soporte físico en donde se instalan componentes electrónicos y eléctricos y se interconectan entre ellos. Estos componentes pueden ser, chips, condensadores, diodos, resistencias, conectores, etc. Si echas un vistazo a un ordenador por dentro, verás que hay múltiples placas planas con un montón de componentes pegados a ella, se trata de una placa base y está compuesta por una PCB y los componentes que hemos citado.

Para conectar cada elemento en una PCB utilizamos una serie de pistas conductoras de cobre extremadamente finas y que general un carril,

conductor, como si de un cable se tratase. En los circuitos más sencillos, solamente tenemos pistas conductoras en una cara o las dos visibles de la PCB, pero en otros más completos tenemos pistas eléctricas e incluso componentes apilados en múltiples capas de ellas. (Navas, 2020)



Figura 19: Ejemplo de una PCB. (Navas, 2020)

Los circuitos impresos están compuestos por una serie de capas conductoras, al menos los más complejos. Cada una de estas capas conductoras está separada mediante un material aislante que se llama sustrato. Para conectar pistas de distintas capas se utilizan orificios llamados vías que pueden atravesar completamente la PCB o solamente llegar hasta una determinada profundidad. (Navas, 2020)

El sustrato puede ser de distintas composiciones, pero siempre de materiales no conductores para que cada una de las pistas eléctricas lleven su propia señal y voltaje. El más utilizado actualmente se llama Pértinax que básicamente es un papel cubierto de resina, muy fácil de manejar y de mecanizar. Pero en los equipos de altas prestaciones se utiliza un compuesto llamado FR-4 es que un material de fibra de vidrio cubierto de resina resistente al fuego. (Navas, 2020)

Los componentes electrónicos por su parte, irán casi siempre en la zona externa de las PCB, e instalados en ambas caras, para aprovechar al máximo la extensión de ellas. Antes de crear las pistas eléctricas, las distintas capas de la PCB solamente están formadas por el sustrato y unas láminas muy fina de cobre u otro material conductor, y será mediante una máquina similar a una

impresora como se crearán éstas y a través de un proceso bastante largo y complejo. (Navas, 2020)



Figura 20: Capas de una PCB. (Navas, 2020)

2.17. Módulo XL6009

El convertidor de voltaje DC-DC Step-Up 2.5A XL6009 tiene como función entregar un voltaje de salida constante superior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga. Soporta corrientes de salida de hasta 2.5A, voltaje de entrada entre 5V a 32V y voltaje de salida entre 7V a 32V. El voltaje de salida se selecciona mediante un potenciómetro multivuelta. (NAYLAMP ELECTRONICS, Sin fecha)

Los convertidores DC/DC son circuitos capaces de transformar un nivel de voltaje a otro de mayor o menor nivel. Existen dos tipos de convertidores o reguladores DC-DC: lineales y conmutados (switching). Los reguladores de tipo lineal como el clásico LM7805 o el LM317 son muy sencillos de utilizar pero no son eficientes energéticamente. Por el contrario los reguladores de tipo conmutado presentan altos niveles de eficiencia energética (superior al 80%). Los convertidores conmutados convierten el voltaje mediante el almacenamiento periódico de energía de entrada y la posterior liberación de esa energía en la salida de forma que el nivel de voltaje de final es el deseado. Los convertidores DC-DC conmutados con el objetivo de convertir la energía eléctrica con la máxima eficiencia poseen únicamente componentes que no presentan perdidas, es decir, que no absorben energía. Los conmutadores son básicamente de 2 tipos: conmutadores y almacenadores. Los conmutadores son interruptores del paso de corriente, que idealmente no presentan pérdidas

por conmutación, normalmente son transistores mosfet. Los componentes almacenadores son los inductores y capacitores que almacenan la energía temporalmente para luego devolverla al circuito. Podemos clasificar a conmutadores DC-DC por su voltaje de salida en: reductores (Step-Down o Buck), elevadores (Step-Up o Boost) y reductores-elevadores (Step-Up-Down o Buck-Boost). (NAYLAMP ELECTRONICS, Sin fecha)

El convertidor DC-DC XL6009 es un regulador de tipo conmutado elevador (Step-Up o Boost) con una alta eficiencia de conversión, excelente regulación de línea y bajo voltaje de rizado. El módulo reduce al mínimo el uso de componentes externos para simplificar el diseño de fuentes de alimentación. Permite obtener un voltaje regulado a partir de una fuente con un voltaje inferior, por ejemplo: obtener 5V o 12V a partir de una batería de litio de 3.7V. Es capaz de manejar una carga de hasta 2.5A o 10W máx. (NAYLAMP ELECTRONICS, Sin fecha)



Figura 21: Módulo XL6009. (NAYLAMP ELECTRONICS, Sin fecha)

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de los planos del tablero

Para el montaje de los elementos de control, se diseñaron en el software AutoCAD, las dos estructuras metálicas, las cuales servirán para facilitar su uso.

A continuación, se muestra los diseños de las estructuras metálicas:



Figura 1: Vista Isométrica de la estructura metálica.



Figura 2: Vista frontal de la estructura metálica.



Figura 3: Medidas de las perforaciones de la estructura metálica en donde irán instalados los elementos de control.

3.2. Construcción de la estructura.

Una vez hecho el diseño en AutoCAD, se mandó a construirlo de metal, junto con las perforaciones correspondientes.



Figura 4: Construcción de la estructura metálica.

Una vez, luego de perforarla, se procedió a colocarle el acrílico, a pintarla y a colocarle una cerradura metálica.



Figura 5. Estructura metálica finalizada.

Luego que la estructura metálica está terminada, ahora está lista para colocar los elementos de control. En la parte frontal se encuentran instalados:

- Touch Panel Siemens KTP600 Basic PN.
- Pulsadores.
- Selectores.
- Voltímetro.
- Luces piloto.
- Potenciómetros.
- Switches de 2 y 3 posiciones.
- Conectores banana hembra.



Figura 6. Parte frontal de la estructura metálica con sus elementos de control instalados.

En la parte lateral se encuentran instalados:

- DB25.
- Interruptor ON/OFF.
- Toma red Ethernet.
- Enchufe de 3 pines hembra



Figura 7. Parte lateral de la estructura metálica con sus elementos de control instalados.

En la parte interior se encuentran instalados:

- PLC Siemens S7-1200.
- Relés Schneider de 24Vdc.
- Canaletas.
- Router Inalámbrico Tp-Link 300Mbps.
- Borneras.
- Breaker.
- Cableado y conexiones eléctricas que hacen posible el funcionamiento del módulo.



Figura 8. Parte interior de la estructura metálica con sus elementos de control instalados.

3.3. Diagrama de conexiones eléctricas del módulo.

El diagrama eléctrico del módulo consta de 4 partes:

- 1. Conexiones de alimentación AC/DC.
- 2. Conexiones de entradas y salidas digitales.
- 3. Conexiones de entradas y salidas analógicas.
- 4. Conexiones y configuración de redes.

3.3.1. Conexiones de alimentación AC/DC

En la Figura 30, se muestra las conexiones de la alimentación AC/DC.



Figura 9. Conexiones de alimentación AC/DC.

3.3.2. Conexiones de entradas y salidas digitales.

En la Figura 31, se muestra las conexiones de las entradas y salidas digitales.



Figura 10. Conexiones de entradas y salidas digitales.

3.3.3. Conexiones de entradas y salidas analógicas.

En la Figura 32, se muestra las conexiones de las entradas y salidas analógicas.



Figura 11. Conexiones de entradas y salidas analógicas.

3.3.4. Conexiones y configuración de redes.

En la Figura 33, se muestra las conexiones y configuración de las redes.



Figura 12. Conexiones y configuración de las redes.

3.4. Puesta en marcha del módulo PLC repotenciado.

Una vez terminado las conexiones, procedemos a poner en marcha los módulos, los cuales se comprobó su funcionamiento compilandole diversos y diferentes programas, para poner a prueba todos los elementos de control.

En la Figura 35 podemos observar el funcionamiento del mismo.



Figura 13. Cableado de los diversos elementos de control.



Figura 14. Puesta en marcha de los módulos repotenciados PLC.

3.5. Conexión del DB25.

Pines del DB25	Conectado a:
1	+24 Vdc
2	S1
3	S2
4	\$3
5	S4
6	S5
7	S6
8	S7
9	S8
10	S9
11	S10
12	S11
13	S12
14	H1
15	H2
16	H3
17	H4
18	H5
19	H6
20	H7
21	H8
22	AI1
23	AI2
24	Masa
25	Masa

En la Tabla 1, se describe la conexión de cada uno de los pines del DB25.

Tabla 1 Conexiones del Db25.

3.6. Diseño de la tarjeta electrónica PCB.

Para el diseño de la tarjeta electrónica PCB, se utilizó el programa Proteus para simular el circuito y verificar que realice su funcionamiento.



Figura 15. Simulación del circuito impreso PCB.

Posteriormente, este circuito lo pasamos al programa Ares, el cual podremos empezar a diseñar la tarjeta electrónica.



Figura 16. Diseño de la tarjeta electrónica.

Mediante la ayuda del programa Ares, podemos observar en 3D como quedaría nuestra tarjeta electrónica.



Figura 17. Vista en 3D de la tarjeta electrónica.

Una vez que se la mandó a hacer, nos quedó de esta forma, como se puede observar en la Figura 39.



Figura 18. Resultado final de la tarjeta electrónica.

3.7. Configuración del Arduino para la lectura los encoders del motor de paso y del motor DC.

El Arduino NANO se encarga de realizar la lectura de los encoders de los motores, transformando esas señales digitales a señales analógicas. A la vez, esta salida analógica, está siendo amplificada hasta 10V. La variación que antes había de 0-5V, se convierte en una variación de 0-10V.

De esta manera, se logra la lectura de los encoders de la EPC mediante forma analógica.

```
int N = 36;
                                                   // nùmero de ranuras del encoder
float diametro = 3;
int contadorTicks = 3;
                                               // diametro de la llanta cm
                                                  // nùmero de ticks para calculo de velocidad
int tam = 10;
                                             // tamaño del vector del calculo de promedio, se debe descomentar la linea que se vaya a usar
int rpm=0;
///----- Variables de motor derecho-----
volatile unsigned muestreoActualInterrupcionR = 0;
                                                   // variables para definición del tiempo de interrupción y calculo de la velocidad motor der
volatile unsigned muestreoAnteriorInterrupcionR = 0;
double deltaMuestreoInterrupcionR = 0;
int encoderR = 2; // pin de conexión del encoder derecho
double frecuenciaR = 0;
                                                   // frecuencia de interrupción llanta R
double Wr = 0;
                                                    // Velocidad angular R
double Vr = 0;
                                                   // velocidad Lineal
int CR = 0;
                                                   // contador ticks
float vectorR[] = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}; // vector de almacenamiento de datos para promedio del tiempo de interrupciones
```



```
//----- Variables de motor Izquierdo -----
void setup() {
 attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (encoderR), REncoder, FALLING); // linea para añadir una interrupción a un PIN
 Serial.begin(9600);
                                                                     // inicio de la comunicación serial
pinMode(6,OUTPUT);
void REncoder() {
                                                                     // funciòn de interrupciòn del enconder llanta derecha
     CR++:
     if (CR == contadorTicks) {
         float media = 0;
         deltaMuestreoInterrupcionR = muestreoActualInterrupcionR - muestreoAnteriorInterrupcionR; // diferencia tiempos de interruciones de ticks del motor
         for(int i=0;i < tam-1;i++) {</pre>
                                                                                                  // relleno del vector para calculo posterior del promedio
            vectorR[i]=vectorR[i+1];
           1
          vectorR[tam-1]=deltaMuestreoInterrupcionR ;
                                                                                   // ùltimo dato del vector
          for(int i=0;i<tam;i++){</pre>
                                                                                   // Càlculo de la media del vector
            media = vectorR[i]+ media;
           1
          media = media/tam;
                                                                                 // se reemplaza por el valor de su medìa.
        deltaMuestreoInterrupcionR = media;
frecuenciaR = (1000) / deltaMuestreoInterrupcionR;
muestreoAnteriorInterrupcionR = muestreoActualInterrupcionR;
                                                                                   // frecuencia de interrupciòn
                                                                                   // se actualiza el tiempo de interrupción anterior
         CR = 0;
                                     //Reinicio de contador
     }
 }
```

Figura 20. Configuración del motor de paso.

Figura 21. Configuración para la conversión de la frecuencia de pulsos del encoder a Revoluciones Por Minuto (RPM).

4. PRÁCTICAS

En el presente capítulo, se desarrollan 10 prácticas de laboratorio. Estas prácticas fueron diseñadas para observar el funcionamiento, comportamiento y los efectos de cada dispositivo del Entrenador de Planta para Control "EPC", junto al Autómata PLC S7-1200.

En la Tabla 2, se visualiza la lista de prácticas.

Nº de Práctica	Título de práctica
1	Control y medición de temperatura.
2	Control de velocidad-señal de
	encoder(forma analógica de un motor
	DC)
3	Control de posición de un Motor de paso
	unipolar (Stepper) utilizando Labview
	mediante OPC
4	Control de temperatura PID(mediante
	PWM)
5	Control PID de velocidad de motor DC
6	Control de posición de un motor de paso
	unipolar(Stepper)
7	Comunicación entre dos autómatas
	programables S7-1200)
8	Control y comunicación de un motor DC
	utilizando Labview mediante OPC

9	Control y comunicación de temperatura	
	utilizando Labview mediante OPC	
10	Control PID Fuzzy de temperatura	

Tabla 2. Lista de prácticas.

Práctica 1: Control y medición de temperatura

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPSGYE
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización Industrial	
TÍTULO DE LA PRÁCTICA		Control y medición de temperatura.	

1. Objetivos

• Reconocer las principales funciones del autómata PLC S7-1200 y la

EPC

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar y medir la temperatura
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal para el control y medición de temperatura del Halógeno de la EPC y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 43.



Figura 22. Diseño propuesto para PRÁCTICA 1.

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos en el anexo 1.2 sobre el ensamblado del prototipo.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.1 sobre la resolución de la práctica 1.

Práctica 2: Control de velocidad-señal de encoder(forma analógica de un motor DC)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingenie	eniería Electrónica ASIGNATURA : Auto		matización Industrial
TÍTULO DE LA PRÁCTICA		Control de velocidad encoder(forma anale DC)	d-señal de ógica de un motor

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar y la velocidad-señal del encoder en forma analógica de un motor DC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal para el control de la velocidad del motor DC de la EPC y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 44.

SIEMENS		SIMATIC PANEL
	Electronica UPS-GYE	10
1000 800- 600- 200- 0-	ELOCIDAD VS SEÑAL 1000 PRACTICA#2 1000 CONTROL VELOCIDAD-SEÑAL 1000 CONTROL VELOCIDAD-SEÑAL 1000 DE ENCODER (FORMA ANALOGICA) 1000 DE UN MOTOR DC" 200 AUTORES: VEGA MUÑOZ DANIEL 200 RACTICA#2	H
F4:SAL F5: ME	MOTOR RPM SET 000 MOTOR RPM ACT 000 PRACTICAS	

Figura 23. Diseño propuesto para PRÁCTICA 2

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.2 sobre la resolución de la práctica 2.

Práctica 3: Control de posición de un Motor de paso unipolar (Stepper) utilizando Labview mediante OPC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		INGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	ASIGNATURA: Com Industriales, Electiva	nunicaciones 2, Automatización
TÍTULO DE LA PRÁCTICA		Control de posición unipolar (Stepper) u mediante OPC	de un Motor de paso tilizando Labview

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar la posición de un Motor de paso utilizando Labview mediante OPC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal y Labview para el control de posicionamiento de un motor de paso (Stepper) de la EPC mediante OPC y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 45.

SIEMENS	E INGENIERÍA ELECTRONICA UPS-G	
	360 360 240 240 120 -120 0 -120 0 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -120 -240 -240 -240 -240 -360 -360	B DN DE (POLAR NDO E OPC 4ANIJEL
	POSICION DESEADO POSICION ACTUAL F5: MENU PRACTICAS F1 F2 F3 F4 F5 F6	3

Figura 24. Diseño propuesto para PRÁCTICA 3

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.3 sobre la resolución de la práctica 3.

Práctica 4: Control de temperatura PID (mediante PWM)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización Industrial	
TÍTULO DE LA PRÁCTICA		Control de temperat	ura PID (mediante
		PWM)	

4. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Realizar un PID para controlar la temperatura del halógeno de la EPC mediante PWM.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

5. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal un PID para el control de la temperatura del halógeno de la EPC mediante PWM y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 46.



Figura 25. Diseño propuesto para PRÁCTICA 4

6. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.4 sobre la resolución de la práctica 4.

Práctica 5: Control PID de velocidad de motor DC.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Automatización Industrial	
TÍTULO DE LA PRÁCTICA		Control PID de velo	cidad de motor DC

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Realizar un PID para controlar la velocidad del motor DC de la EPC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal un PID para el control de la velocidad del motor DC de la EPC y controlarlo y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 47.


Figura 26. Diseño propuesto para PRÁCTICA 5

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.5 sobre la resolución de la práctica 5.

Práctica 6: Control de posición de un motor de paso unipolar(Stepper)

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA D	E PRÁCTICA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	ASIGNATURA: Auto	matización Industrial
		Control de posición	de un motor de paso
	FRACTICA	unipolar(Stepper)	

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar la posición del motor de paso unipolar (Stepper) de la EPC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal para controlar la posición del motor de paso unipolar (Stepper) de la EPC, controlarlo y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 48.



Figura 27. Diseño propuesto para PRÁCTICA 6.

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.6 sobre la resolución de la práctica 6.

Práctica 7: Comunicación entre dos autómatas programables S7-1200).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA D	E PRÁCTICA	CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	ASIGNATURA: Auto	matización Industrial.
		Comunicación entre	dos autómatas
	FRACTICA	programables S7-12	200)

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre los dos módulos PLC S7-1200.
- Diseñar un bloque de programa en el TIA Portal el cual, los dos módulos

PLC S7-1200 se comuniquen a modo Maestro-Esclavo.

• Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal un programa, donde dos módulos PLC se comuniquen a modo de Maestro-Esclavo y puedan ser controlados y visualizados mediante la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 49.

SIEMENS		:	SIMATIC PANEL
		NGENIERÍA ECTRÓNICA UPS-GYE	
	ENTRADAS PLC A [0.0 10.1 10.2 10.3	PRACTICA#7	P
	$\begin{array}{ccccc} \text{IO.4} & \text{IO.5} & \text{IO.6} & \text{IO.7} \\ \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc \\ \text{SALIDAS PLC A} \end{array}$	'COMUNICACION ENTRE DOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES S7-1200"	
	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	AUTORES; VEGA MUÑOZ DANIEL RANGEL GUTIERREZ MANUEL	
	60.5 00.6 00.7 64:SALIR	ENABLE	
	F5: MENU PRACTICAS		
	F1 F2 F3	F4 F5 F6	

Figura 28. Diseño propuesto para PRÁCTICA 7

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.7 sobre la resolución de la práctica 7.

Práctica 8: Control y comunicación de un motor DC utilizando Labview mediante OPC.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA D	E PRÁCTICA	CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	ASIGNATURA: Com Electiva 2, Automatiza	uunicación Industrial, ación Industrial
TÍTULO DE LA	PRÁCTICA	Control y comunicad utilizando Labview n	ción de un motor DC nediante OPC

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar la posición del motor DC de la EPC utilizando Labview mediante OPC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal y Labview para el control y comunicación del motor DC de la EPC mediante OPC y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 50.



Figura 29. Diseño propuesto para PRÁCTICA 8

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.8 sobre la resolución de la práctica 8.

Práctica 9: Control y comunicación de temperatura utilizando Labview mediante OPC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA D	E PRÁCTICA	CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE
		ASIGNATURA: Com	nunicaciones
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	Industriales, Electiva	2, Automatización
		Industrial	
		Control y comunicación de temperatura	
	FRACTICA	utilizando Labview n	nediante OPC

1. Objetivos

- Reconocer las principales funciones del autómata PLC S7-1200 y la EPC
- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Controlar y medir la temperatura utilizando Labview mediante OPC.
- Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal y Labview para el control y comunicación de temperatura del Halógeno de la EPC mediante OPC y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 51.



Figura 30. Diseño propuesto para PRÁCTICA 9

- 3. Instrucciones.
- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0. •
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.9 sobre la resolución de la • práctica 9.

Práctica 10: Control PID Fuzzy de temperatura

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA		CINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPSGYE
		ASIGNATURA: Com	nunicaciones
CARRERA: Ingenie	ría Electrónica	Industriales, Automat	ización Industrial,
		Informática Industrial	
TÍTULO DE LA	PRÁCTICA	Control PID Fuzzy d	le temperatura
	FRACTICA		ie iemperatura

1. Objetivos

- Realizar la comunicación entre el PLC S7-1200 y la EPC.
- Realizar un PID FUZZY para controlar temperatura del halógeno de la

EPC.

• Controlar los actuadores mediante la pantalla HMI.

2. Planteamiento del problema.

 Desarrollar una aplicación en el software TIA Portal un PID para el control de temperatura del halógeno de la EPC, medirlo y visualizado en la pantalla HMI. El diseño propuesto del instrumento virtual en TIA Portal se muestra en la figura 52.



Figura 31. Diseño propuesto para PRÁCTICA 10

3. Instrucciones.

- Seguir los pasos descritos en introducción a las prácticas en anexo 3.0.
- Seguir los pasos descritos en el anexo 3.10 sobre la resolución de la práctica 10.

5. RESULTADOS

• Se elaboró dos módulos PLC los cuáles se enlazan con las EPC, y así estos realizan un banco de 10 prácticas didácticas de laboratorio, destinadas a ser utilizadas en diferentes materias enfocadas a la Automatización Industrial y Comunicaciones Industriales, impartidas en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

• Se logró la comunicación entre los módulos PLC y las EPC.

• Se logró la comunicación del software LABVIEW y el software TIA PORTAL mediante OPC.

• Mediante las pruebas realizadas se tuvo un control óptimo de los módulos PLC y EPC.

• Se hizo la entrega de los equipos, en este caso de dos módulos PLC repotenciados y dos módulos EPC, estos dos últimos fueron adecuados para que puedan ser leídos por los módulos PLC, y así puedan ser utilizados en las clases que se impartan en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

5.1. RESULTADOS DE PRÁCTICAS

5.1.1. Resultados en práctica 1

En la ejecución de la primera práctica, podremos observar que tenemos un botón, el cual podremos comandar el encendido y apagado del halógeno de la EPC. En la Figura 53 se encuentra en estado ON.



Figura 32. Resultados Práctica 1 – Botón de Encendido del halógeno de la EPC en estado ON.

En la Figura 54, podremos observar que el halógeno de la EPC se encuentra apagado.



Figura 33. Resultados Práctica 1 – Apagado del halógeno de la EPC.

En la Figura 55, podremos observar que el halógeno de la EPC se encuentra Encendido.



Figura 34. Resultados Práctica 1 – Encendido del halógeno de la EPC.

En la Figura 56, podremos observar la temperatura del halógeno, en este caso se encuentra en ascenso.



Figura 35. Resultados Práctica 1 – Curva de temperatura.

5.1.2. Resultados en práctica 2

En el desarrollo de la segunda práctica, debemos utilizar las salidas analógicas AQ+ y AQ-.



Figura 36. Resultados Práctica 2 – Cableado de las salidas analógicas AQ+ y AQ-.

En la pantalla HMI podemos colocar a que RPM deseemos que se mantenga el motor DC de la EPC. En la figura 57 podemos observar, su estado inicial, que es 0.

Nota: Las revoluciones máximas por default del motor según el fabricante, es de 500 RPM. Podemos colocarle un valor más alto de 500 RPM, pero el motor DC siempre girará a su máximo valor que es 500 RPM.



Figura 37. Valor máximo de RPM del motor DC según fabricante.

En la figura 59, se observa que se ha colocado un valor de 500 RPM, y que el valor actual es de 48RPM. Además se aprecia en la gráfica se observa la señal de velocidad.



Figura 38. Resultados Práctica 2 – Valor RPM Set del Motor DC de la EPC.

En la Figura 60 podemos darnos cuenta que el motor DC de la EPC se encuentra girando.



Figura 39. Resultados Práctica 2 – Giro del Motor DC.

5.1.3. Resultados en práctica 3

En la tercera práctica se trata del posicionamiento en grados del motor de pasos, utilizando el software Labview mediante OPC. Esto quiere decir, que comandaremos todo el control desde el software Labview. En la figura 61 podemos observar que la pantalla HMI solo es para visualización.



Figura 40. Resultados Práctica 3 – Pantalla HMI de la práctica 4.

En la Figura 62 se observa la gráfica de la posición deseada y la posición actual.



Figura 41. Resultados Práctica 3 – Posición deseada y posición actual del motor de paso.

En la gráfica 63 se observa cuando el motor de paso se encuentra en 0º.



Figura 42. Resultados Práctica 3 – Motor de paso en posición de 0º.

En la gráfica 64 se observa que el motor de paso se ha movido a una posición de 180º.



Figura 43. Resultados Práctica 3 – Motor de paso en posición de 180º.

5.1.4. Resultados en práctica 4

En la cuarta práctica podemos observar que en la pantalla HMI podemos colocar un valor de temperatura en la casilla Temp.Set. Así mismo tenemos un botón para encender y apagar el halógeno de la EPC. En la Figura 65 podemos observar el PID de temperatura.



Figura 44. Resultados Práctica 4 – Visualización del PID de temperatura.

Nota: Debemos tener cuidado al ponerle una temperatura alta, ya que por la calor ocasionada por el halógeno, puede llegar a derretir la soldadura de los elementos eléctricos.

5.1.5. Resultados en práctica 5

En la quinta práctica se logra la obtención de un PID del motor DC de la EPC. Al igual que en la práctica 4, podemos colocar un valor de RPM en la casilla de Motor RPM SET. También podemos observar las gráficas de la velocidad del motor DC y de su PID, tal como se muestra en la figura 66.



Figura 45. Resultados Práctica 5 – PID del motor DC de la práctica 5



En la Figura 67, se aprecia el giro del motor DC de la EPC.

Figura 46. Resultados Práctica 5 – Giro del motor DC de la práctica 5

5.1.6. Resultados en práctica 6

En la ejecución de la sexta práctica, podemos controlar la posición del motor de paso de la EPC. Al igual que en otras prácticas, podemos colocar un valor en grados en la casilla "Posición deseada", y así mismo ver su gráfica, tal como se muestra en la figura 68.



Figura 47. Resultados Práctica 6 – Control de posición del motor de paso de la EPC.

En la Figura 69, podemos observar que el motor de paso ha girado, y se logra notar que se encuentra a 180º.



Figura 48. Resultados Práctica 6 – Giro del motor de paso.

5.1.7. Resultados en práctica 7

En la ejecución de la séptima práctica se desarrolló una interfa para que ambos módulos se comuniquen entre sí. En la Figura 70 podemos observar la pantalla HMI de ambos módulos, los cuales son similares.

Además, se logra apreciar que tiene un botón, con dos estados: "Disable" y "Enable", el cual debemos estar pendientes de que se encuentre en estado "Enable" para que los dos PLC se comuniquen, de lo contrario no se comunicarán.



Figura 49. Resultados Práctica 7 – Pantalla HMI de la práctica 7.

En la Figura 71, se nota que se encuentra encendido Q0.6, y en la pantalla HMI se ve que también está encendido.



Figura 50. Resultados Práctica 7 – Encendido de focos del módulo PLC.

En la Figura 72, se ve que el Estudiante Manuel Rangel, se encuentra presionando I0.1 del PLC B, lo cual provoca que en el PLC A se encienda Q0.1, demostrando así la comunicación de ambos módulos PLC.



Figura 51. Resultados Práctica 7 – Comunicación del PLC A y PLC B.

En la Figura 73, ambos alumnos están presionando los botones de los PLC, donde el PLC A es maestro y a la vez es esclavo del PLC B, y el PLC B es maestro y esclavo del PLC A.



Figura 52. Resultados Práctica 7 – PLC A y PLC B de la práctica 7.

En la Figura 74, se aprecia como se comunican ambos PLC. En esta figura, 10.6 y 10.7 están en un estado de "1", lo que hace que se encienda Q0.6 y Q0.7 del otro módulo.



Figura 53. Resultados Práctica 7 – Comunicación de PLCs.

5.1.8. Resultados en práctica 8

La octava práctica consiste en controlar y comunicar el motor DC de la EPC mediante OPC en labview. En la figura 75 se puede apreciar el HMI de la práctica, el la cual solo sirve de visualización, ya que el control está en el software Labview.



Figura 54. Resultados Práctica 8 – Pantalla HMI de la práctica 8.

En la figura 76, se aprecia el Vi de la práctica 8, donde se observa la gráfica del RMP del motor DC de la EPC.



Figura 55. Resultados Práctica 7 – VI de la práctica 8.

En la Figura 77, se nota el giro del motor DC.



Figura 56. Resultados Práctica 8 – Giro del motor DC de la práctica 8.

5.1.9. Resultados en práctica 9

La práctica 9 se trata de la comunicación y control de temperatura utilizando Labview mediante OPC. En la Figura 78 se aprecia la pantalla HMI de la práctica 9, la cual solo sirve para visualizar las gráficas de temperatura.



Figura 57. Resultados Práctica 9 – Pantalla HMI de la práctica 9

En la Figura 79 podemos ver el VI de la práctica 9. En esta imagen, podemos observar las gráficas de la temperatura.



Figura 58. Resultados Práctica 9 – Vi de temperatura de la práctica 9.

En la Figura 80, se aprecia que el halógeno está apagado.



Figura 59. Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado OFF.

En la Figura 81, se ve que el halógeno está encendido.



Figura 60. Resultados Práctica 9 – Halógeno de la práctica 9 en Estado ON.

5.1.10. Resultados en práctica 10

La práctica 10 se trata de un Control PID FUZZY de temperatura utilizando Labview mediante OPC. En la Figura 82 podremos observar la pantalla HMI de la práctica 10.



Figura 61. Resultados Práctica 10 - PID FUZZY

En la Figura 83 podemos ver el VI de la práctica 10. En esta imagen, podemos observar las gráficas PID FUZZY de la temperatura.

P#3 P#8 P#9 P#10	ELE	CTR	IERÍA ONICA UPS-GY	E
PRACTICA#3#5#9#10.vi Si FUZZY_CONTROLLER		5	ET 2	1
80- 95 60- 99 40-		*	insor [28.8520 Instput value 1,21183	
20- 0- 20.49.11.514 20.49.51.500 21/10/2020 21.00/2020	žoras ko pra pri tor 2020	ь ў.	D_FUZZY	IN" PRACTICA
U 20	SALIDA T			
15- 2 19-			STAAT	

Figura 62. Resultados Práctica 10 – VI del PID FUZZY de la práctica 10.

En la Figura 84, se aprecia que el halógeno está apagado.



Figura 63. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado OFF.

En la Figura 85, se aprecia que el halógeno está encendido. Esto nos dice que el PID ya se ha estabilizado a la temperatura seteada.



Figura 64. Resultados Práctica 10 – Halógeno de la práctica 10 en Estado ON.

CONCLUSIONES

- Mediante estas prácticas, podemos darnos cuenta el funcionamiento de las plantas industriales, y su eficiencia comparado con otras plantas industriales de gran tamaño.
- Los módulos repotenciados son más eficientes porque se puede trabajar internamente mediante sus Relés 24Vdc y externamente mediante el puerto Db25.
- Las plantas industriales son más compactas y fáciles de manejar, ya que no necesitan protocolos de comunicación para poder interactual con los autómatas programables.
- Los PLC Siemens S7-1200 no cuentan con un mecanismo de lectura de encoders, lo cuál se le agregó una tarjeta Arduino Nano, la cual ayuda a la lectura de los encoders, en este caso, del motor DC de la planta EPC, transformando esas digitales a señales analógicas.
- La salida analógicas transformadas, son amplificadas hasta 10V. La variación inicial era de 0-5V, pero mediante programación Arduino, se logró una variación final de 0-10V, logrando así la lectura de los encoders de la EPC mediante forma analógica.
- Se ha logrado comunicar de forma inalámbrica los dos módulos repotenciados mediante un router, logrado así ser mas eficientes al momento de realizar prácticas donde varios módulos tengan que comunicarse entre sí, evitando usar distintos cables de red.

RECOMENDACIONES

- En el Seleccionador Ext/Int, cuando se vaya a trabajar con la planta EPC, se debe seleccionar Ext, y esta debe estar conectada a la planta EPC mediante el cable Db25.
- En el Seleccionador Ext/Int, cuando se vaya a trabajar en la práctica
 7 de comunicación de los dos módulos PLC, se debe seleccionar Int,
 y estos deben estar conectados mediante cable de red.
- No sobrecalentar el sensor de temperatura LM35 al momento de realizar las prácticas de temperatura PID, ya que la calor elevada podría causar saturaciones en el Lm35 además que la soldadura podría llegar a derretirse, al igual que las pistas de la tarjeta PCB, por el motivo de que la planta está sellada herméticamente y el foco que se usa es halógeno, el cuál calienta mucho.
- Se recomienda no subir la temperatura mayor a 70°C para que la alta temperatura no afecte a otros elementos electrónicos de la tarjeta PCB.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Realizar los pasos 5 y 6 correctamente del OPC Server, ya que estos pasos son claves para la comunicación del PLC, EPC y el software Labview.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Analog Dialoge. (2012). Analog Dialoge. Obtenido de https://www.analog.com/en/analogdialogue.html
- AprendiendoArduino. (2016). Obtenido de Aprendiendo Arduino:
- https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/software/
- Arduino. (2015). Obtenido de Software arduino: https://arduino.cl/programacion/
- Arduino. (2019). ¿Qué es Arduino? Obtenido de https://arduino.cl/que-es-arduino/
- Arduino NANO. (2019). Arduino NANO. Obtenido de https://arduino.cl/arduino-nano/
- Astrom, K. J. (1995). *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*. ISA; Edición: Second Edition.
- Carpio Holguin, D. M. (ago de 2018). *Diseño e implementación de un control Pid con* ganancias programadas utilizando un sistema embebido launchpad mps430 para planta balón y viga. Obtenido de DSpace:
 - http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16006
- Datalights. (2016). Entrenador de Planta para Control "EPC. Obtenido de http://www.datalights.com.ec/site2/index.php?option=com_content&view=article &id=60:epc07recursos&catid=37:epc&Itemid=57
- Ecured. (2015). *Termómetros digitales*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Term%C3%B3metros_digitales
- Fluke. (s.f.). *Fluke*. (Calibradores de termómetro de microbaño) Obtenido de https://la.flukecal.com/products/process-calibration-tools/temperaturecalibrators/dry-block-calibrators-and-micro-baths/cal
- García Tinoco, J. P. (2019). Diseño e implementación de un sistema domótico ininterrumpido con iluminación, sistemas de vigilancia y automatización, sistemas de vigilancia y automatización de portones de ingreso utilizando control pid y labview. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17070
- GeekbotElectronics. (2020). Obtenido de Conector Db25 Jack para extensión: http://www.geekbotelectronics.com/producto/conector-db25-jack-paraextension/#:~:text=El%20conector%20DB25%20es%20un,232%20(RS%2D232C).
- Instruments, N. (2015). *National Instruments*. Obtenido de User guide and specifications ni myrio-1900: https://www.ni.com/es-cr/support/model.myrio-1900.html
- Manuel Baltieri, C. L. (Marzo de 2018). *http://dx.doi.org/10.1101/284562*. Obtenido de University of Sussex:
 - https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/03/19/284562.full.pdf
- MSP430. (Septiembre de 2014). *MSP430 LaunchPad Value Line Development kit*. Obtenido de http://www.ti.com/tool/MSP-EXP430G2
- National Instruments. (2019). *National Instruments Corporation*. Obtenido de Labview: http://www.ni.com/labview/applications/esa/
- Navas, M. (2020). Obtenido de Puerto paralelo qué es y para qué sirve: https://www.profesionalreview.com/2020/02/22/puerto-paralelo-que-es/
- NAYLAMP ELECTRONICS. (Sin fecha). Obtenido de Convertidor Voltaje DC-DC Step-Up 2.5A XL6009: https://naylampmechatronics.com/conversores-dc-dc/125-convertidorvoltaje-dc-dc-step-up-2p5a-xl6009.html
- NI. (2019). Obtenido de Diagrama de Bloques: https://www.ni.com/gettingstarted/labview-basics/esa/environment#Block%20Diagram
- NI. (2019). Obtenido de Panel Frontal: https://www.ni.com/getting-started/labviewbasics/esa/environment#frontPanel
- Ni. (2019). Ni.com. Obtenido de National Instrument: https://www.ni.com/es-cr.html

Ni. (2020). *Entorno Labview*. Obtenido de Ni.com: https://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm

- Nicolas Goilav, G. L. (2018). Arduino Aprender a desarrollar objetos inteligentes. EEUU: Eni ediciones.
- Ortiz, E. (2020). Obtenido de Software para todo: https://softwareparatodo.com/proteussoftware/
- Pérez, D. (2009). *Sistemas embebidos y sistemas operativos embedidos.* Caracas: Lecturas en ciencias de la computación. Universidad Central de Venezuela.
- Radio-electronics. (2016). Solid State Relays. Obtenido de

physics.unlv.edu/~bill/PHYS483/ssr.pdf

Rivas F. Dario, C. A. (2013). AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN. UNIVERSIDAD DE LA SALLE PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN, 111. Obtenido de

http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22253/T45.13%20R116a. pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rodríguez, R., & Recio, C. (Sin fecha). Obtenido de Proyecto Sonómetro: https://sites.google.com/site/proyectosonometrovk1/home/tutorialproteus/introduccion-a-ares
- Siemens. (2017). Obtenido de Tia Portal:

https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/so luciones/Documents/314%20SCE%20-%20CF%20-%20TIA%20Portal.pdf

- Siemens. (2019). SIMATIC HMI KTP600 Basic Color PN, Basic Panel. Obtenido de https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6AV6647-0AD11-3AX0
- Siemens. (2019). Simatic S7-1200, el futuro de la industria. Obtenido de https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlad ores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx
- Wolf, W. (2008). Computers as Components: Principles or Embedded Computing System. Morgan Kaufmann.
- Zambrano Mendoza, E. L., & Martillo Ayala, D. H. (Febrero de 2015). Diseño de aplicaciones de sistemas embebidos basados en tecnología Raspberry y Odroid-U3. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de

https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11409/1/UPS-GT001580.pdf Zator. (2016). *Tecnología del PC*. Obtenido de Tecnología del PC:

https://www.zator.com/Hardware/H2_5_1_1.htm

ANEXOS

Anexo 1.1 Lista de materiales



Figura 65. Anexo 1.1 Lista de materiales – Relé Schneider 24Vdc



Figura 66. Anexo 1.1 Lista de materiales – Luz Piloto



Figura 67. Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 2 posiciones



Figura 68. Anexo 1.1 Lista de materiales – Selector 3 posiciones







Figura 70. Anexo 1.1 Lista de materiales – Potenciómetros de precisión 10K


Figura 71. Anexo 1.1 Lista de materiales – Voltímetro Digital 10v



Figura 72. Anexo 1.1 Lista de materiales – Pantalla HMI KTP600



Figura 73. Anexo 1.1 Lista de materiales – PLC S7-1200



Figura 74. Anexo 1.1 Lista de materiales – Router Wireless 300Mbps



Figura 75. Anexo 1.1 Lista de materiales – Planta Entrenadora de Procesos EPC



Figura 76. Anexo 1.1 Lista de materiales – Arduino Nano

Anexo 1.2 Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC



Figura 77. Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC – Conexiones de alimentación AC/DC

Configuración de Redes



Figura 78. Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC – Configuración de Redes



Figura 79. Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC – Entradas y Salidas Digitales



Figura 80. Diagrama de conexiones eléctricas de los módulos PLC – Entradas y Salidas Analógicas

Anexo 2 Pasos previos a prácticas

Paso 1. Abrir el software TIA Portal.

Como primer paso, se debe abrir el software TIA Portal.

Paso 2. Creación de proyecto en TIA Portal.

Se debe crear un proyecto en el software TIA Portal y dar clic en crear.



Figura 81. Creación del proyecto en el software TIA Portal.

Paso 3. Selección y configuración del PLC y el HMI.

Configurar el dispositivo PLC S7-1200 y HMI KTP 600.



Figura 82. Selección del PLC S7-1200.



Figura 83. Selección del HMI KTP 600.

Paso 4. Creación del bloque de función.

Se crea un bloque de función para cada práctica. Nos dirigimos a:

- 1. Clic en carpeta PLC.
- 2. Clic en bloques de programa.
- 3. Clic en agregar Nuevo bloque, elegimos BLOQUE DE FUNCIÓN y le damos a Aceptar.



Figura 84. Creación del bloque de función.

Anexo 3. Solución de prácticas

Anexo 3.0 Introducción a prácticas

- 1. Alimentar los módulos PLC con 110V.
- 2. Verificar la conexión entre el módulo PLC y la planta EPC.
- 3. Revisar la comunicación entre el software TIA Portal y el módulo PLC.

Anexo 3.1 Solución de práctica 1

<u> Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creada nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

	P#1										
		No	mbre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a	Comentario
	-	٠	Input								
2	-0	•	IN_TEMP	UDInt 🔳	0	No rem 💌					
3	-0		IN_FOCO	Bool	false	No remane					
ł.	-0	•	IN_VENT	Bool	false	No remane					
5	-0	٠	Output								
5	-11	•	TEMP_SCALE	Real	0.0	No remane					
7	-11	•	OUT_FOCO	Bool	false	No remane					
3	-11	•	OUT_VENT	Bool	false	No remane					
)	-11	٠	InOut								
0			<agregar></agregar>								
1	-11	٠	Static								
2	-11		TEMP_NORM	Real	0.0	No remane					
3	-11	٠	Temp								
4			<agregar></agregar>								
5	-	٠	Constant								
6			<agregar></agregar>								
6		•	<agregar></agregar>								

Figura 85. Creación de variables locales de la práctica 1.

<u> Paso 3.</u>

Procedemos a usar los bloques NORM_X y SCALE_X.

•	Segmento 1:					
	Comentario					
		NORM_X UDInt to Real			SCALE_X Real to Real	
ł	EN	ENO			EN	ENO
	0 - MIN	TUO	#TEMP_NORM	0.0	MIN	OUT - #TEMP_SCALE
	27648 — MAX			67.0 - I	WALUE	
•	Segmento 2:					
	Comentario					
1						
	#IN_FOCO			#OUT_FOCO		
	11					
,	Segmento 3:					
	Comentario					
	#IN_VENT			#OUT_VENT		
ł				— ()— '		

Figura 86. Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 1.

<u>Paso 4.</u>

Ahora arrastramos el bloque de función en el MAIN del programa y creamos las variables globales a usar.



Figura 87. Creación de variables globales de la práctica 1.

<u> Paso 5.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos, como se muestra en la figura 120.

- Un visualizador de gráficos.
- Dos botones.

- Un visualizador.
- Campo E/S y texto.

SIEMENS		
	INGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE	
	SEÑAL TEMPERATURA 100 80- 60- 40- 20- 0- 100 100 80 80 60 60 40 20- 0- 100 80 80 100 80 80 100 80 100 9RACTICA#1 "CONTROL Y MEDICION DE TEMPERATURA" 40 0 40 0 100 100 9RACTICA#1 "CONTROL Y MEDICION DE TEMPERATURA" 100 100 100 100 100 100 100 10	£
	VENT OFF TEMP 000 F4:SALIR FOCO OFF F5: MENU PRACTICAS	

Figura 88. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 1.

<u> Paso 6.</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

	F1 F2	F3	F4	F5	F6				
							200%	•	<u> </u>
TeclaDeFunción_F4 [Tecl	la de función]					🔍 Propiedades	🗓 Información (🗓 🗓 Diagnóstico	18
Propiedades Event	os Textos								
Solar tecla	t T E E X v PararRuntime Modo c-àgregar función>				Runtime				

Figura 89. Configuración del botón F4 para la práctica 1.

	F1 F2 F3 F4 F5	F6
		200%
TeclaDeFunción_F5 [Te	cla de función]	🖳 Propiedades 🚺 Información 👔 🗓 Diagnóstico 👘
Propiedades Even	tos Textos	
Pulsar tecla		
Soltar tecla	 Activarimagen 	
	Nombre de imagen	MENU PRACTICAS
	Número de objeto	0
	<agregar función=""></agregar>	

Figura 90. Configuración del botón F5 para la práctica 1.

<u> Paso 7</u>

Configuramos el botón del FOCO, el botón del VENTILADOR, el campo E/S, Visualizador de Curvas.

	F1	F2 F3	_							
Interruptor_1 [Interruptor] Propiedades Animac	ciones Eventos	Textos	F4	F5	F6	Propiedades	1 Infor	200% mación 👔 🗓	▼ Diagnóstico	
General	General									
Apariencia	Proceso				Modo					
Aspecto	Variable:	FOCO		3	Formato:	Interruptor con 1	exto			
Representación	Variable PLC:			×.						
Formato de texto	Dimenia	*100		and a	Texto					
Límites	Direction:	78MU.U		5001		_				
Misceláneo	Valor de "ON":	1			01	CN ON				
Seguridad										_
					OFF	: OFF				

Figura 91. Configuración del botón FOCO para la práctica 1.

	VENT OFF TEMP 000 FOCO OFF F4:SALIR F5: MENU PRACTICAS
Interruptor_2 (Interruptor	F1 F2 F3 F4 F5 F6
Lista de propiedades	General Control Contro
General Apariencia Aspecto	Proceso Modo
Representación	Variable PLC:
Formato de texto	Dirección: %M0.1 Bool
Misceláneo	Valor de "ON": 1 +
Seguridad	
	OFF: OFF

Figura 92. Configuración del botón VENTILADOR para la práctica 1.

	VENT OFF TEMP 000 F4:SALIR FOCO OFF F5: MENU PRACTICAS	THE COTAL VEL PET		
Campo ES_4 [Campo E/S]	F1 F2 F3 F4	F5 F6	2005 Propiedades Ninformación @	V Diagnóstico
Lista de propiedades	General			
General Apariencia	Proceso	Forma	ito	
Comportamiento	Variable: TEMP_OUT_SCA	3	Formato visualiz.: Decimal	•
Representación Formate do touto	Variable PLC:	7	Decimales: 0	
Límites	Dirección: %MD18	Real Lo	ongitud del campo: 3 🖨	
Misceláneo		9	eros a la izquierda: 📃	
Seguridad	Тіро	F	ormato represent.: 999	•
	Modo: Salida			

Figura 93. Configuración del botón TEMPERATURA para la práctica 1.

	SEÑAL TEMPE	ERATURA 100 80 60 40 -20 0 EMP 000 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	PRACTICA#1 "CONTROL Y MEDICION DE TEMPERATURA" AUTORES: VEGA MUÑOZ DANIEL RANGEL GUTIERREZ MANUEL	H
Visor de curvas_1 [Visor de	F1 F2	F3 F4	F5 F6	ণ্ড Propiedades াশ্ব
Propiedades Animas Inte de propiedades Curre Curre Apariencia Representación Formato de texto Tabla Eje de valores inguierdo Eje de valores derecho Maceláneo	Curva Value / Curva_1 / Curva_	lores Tipo Curva 9 \$Tiempo real cíclico	Configuración del orig Página U ITEM#_OUT_SCA) ♥ Izqui♥ 2	mites 1

Figura 94. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 1.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.

Anexo 3.2 Solución de práctica 2

<u>Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

	P#2	2								
		No	mbre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a
1		•	Input							
2		•	IN_MOTOR_RPM	Real 🔳	0.0	No rem 💌		\sim		
з		•	IN_MDC	UDInt	0	No remane		~	~	
4		•	Output							
5		•	OUT_MOTOR_RPM	UInt	0	No remane		~	\sim	
5	-00	•	OUT_MDC	Real	0.0	No remane		~		
7		•	InOut							
в		•	<agregar></agregar>							
Э		•	Static							
10	-00	•	MOTOR_RPM_NORM	Real	0.0	No remane				
11		•	MDC_NORM	Real	0.0	No remane		~	\sim	
12	-00	•	MOTOR_RPM_SCA	Real	0.0	No remane				
13		•	Temp							
14		•	<agregar></agregar>							
15		•	Constant							
16		•	<agregar></agregar>							

Figura 95. Creación de variables locales de la práctica 2.

Paso 3

Procedemos a usar los bloques NORM_X y SCALE_X.



Figura 96. Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 2.

<u>Paso 4.</u>

Ahora arrastramos el bloque de función en el MAIN del programa y creamos las variables globales a usar.



Figura 97. Creación de variables globales de la práctica 2.

<u> Paso 5.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos:

- Un visualizador de gráficos.
- Dos campos E/S y texto.



Figura 98. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 2.

<u> Paso 6.</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

L	F1 F2	F3	F4	F5	F6		200%		
TeclaDeFunción_F4 [Tecla	a de función]					Rropiedades	1 Información	i Diagnóstico	18-
Propiedades Evento	s Textos								
	±∓⊟≣×								
🛗 Pulsar tecla									
Soltar tecla	 PararRuntime 				Durations				
	<agregar función=""></agregar>				Kunume				

Figura 99. Configuración del botón F4 para la práctica 2.

	F1 F2 F3 F4	F5 F6	
			200%
TeclaDeFunción_F5 [Tecla	a de función]	💁 Propiedades	🗓 Información 👔 🗓 Diagnóstico 👘 💷 🗏
Propiedades Evento	os Textos		
n Pulsar tecla			
Soltar tecla	 Activarimagen 		
	Nombre de imagen	MENU PRACTICAS	
	Número de objeto	0	
	<agregar función=""></agregar>		
	-		
	,		

Figura 100. Configuración del botón F5 para la práctica 2.

<u> Paso 7.</u>

Configuramos el campo E/S y el visualizador de curvas.

ACIDAD VS SEÑAL OCIDAD	#2 D-seial al 2 manuel						
					165%		
				S. Propiedades	1 Información	 Diagnóstico 	
Eventos Textos							
ral							
ceso			Formato				
Variable: HM_MOTOR_RPM		Ξ	Formato visualiz.: Decimal	1			
/ariable PLC:		7	Decimales: 0				
Dirección: %MD22	Rei	d	Longitud del campo: 3				
			Ceros a la izquierda : 📃				
0			Formato represent.: 999				•
Modo: Entrada		•					
e ro ìp	eal	Eventos Textos eral	Eventos Textos eral coceso vaniale: HM_MOTOR_RM vaniale: HM_MOTOR_RM vaniale: MA022 Real po Mode: Entrada v	Eventos Textos eral coceso Variable: HM, NOTOR, PM Variable: MA022 precióa: MA022 precióa: MA022 precióa: Entrado precióa:	Eventos Textos ezal	Eventos Textos eral Formato Variable: NLI. Premato Visualiz: Decimal Dirección: MAD22 Real Inded: Entrada	Eventos Textos eral Formato Verable: Mu.DDDR.gPM Vaniabe PLC: Promato Socializ: Dececión: Mu022 Ipo Real Mede: Entrado

Figura 101. Configuración del campo E/S Motor RPM Set para la práctica 2.



Figura 102. Configuración del campo E/S Motor RPM Act para la práctica 2.



Figura 103. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 2.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.

Anexo 3.3 Solución de práctica 3

Paso 1.

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2</u>

Usaremos la misma configuración y programación del bloque creado en la **Práctica Nº 6.**

<u> Paso 3.</u>

Ahora en el bloque de función creado, "P#3", ubicaremos las variables del PLC a usar añadiendo también un bloque == ubicando en el MB4.



Figura 104. Creación de variables PLC a utilizar para la práctica 3.

Mediante la comunicación del OPC, recibirá el PLC el número de la práctica #3, así nos aseguraremos que funciones nuestro bloque de función creado.

<u>Paso 4</u>

Seguir los pasos indicados en la **Práctica Nº8** desde el Paso 5 hasta el paso 6 para la comunicación con el OPC.

<u>Paso 5</u>

Una vez realizado la configuración, agregamos los TAGs que usaremos en bloque creado en el PLC: MD26 y MD30 con el tipo de dato FLOAT, MB4 con el tipo de dato BYTE y le damos Aceptar.



Figura 105. Creación de los TAGs del bloque creado para la práctica 3.

<u> Paso 6</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI A ubicando los siguientes elementos:

- Visualizador de curvas
- 2 Campos de E/S y texto



Figura 106. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 3.

<u> Paso 7</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

I.	F1 F2 F	3 F4 F5	F6	
				200%
TeclaDeFunción_F4 [1	ecla de función]		🖳 Propiedades	🗓 Información 🤑 🗓 Diagnóstico 👘 💷 🗉
Propiedades Ew	entos Textos			
Pulsar tecla Soltar tecla			0 minu	
	Modo ⊲Agregar función>		kuntime	

Figura 107. Configuración del botón F4 para la práctica 3.



Figura 108. Configuración del botón F5 para la práctica 3. 108

<u> Paso 8</u>

Configuramos el campo E/S, visualizador de curvas.

	PACETARS PACETA	Benjadada.
Propiedades Animaci	iones Eventos Textos General	
General	Proceso	Formato
Apariencia		
Comportamiento	Variable: HMI_SET_POSITION	E Formato visualiz.: Decimal
Representación	Variable PLC:	Decimales: 0
Formato de texto	Dirección: %MD26	eal Longitud del campo: 3 🗘
Límites		Ceros a la izquierda:
Misceláneo	Tipo	
Seguridad	Made: Calida	I Officiato representa: 999

Figura 109. Configuración del campo E/S Set Position para la práctica 3.



Figura 110. Configuración del campo E/S Get Position para la práctica 3.



Figura 111. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 3.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.
- Configurar correctamente el OPC para no tener inconvenientes con las prácticas.

Anexo 3.4 Solución de práctica 4

<u> Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

	No	ombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a	C
-	•	Input								
-		IN_TEMP	Word	16#0	No rem 💌					
-		IN_FOCO	Bool	false	No remane					
		IN	Real	0.0	No remane	<		<		
	•	Output								
		U	DWord	16#0	No remane	<		<		
		TEMP_SCALE	Real	0.0	No remane	<		<		
		FOCO_OUT	Bool	false	No remane	<		<		
	•	InOut								
	•	<agregar></agregar>								
	٠	Static								
	•	TEMP_NORM	Real	0.0	No remane					
	•	Temp								
	•	<agregar></agregar>								
	٠	Constant								
		<agregar></agregar>								

Figura 112. Creación de variables locales de la práctica 4.

Paso 3

Procedemos a usar los bloques NORM_X, SCALE_X y PID_COMPACT.

nento 1: ACONDICIONAMENTO D	DE LA SEÑAL DE TEMP					
ntario						
	NORM_X UDInt to Real			I	SCALE_X Real to Real	
0 <u></u> EN	ENO		0.0	EN MIN	ENO	
#IN_TEMP - VALUE			#TEMP_NORM	- Value Max		
hento 2: SENAL PID						
ntario						
	%DB9 "PID_TEMP"					
	PID_Compact					
EN	ENO					
#IN — Setpoint	Output					
0.0 - Input						
input	Output_PER	E-#0				
#IN_TEMP - Input_PEF	Output_PER R Output_PWM					
#IN_TEMP — Input_PEF	Output_PER R Output_PWM State					
#IN_TEMP — Input_PEA	Output_PER R Output_PWM State					

Figura 113. Selección de los bloques NORM_X, SCALE_X y PID_COMPACT de la práctica 4.

<u>Paso 4.</u>

Ahora arrastramos el bloque de función en el MAIN del programa y creamos las variables globales a usar.



Figura 114. Creación de variables globales de la práctica 4.

<u> Paso 5.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos:

- Un visualizador de gráficos.
- Un botón.
- Dos campos E/S y texto.



Figura 115. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 4.

Paso 6.

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

L	F1 F2 F3	F4 F5	F6	200%
TeclaDeFunción_F4 [Tecla	de función]		S Propiedades	🗓 Información 🔋 🗓 Diagnóstico 📰 = 🤜
Propiedades Evento	s Textos			
	±∓⊟≣×			
Pulsar tecla				
Soltar tecla	 Pararsuntime Modo 		Buntime	
	<agregar función=""></agregar>			

Figura 116. Configuración del botón F4 para la práctica 4.

L	F1 F2 F3	F4 F5	F6	
TeclaDeFunción_F5 [Tec	tla de función]		Ropiedades	Linformación 👔 🖞 Diagnóstico
Propiedades Even	tos Textos			
	±∓⊟≣ X			
Pulsar tecla				
Soltar tecla	▼ ActivarImagen			
	Nombre de imagen		MENU PRACTICAS	
	Número de objeto		0	
	<agregar función=""></agregar>			
	2			

Figura 117. Configuración del botón F5 para la práctica 4.

<u> Paso 7.</u>

Configuramos el campo E/S, el botón y el visualizador de curvas.



Figura 118. Configuración del campo E/S Temp. Act. para la práctica 4.



Figura 119. Configuración del campo E/S Temp. Set. para la práctica 4.



Figura 120. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 4.



Figura 121. Configuración del Botón FOCO para la práctica 4.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.

Anexo 3.5 Solución de práctica 5

<u>Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

P#	5								
	N	ombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a
	•	 Input 							
	•	SET	Real 🔳	0.0	No rem 💌				
	•	IN_RPM	Word	16#0	No remane				
	•	 Output 							
	1 =	U	Word	16#0	No remane				
	•	SCALE_RPM	Real	0.0	No remane				
	1 -	 InOut 							
		<agregar></agregar>							
	1 -	Static							
	•	RPM_NORM	Real	0.0	No remane				
	1 =	OUT_RPM	Word	16#0	No remane				
	•	Temp							
		<agregar></agregar>							
	•	Constant							
		<agregar></agregar>							

Figura 122. Creación de variables locales de la práctica 5.

Paso 3

Procedemos a usar los bloques NORM_X, SCALE_X y PID_COMPACT.



Figura 123. Selección de los bloques NORM_X y SCALE_X de la práctica 5.



Figura 124. Selección del bloque PID_COMPACT de la práctica 5.

<u>Paso 4.</u>

Ahora arrastramos el bloque de función en el MAIN del programa y creamos las variables globales a usar.



Figura 125. Creación de variables globales de la práctica 5.

<u> Paso 5.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos:

- Un visualizador de gráficos.
- Dos campos E/S y texto.

SIEMENS	,		SIMATIC PANEL
		ELECTRÓNICA UPS-GYE	
	VELOCIDAD V	S SEÑAI	
	1000 800-	1000 PRACTICA#5	[[]우
	60 0 -		
	400- 200- 0-	400 DE MOTOR DC" 400 200 AUTORES: 0 VEGA MUÑOZ DANIEL 0 RANGEL GUTIERREZ MANL	EL
	MOTOR	RPM SET Inn	
	MOTOR	RPM ACT III	
	-4:SALIR		
	F5: MENU PRACTION	CAS	
	F1 F2	F3 F4 F5 F6	

Figura 126. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 5.

<u>Paso 6.</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

	F1 F2	F3 F4	F5	F6				
						200%	•	<u> </u>
TeclaDeFunción_F4 [Tecla	de función]				🖳 Propiedades	Información	🗓 🎦 Diagnóstico	
Propiedades Eventos	Textos				-			
	±∓⊟≣×							
Pulsar tecla								
Soltar tecla	 PararRuntime 			0				
	MODO			Kuntime				
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i								

Figura 127. Configuración del botón F4 para la práctica 5.

L	F1 F2 F3 F4 F5 F6
	200%
TeclaDeFunción_F5 [1	Tecla de función] 🔹 Diagnóstico 🔹 🖾 Diagnóstico
Propiedades Ev	ventos Textos
	IT BEX
Pulsar tecla	
Soltar tecla	▼ Activarimagen
	Nombre de imagen MENU PRACTICAS
	Número de objeto 0
	Agregar función>
	8

Figura 128. Configuración del botón F5 para la práctica 5.

<u> Paso 7.</u>

Configuramos el campo E/S, y el visualizador de curvas.



Figura 129. Configuración del campo E/S Motor RPM Set. para la práctica 5.

VICE IBO VIC		75%
Campo ES_1 [Campo E/S]		🖳 Propiedades 🔹 Información 👔 😨 Diagnóstico 💷 💷
Propiedades Anima	ciones Eventos Textos	
Lista de propiedades	General	
General Apariencia	Proceso	Formato
Comportamiento	Variable: RPM	Formato visualiz.: Decimal
Representación	Variable PLC:	Decimales: 0
Formato de texto	Dirección: %MD38 Real	Longitud del campo: 3
Limites		Ceros a la izquierda:
Seguridad	Tipo	
	Modo: Selida 💌	

Figura 130. Configuración del campo E/S Motor RPM Act. para la práctica 5.

VICCEDAD VS SERA VICCEDAD VS SERA OCCALENSE FS MENU PRACTICAS	PACTCARS PACTCARS COMMINSTRATE A BUBGLAR BUBGLARS COMMINSTRATE COMMINISTRATE COMMINISTRATE COMMINISTRATE COMMINISTRATE COMMINISTRATE	TOUCH				7	5%. v
Visor de curvas 1 [Visor de	e curvas]		_	Dr.	niodados		ción () Diagnóstic
Propiedades Anima	cionos Evontos	Toxtos		<u></u>	pieuaues		
Flopiedades Allilla		TEXLOS					
📑 Lista de propiedades	Curva						
Curva	Nombre	Estilo Valores	Tipo Curva	Configuración del origen	Página	Límites	
Apariencia	Curva 1	∕∕ ▼ 999	Tiempo real c	(RPM SET)	Izqui 💌	제시시 -	
Representación	Curva 2	A 999	Tiempo real c	[RPM]	Izquierda	전도교	
Formato de texto	<agregar></agregar>			1			
Tabla							
Eje de tiempo							
Eje de valores izquierdo							
Eje de valores derecho							
Misceláneo							

Figura 131. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 5.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.

Anexo 3.6 Solución de práctica 6

<u> Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

	P#6								
		Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a O
1		🔻 Input							
2		SET_POSOTION	Real	0.0	No rem 💌				
З		CLOCK	Bool	false	No remane				
4		🔻 Output							
5		PUT_POSITION	Real	0.0	No remane	\sim			
6		a marca1	Bool	false	No remane	\sim			
7	-00	marca2	Bool	false	No remane	\checkmark		✓	
8		a marca3	Bool	false	No remane				
9		a marca4	Bool	false	No remane				
10		🔻 InOut							
11		Agregar>							
12		💌 Static							
13		DIV_RESULT	Real	0.0	No remane				
14		MULT_RESULT	Real	0.0	No remane		\checkmark		
15		TRUNC_RESULT	Real	0.0	No remane	~			
16		PULSE	Real	0.0	No remane		\checkmark		
17		MULT2_RESULT	Real	0.0	No remane				
18		🔻 Temp							
19		Agregar>							
20		 Constant 							
21		Agregar>							

Figura 132. Creación de variables locales de la práctica 6.

<u>Paso 3</u>

Usaremos los siguientes bloques a programar para el posicionamiento de nuestro motor de paso.

I	, comentano							
	•	Segmento 1: 180 igual a los grados equivalentes a 55 numero de pulsos						
		Comentario						
		Image: Diverse of the second secon	ENO OUT - #TRUNC_RESULT					
	•	Segmento 2: contador incremento de tick						
		Comentario						
		#TRUNC_RESULT #CLOCK ADD Real > P EN Real P EN #PULSE "Marca1_flanco" 1.0 IN2 *						

Figura 133. Conversión grados/pulsos e contador incremento de ticks de la práctica 6.



Figura 134. Contador decremento ticks y conversión grados/pulsos de la práctica 6.



Segmento 5:

Figura 135. Contador de la práctica 6.


Figura 136. Segmento de incremento de la práctica 6.



Figura 137. Segmento de decremento de la práctica 6.

<u> Paso 4.</u>

Ahora arrastramos el bloque de función en el MAIN del programa y creamos las variables globales a usar.



Figura 138. Creación de variables globales de la práctica 6.

<u> Paso 5.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos:

- Un visualizador de gráficos.
- Dos campos E/S y texto.

SIEMENS		SIMATIC PANEL
	EINGENIERÍA ELECTRÓNICA UPS-GYE	
	360 360 240 240 120 120 0 120 0 120 120 120 0 120 0 120 120 120 0 120 0 120 0 120 120 120 120 120 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240	CH
	POSICION DESEADD POSICION ACTUAL 54:SALIR F5: MENU PRACTICAS	
	F1 F2 F3 F4 F5 F6	

Figura 139. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 6.

<u> Paso 6.</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

	F1 F2 F3	F4 F5	F6	J	2008	
TeclaDeFunción F4 (Tecla	a de función]			Proniedades	1 Información	Diagnóstico
Propiedades Evento	s Textos					
	1.7.8EX					
Pulsar tecla						
Soltar tecla	 PararRuntime 					
	Modo		Runtime			
	<agregar función=""></agregar>					

Figura 140. Configuración del botón F4 para la práctica 6.

	F1 F2 F3	F4 F5	F6	2005	
TeclaDeFunción_F5 [Te	cla de función]		🔍 Propiedades	Linformación (1) Diagnóstico	
Propiedades Ever	ntos Textos				
	1 I E E X				
🔞 Pulsar tecla					
Soltar tecla	 ActivarImagen 				
	Nombre de imagen		MENU PRACTICAS		
	Número de objeto		0		
	<agregar función=""></agregar>				

Figura 141. Configuración del botón F5 para la práctica 6.

<u> Paso 7.</u>

Configuramos el campo E/S, y el visualizador de curvas.



Figura 142. Configuración del campo E/S Set Position para la práctica 6.

Ribbin diversion of the second	PACTELAR UPGEN INCOMENT INCOME			75%	v
Campo ES_1 [Campo E/S]			🔍 Propiedades	1. Información	追 🎚 Diagnóstico 👘 🗐 🗉
Propiedades Anima	ciones Eventos Textos				
📑 Lista de propiedades	General				
General	Proceso		Formato		
Apariencia					
Comportamiento	Variable: HMI_GET_POSITION	┋	Formato vis	sualiz.: Decimal	•
Representacion	Variable PLC:	7	Decir	males: 0 🌲	
Formato de texto	Dirección: %MD30	Real	Longitud del c	ampo: 3 🌲	
Miscalánao			Ceros a la izru	ujerda:	
Seguridad	Tipo		ceros o lo lege		
Segundu			Formato repre	esent.: 999	•
	Modo: Salida	•			

. Figura 143. Configuración del campo E/S Get Position para la práctica 6.



Figura 144. Configuración del Visualizador de Curvas para la práctica 6.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.

Anexo 3.7 Solución de práctica 7

<u> Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Repetir el Paso 1, así tendremos el PLC A con su HMI A y el PLC B con su HMI B, tal como se muestra en la figura 333.

			•	
•		PLC_AA [CPI	U 1214C AC/DC/Rly]	
•		PLC_B [CPU	1214C AC/DC/Rly]	
►		HMI_AA [KT	P600 Basic color PN	٧]
•		НМІ_В [КТР	600 Basic color PN]
•	I n	Disease total		

Figura 145. Asignación de los dos PLC con sus respectivos HMI para la práctica 7.

Paso 3

Asignamos los direcciones IP para cada dispositivo.

PLC_AA	HML_AA	PLC_B	HMI_B
CPU 1214C	KTP600 Basic co	CPU 1214C	KTP600 Basic co
PN/IE_1: 192.168.0.1	192.168.0.2 PN/IE_1	PN/IE_1: 192.168.0.3	192.168.0.4

Figura 146. Asignaciones de direcciones IP para cada dispositivo de la práctica 7.

Paso 4.

En el PLC A activamos las marcas de ciclos internos que trae el PLC.

Nos dirigimos a -> Configuración de dispositivos -> Marca de sistemas y de ciclo.

Habilitamos la casilla Activar la utilización del byte de marcas de ciclo y le asignamos el byte 100.



Figura 147. Asignación de byte de marcas de ciclo.

Paso 5.

Nos dirigimos en el MAIN del PLC A para ubicar los bloques PUT y GET para realizar la siguiente configuración.



Figura 148. Selección del bloque PUT and GET de la práctica 7.

<u> Paso 6.</u>

En el bloque PUT ponemos lo siguiente:

[0]_0]_0[0]_0[0]_0[0]_0[0]_0[0]_0[0]_0[ropiedades información	Diagnostico	
General Configuración						
Parámetros de la conexión	Parámetros de la cone	xión				
	General					
		Local		Interlocutor		
	Punto final:	PLC_AA [CPU 1214C ACIDCIRIy]		PLC_B [CPU 1214C ACIDCINy]	-	
			-			
	Interfaz:	PLC_AA, Interfaz PROFINET_1[X1 : PN(LAN)]	•	PLC_B, Interfaz PROFINET_1[X1 : PN(LAN)]		
	Subred:	Ethernet		Ethernet		
	Nombre de subred:	PNIE_1		PN/IE_1		
	Dirección:	192.168.0.1		192.168.0.3		
	ID de conexión (hex):	100				
	Nombre de conexión:	57_Conexión_1	_			
		Establecimiento activo de la conexión				
		Unilateral				



PUT_SPB (SrB15) Propiedades Información Diagnóstico General Configuración Información (REQ): Praimetors de la conexión especificada por la ID REQ: Configuración Información (REQ): Pasiametors de la loque Inicio de la petición (REQ): Inicio de la petición para establecer la conexión especificada por la ID REO: Clock_104e* Imicio Entradas/salidas Área de escritura (ADDR, 1) Especificare lá ea de la CPU interfocutora que debe escribire Imicio: Im
General Configuración Parámetros de la conexión Inicio de la petición (REQ): Parámetros del bloque Inicio de la petición (REQ): Inicia la petición para establecer la conexión especificada por la ID 80: "Clock_104e" Entradas/salidas Area de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: 10:00 Inicio: 10:00
Parámetros de la conexión Parámetros de la conexión Parámetros de la bloque Inicia la petición (REQ): Inicia la petición para establecer la conexión especificada por la ID REQ: Clock_104e* Entradas/salidas Área de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interlocutora que debe escribirse Inicia I conexidu I terminational Interviente I terminational Intervi
Entradas/salidas Entradas/salidas Área de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: [0:00] Interfocutora que debe escribirse Interfocutora que debe escribir
Entradas/salidas Area de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: [000] Inicio: [000] Inicio: [000] I
Entradas/salidas Área de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: 00.0 Inecestud I
Área de escritura (ADDR_1) Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: 00.0 Localizado Locali
Especificar el área de la CPU interfocutora que debe escribirse Inicio: QO 0 Localizat 1
Especificar el se a de la UPU inferiodutina que debe escribinse Inicio: (00.0 Incentural I
- Incite (0.0
Longitude 1
Congreeo.
Area de transmisión (SD_1)
Proceificar el área de la CPI local desde la nue deben emiante los datos que escribir
biticio "BYTE FINTRIDAS"
Longiada

Figura 150. Configuración de entradas y salidas del bloque PUT para la práctica 7.

<u> Paso 7.</u>

GET_SFB [SFB14]			Ropiedades	Información 🔋 🗓 Diagnóstico	
General Configuración					
Parámetros de la conexión	Parámetros de la cone	xión			
Parametros del bloque	Ganaral				
	General				
		Local	Interlocutor		
	Punto final:	PLC_AA [CPU 1214C ACIDC/Rly]	PLC_B [CPU 1214C ACIDCIRly]		
	Interfaz:	PLC_AA, Interfaz PROFINET_1[X1 : PN(LAN)]	PLC_B, Interfaz PROFINET_1[X1 : PN(LAN)]		•
	Subred:	Ethernet	 Ethernet		
	Nombre de subred:	PNIE_1	PN/IE_1		
	Dirección:	192.168.0.1	192.168.0.3		
	ID de conexión (hex):	100			
	Nombre de conexión:	\$7_Conexión_1			
		Establecimiento activo de la conexión			
		Unilateral			

En el bloque GET realizamos la siguiente configuración:

Figura 151. Configuración de los parámetros de conexión del bloque GET para la práctica 7.

GET_SF8 [SF814]			Ropiedades	🗓 Información 🧯 🗓 Diagnóstico
General Configuración				
Parámetros de la conexión	Parámetros del bloque			
Parámetros del bloque	Entradas			
	Inicio de la petición (REQ)			
	Inicia la petición para estable	er la conexión especificada por la ID		
	REQ:	"Clock_10Hz"		
	Entradas/salidas			
	Área de lectura (ADDR_1)			
	Especificar el área de la CPU i	terlocutora que debe leerse		
	Inicio:	10.0		
	Longitud:	1	BYTE	•
	Área de memoria (RD_1)			
	Especificar el área de la CPU l	cal en la que deben guardarse los datos leídos		
	Inicio:	"SALIDAS PLC1"		E
	Longitud:			×

Figura 152. Configuración de entradas y salidas del bloque GET para la práctica 7.

<u> Paso 8.</u>

Nos dirigimos a diseñar nuestra pantalla HMI ubicando los siguientes elementos:

- 16 círculos que representarán los accionamientos de las entradas y salidas.
- Un campo de texto.

• Un botón.

SIEMENS			SIMATIC PANEL
	ENTRADAS PLC A 10.0 IO.1 IO.2 IO.3 2 0 0 0 10.4 IO.5 IO.6 IO.7 0 0 0 0 SALIDAS PLC A 20.0 QO.1 20.2 QO.3 0 0 0 QO.4 QO.5 20.6 QO.7 0 0 0 0 E4:SALIR E- MENDED ACTIONS	PRACTICA#7 'COMUNICACIÓN ENTRE DOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES S7-1200" AUTORES: YEGA MUÑOZ DANIEL RANGEL GUTIERREZ MANUEL ENABLE	OUCH
	F5: MENU PRACTICAS		
	F1 F2 F3	F4 F5 F6	

Figura 153. Diseño de la pantalla HMI para la práctica 6.

<u> Paso 9.</u>

Configuramos los botones externos F4 y F5 que trae la pantalla HMI.

L	F1 F2	F3	F4 F5	F6				-
						200%	▼	<u></u>
TeclaDeFunción_F4 [Tecl					🔍 Propiedades	🗓 Información (i) 🗓 Diagnóstico] 28.
Propiedades Event	os Textos				-			
Pulsar tecla Soltar tecla								
	Modo			Runtime				
	<agregar función=""></agregar>							

Figura 154. Configuración del botón F4 para la práctica 7.

	F1 F2	F3	F4	F5	F6		200%	.	
TeclaDeFunción_F5 [Tecl	a de función]					Q Propiedades	1 Información	i 🗓 Diagnóstico	
Propiedades Evento	os Textos								
	±∓⊟≣×								
🚻 Pulsar tecla									
Soltar tecla	 Activarlmagen 								
	Nombre de imagen				MENU PRAC	TICAS			
	Número de objeto				0				
	<agregar función=""></agregar>								
	,								

Figura 155. Configuración del botón F5 para la práctica 7.

<u> Paso 10.</u>

Configuramos cada círculo con su respectiva entrada y salida.

SIEMENS	ENTRADAS PLC A PRACTICA#7 COMUNICACIÓN ENTRE D ATIÓNATAS FROGRAMABI SALIDAS PLC A AUTORES: Q0.0 Q0.1 20.2 Q0.3 VEGA MUÑOZ DANIEL Q0.4 Q0.5 20.6 Q0.7 AUTORES: Q0.4 Q0.5 20.6 Q0.7 AUTORES: Q0.4 Q0.5 20.6 Q0.7 AUTORES: Q1.4 INFREDENTE AUTORES: Q0.4 Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES: Q0.6 Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES: Q0.6 Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES: Q0.6 Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES: Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES: Q0.7 ZOLA COMUNICACIÓN ENTRE D AUTORES:			165%
Círculo_8 [Círculo]			Q Propiedades	1. Informaciór
Propiedades Anima	iones Eventos Textos			
Tropiculues				
	Apariencia			
Vista general	Variable	Tipo		
 Visualización 	Nombre: 51	C Panga		
Apartencia	Dirección: \$10.0	O Varias kits		
► 🖉 Movimientos	Direction, who o	O varios bits		
			_	
,	Rango Color de fondo Color Borde Parpadeo			
	0 255; 255; 0; 0; 0; 0 No			
	<agregar></agregar>			

Figura 156. Configuración de cada círculo con su respectiva entrada para la práctica 7.

SIEMENS		SIMATIC PANEL
	INGENIERÍA ELECTRONICA UPS-GYE	
	ENTRADAS PLC A [0.0 I0.1 I0.2 I0.3 PRACTICA#7	
	IO.4 IO.5 IO.6 IO.7 'COMUNICACIÓN ENTRE DOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES 57-1200"	s
	SALIDAS PLC A 20.0 Q0.1 Q0.2 Q0.3 AUTORES: C O O VEGA MUÑOZ DANIEL	
	20.4 Q0.5 20.6 Q0.7 CANGEL GUTTERREZ MANUE	
F4:5		
F5:	MENU PRACTICAS	
Círculo_15 [Círculo]		Repropiedades
Propiedades Anima	ciones Eventos Textos	
	Apariencia	
Vista general	Variable	Tipo
 Visualización Agregar animación 	Nombre: OUT1	# Bango
Apariencia	Dirección: %Q0.0	Varios bits
Movimientos		
	Rango Color de tondo Color Borde Parpadeo	
	1 145; 0; 8 0; 0; 0 No	
	<agregar></agregar>	

Figura 157. Configuración de cada círculo con su respectiva salida para la

práctica 7.

<u> Paso 11.</u>

Ahora configuramos el botón ENABLE que permitirá el paso a la comunicación entre los dos autómatas programables.

SIEMENS		SIMATIC PANEL		
ENTRADAS PLC A 10.0 10.1 10.2 10.3 0 0 0 0 10.4 10.5 10.6 10.7 0 0 0 0 SALIDAS PLC A 20.0 20.1 20.2 20.3 0 0 0 0 20.4 20.5 20.6 20.7 0 0 0 0 F4:SALIR F5: MENU PRACTICAS	PRACTICA#7 'COMUNICACIÓN ENTRE DOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES 57-1200" AUTORES: YEGA MUÑOZ DANIEL RANGEL GUTIERREZ MANUEL	TOUCH		
Interruptor 1 [Interruptor]			Repropiedades	11 Int
Propiedades Animaciones Eventos Textos				
Conexión de variable				
Vista general				
Visualización Proceso				
Variable: HMLENABLE				
Var. PLC:	Paal			
Direction: Movid.3	BOOI			

Figura 158. Configuración del botón ENABLE para la práctica 7.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación de los dos módulos PLC.
- Verificar la correcta conexión entre los dos módulos PLC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo los dos PLC S7-1200 y dos HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.
- Asignar correctamente las direcciones IP para su correcta comunicación.

Anexo 3.8 Solución de práctica 8

<u>Paso 1.</u>

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

	P#	3								
		No	mbre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a
		•	Input							
2	-	•	IN_MOTOR_RPM	Real 🔳	0.0	No rem 💌				
}		•	IN_MDC	UDInt	0	No remane				
ŀ	-00	•	Output							
5	-00	•	OUT_MOTOR_RPM	UInt	0	No remane				
5	-00	•	OUT_MDC	Real	0.0	No remane				
7	-00	•	InOut							
3		•	<agregar></agregar>							
)	-00	•	Static							
0	-00	•	MOTOR_RPM_NORM	Real	0.0	No remane				
1	-00	•	MDC_NORM	Real	0.0	No remane				
2	-00	•	MOTOR_RPM_SCA	Real	0.0	No remane				
3	-00	•	Temp							
4		•	<agregar></agregar>							
5	-00	•	Constant							
6		•	<agregar></agregar>							

Figura 159. Creación de variables locales de la práctica 8.

<u> Paso 3.</u>

Usaremos los siguientes bloques a programar los RPM del motor DC.



Figura 160. Bloques de programación para el RPM del motor DC de la práctica 8.

Paso 4.

Ahora en el bloque de función creado "P#8", ubicaremos las variables del PLC a usar añadiendo también un bloque == ubicando en el MB4.



Figura 161. Bloque de función P#8 para la práctica 8.

Mediante la comunicación del OPC recibirá el PLC el número de la práctica #8. Así nos aseguraremos que funcione nuestro bloque de función creado.

<u> Paso 5.</u>

Abrimos nuestro OPC Server.

0		C Sei	rvers	- Runt	time														_	0		\times	
File	Edit	Vi	iew	Tools	Ru	Intim	e I	Help															
			2	🌍	57M	C)	8		5	1			\times		C								
	Clic	k to	add a	a chanr	nel.				-					-									_
1																							
L																							
L																							
L																							
L																							
Date	•		∇	Time			S	ource			Ev	ent											^
(i)	5/10/2	2020		23:36:	09		Ń	I OPC	Serv	ers	Ru	ntime	shut	down	comp	lete.							
1	9/10/2	2020		15:06:	11		N	I OPC	Serv	ers	NI	OPC	Serve	ers 2	016								
(i) 1	9/10/2	2020		15:06:	17		N	I OPC	Serv	ers	Sie	mens	TCP	/IP E	them	et dev	ice dri	ver loa	aded su	ccess	fully.		
	9/10/2	2020		15:06:	17		N	I OPC	Serv	ers	Ru	ntime	servi	ice st	arted.	_							
	9/10/2	2020		15:06:	17		N	I OPC	Serv	ers	Sta	arting	Siem	ens	ICP/IF	' Ethe	met d	evice	driver.				
	9/10/2	2020		15:06:	22		5	EM	s ICH	-71P	. 516	mens	1 Lier		tneme	et Dev	nce Di und	nver v	5.19.49	2.0			
1	9/10/2	2020		15-55	22 08		N		Serv	9c	56	ndaro	ation	eeee	ion sta	ented h	und. v Luie	as De	fault Ll	er (R	m		
l ő i	9/10/2	2020		15:55	26		N	OPC	Serv	ers	Ste	opping	Sien	nens	TCP/	IP Eth	emet	device	driver	na tur		- 1	
<u>``</u>					-						54					_							~
Read	ły														Defau	lt Use	r Clie	ents: (Activ	ve taq	s: 0 of	f O	

Figura 162. OPC Server.

<u> Paso 6.</u>

Le damos **CLICK TO ADD A CHANNEL** para la iniciar la configuración. Podemos ubicarle un nombre al **Channel Name** y le damos clic en siguiente.

🍺 NI OPC Servers - Runt	time —	
ile Edit View Tools	Runtime Help	
🗅 📂 🗟 🛃 🦃		
Click to add a chann	nel.	
New Channel	- Identification >	<
	A channel name can be from 1 to 256 characters in length. Names can not contain periods, double quotations or start with an underscore. Channel name:	
Date 15/10/20 19/10/20		
 19/10/20 19/10/20 19/10/20 19/10/20 	< Atrás Siguiente > Cancelar Ayuda	lly.
19/10/2020 15:06:1	17 Siemens TCP/IP Siemens TCP/IP Ethernet Device Driver V5.19.492.0	
19/10/2020 15:06:2	22 OEM Interface Standard License has been found.	
19/10/2020 15:55:0	08 NI OPC Servers Configuration session started by Luis as Default User	(R/W)
i) 19/10/2020 15:55:2	26 NI OPC Servers Stopping Siemens TCP/IP Ethemet device driver.	

Figura 163. Agregar nuevo canal del OPC Server.

Seleccionamos el **Device Driver**, en este caso es **Siemens TCP/IP Ethernet** y le damos clic en siguiente.

INI OPC Serve	ers - Runtime	_	
File Edit View	v Tools Runtime	Help	
🗋 📂 🖃 🖡	a 🖙 📰 🛸		
Pick to ac	ld a channel.		
New	Channel - Device D	river	\times
		Select the device driver you want to assign to the channel. The drop-down list below contains the names of all the drivers that are installed on your system.	
		Device driver: Siemens TCP/IP Ethemet	
		Enable diagnostics	
Date		-	
(i) 15/10/20 (i) 19/10/20			
i) 19/10/20 i) 19/10/20		< Atrás Siguiente > Cancelar Ayud	ja "illy.
19/10/20	15.00.17	Compare TCD //D Compare TCD //D Discret Davids Drives 1/5 10	102.0
19/10/2020	15:06:17	OEM Interface Standard License has been found	+52.0
19/10/2020	15:55:08	NLOPC Servers Configuration session started by Luis as Default	User (R/W)
19/10/2020	15:55:26	NI OPC Servers Stopping Siemens TCP/IP Ethemet device drive	r.
7 +-		Defects Hannel Objects (0) An	

Figura 164. Selección del Device Driver.

Seleccionamos nuestro **Network Adaptador**, en este caso es el que se muestra en la Figura 186. Y le damos clic en siguiente.

New Channel - Write Optimizations



 \times

Figura 165. Selección del Network Adaptador.

En la siguiente ventana, le damos clic en Siguiente.



Figura 166. Valores de los datos Float.

En la siguiente ventana, le damos clic en Siguiente. Y luego Finalizar.



Figura 167 . Resumen de la configuración escogida del OPC Server.

<u> Paso 7.</u>

Una vez creado nuestro Channel1, le damos Click to Add a Device.

OPC Serve	rs - Runtime					
dit View	Tools Runtim	e Help				
😂 🖃 🐷	* 🖙 🛅 📾	🐑 😁 🚰 💷	🗈 🛍 🗙	C.		
Channel 1	add a device.		Device /	Model a device.	ID	Description
e 🗢			<			
∇	Time	Source	Event			
10/2020 10/2020 10/2020 10/2020 10/2020 10/2020 10/2020 10/2020 10/2020	23:36:09 15:06:11 15:06:17 15:06:17 15:06:17 15:06:17 15:06:17 15:06:22 15:55:08 15:55:26	NI OPC Servers NI OPC Servers NI OPC Servers NI OPC Servers Siemens TCP/IP OEM Interface NI OPC Servers NI OPC Servers	Runtime shutde NI OPC Server Siemens TCP/ Runtime servic Stanting Siemen Siemens TCP/ Standard Licer Configuration s Stopping Sieme	own complete. s 2016 IP Ethernet device e started. ns TCP/IP Ether IP Ethernet Devi ase has been fou ession started by ens TCP/IP Ethe	ce driver loaded a net device driver ice Driver V5.19.4 und. y Luis as Default smet device drive	uccessfully. 4 492.0 User (R/W)
	F * .	400 0			1	

Figura 168. Se agrega un nuevo Canal.

Nos aparecerá una nueva ventana de configuración. Le asignamos un nombre y le damos clic en **Siguiente.**

A device name can be from 1 to 256 characters in length. Names can not contain periods, double quotations or start with an underscore.	
Device name: Device1]
 Atrás Siguiente > Cancelar Ay	uda

Figura 169. Asignación del nombre.

Seleccionamos el **Device Model**, en este caso sería S7-1200 y le damos Clic en **Siguiente**.

New Device - Model		×
	The device you are defining u driver that supports more than list below shows all supported Select a model that best des you are defining.	uses a device o one model. The models. cribes the device
	Device model:	
	57-1200	
	Atrás Siguiente > Car	ncelar Ayuda ^{De}

Figura 170. Selección del modelo de dispositivo.

Ubicamos la IP de nuestro PLC S7-1200, en este caso sería 192.168.0.1 y le damos clic en Siguiente.

New Device - ID	×
	The device you are defining may be multidropped as part of a network of devices. In order to communicate with the device, it must be assigned a unique ID. Your documentation for the device may refer to this as a "Network ID" or "Network Address." Device ID: 192.168.0.1
< Atrá	s Siguiente > Cancelar Ayuda

Figura 171. IP del PLC S7-1200.

Le damos clic en Siguiente.

New Device - Scan Mode		\times
	The device's initial update behavior may be adjusted to provide updates with cached data or device data. The scan mode is used to override the interval that tags are automatically ready by the server. Provide initial updates from cache Scan Mode: Respect client specified scan rate]
	Atrás Siguiente > Cancelar Ayuda	

Figura 172. Selección del Modo de Escaneo.

Le damos clic en Siguiente.

```
New Device - Timing
```

New Device - Timing		\times
	The device you are defining has communications timing parameters that you can configure.	
	Connect timeout:	
	Request timeout: 2000 💼 milliseconds	
	Fail after: 2 successive timeouts	i.
	Inter-request delay: 0 milliseconds	
		_
	< Atrás Siguiente > Cancelar Ayuda	

Figura 173. Configuración del Timing

Le damos clic en Siguiente.

New Device - Auto-Demotion



 \times

Figura 174. Configuración del Auto-Demotion

Le damos clic en Siguiente.

New Device - Database Creation	on	\times
	The device you are defining has the ability to automatically generate a tag database. Determine if the device should create a database on startup, what action should be performed on previously generated tags, group to add tags to, and allowing subgroups.	
	Startup: Do not generate on startup ~ Action: Delete on create ~ Add to group:	
< A	trás Siguiente > Cancelar Ayud	а

Figura 175. Configuración de la base de datos.

Le damos clic en Siguiente.

New Device - Communications Parameters



Figura 176. Configuración de los parámetros de comunicación.

Le damos clic en Siguiente.

New Device - S7 Comm. Parameters				
	S7-200: Set the Lo for this device conr S7-300/400/1200/ to be used in comm number and slot the	cal (PC) and Remote (Device) TSAP nection. /1500: Set the type of connection link nunications. Also, enter the rack e CPU resides in.		
	S7-200	\$7-300/400/1200/1500		
<u>9</u>	Local TSAP (hex):	Link Type: PC V		
	4D57	CPU Settings		
	Remote TSAP (hex):	Rack (0 - 7): 0 🚖		
	4D57	CPU Slot (1-31): 1		
	< Atrás Siguiente	e > Cancelar Ayuda		

Figura 177. Configuración de los Parámetros de Comunicación S7.

Le damos clic en Siguiente.

New Device - Addressing Options

Select the byte order for 16 and 32 bit values. Big Endian (Motorola) is the default byte order for the Siemens S7 controllers. Little Endian (Intel) is available as an option.
Byte Order
< Atrás Siguiente > Cancelar Ayuda

 \times

Figura 178. Configuración de las Opciones de Direccionamiento.

Y para culminar la configuración del OPC Server, le damos clic en **Finalizar,** como se muestra en la Figura 200.

New Device - Summary	×
	If the following settings are correct click 'Finish' to begin using the new device.
	Name: Device 1 A Model: S7-1200 ID: 192.168.0.1
	Provide initial updates from cache: No Scan Mode: Respect client specified scan rate
	Connect Timeout: 3 Sec. Request Timeout: 2000 ms Fail after 2 attempts Inter-Request Delay: 0 ms
	Auto-Demotion: Disabled 🗸 🗸
	< Atrás Finalizar Cancelar Ayuda

Figura 179. Resumen de la configuración. Clic en Finalizar para culminar.

<u> Paso 8.</u>

Una vez realizado la configuración, agregamos los TAGs que usaremos en el bloque creado en el PLC: MD22 y MD38 con el tipo de dato FLOAT, MB4 con

el tipo de dato BYTE y le damos Aceptar, tal como se muestra en la Figura 201 y Figura 202.

🍘 NI OPC Ser	vers - Runtime				$ \Box$ \times
File Edit Vie	w Tools Run	time Help			
🗋 📂 🖃	🛃 🧐 🛅 🛙	🎦 🞾 ङ 🍠 🔏	\sim \sim	lac.	
Channel1	ice 1		Tag Name	/ Address	Data Type Sca
Tag	Properties		B Chatras and a		× e browsable
0	General Scaling				
	Identification				
	Name:	MOTOR_RPM			
	Address:	MD22			
	Description:				E ste
	Data properties				
		Data type: Float	\sim		
😜 🥔 🤉	Clier	nt access: Read/Write	· ~		
Data	5	Scan rate: 100 🚔	milliseconds		
i) 19/10/20 i) 19/10/20 i) 19/10/20 i) 19/10/20	Note: This scar OPC clients wh specified rate'.	n rate is applied for non-O en the device scan rate r	PC clients. It only a mode is set to 'Res	applies to pect tag	tru
 19/10/20 19/10/20 		Acep	tar Cancela	ar Aplicar	Ayuda CO
19/10/2020	16:24:00	NI OPC Servers	Configuration se	ession assigned to Luis	as Default User has
19/10/2020	16:24:13	NI OPC Servers	Configuration se	ession started by Luis as	Default User (R/W)
i) 19/10/2020	16:24:21	NI OPC Servers	Stopping Siemen	s TCP/IP Ethemet devi s TCP/IP Ethemet devi	ice driver.

Figura 180. TAGs del OPC Server de la práctica 8.

IN OPC Servers - Runtime						- 🗆 ×
🗋 🚔 🗃 🛃 🧠 🛅 🖾 😂 🚰 🖃 🕺	🗈 🛍 🗙 🔝					
⊡ - Channel1	Tag Name	Address MD38	Data Type Float	Scan Rate 100	Scaling None	Description
	MENU	MB4	Byte	100	None	
		MD22	rioat	100	None	
🗣 🥔 🖗	<					2
Date Time Source ① 19/10/2020 16:22:24 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:22:40 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:00 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:10 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:13 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:13 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:21 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:21 NI OPC Servers ① 19/10/2020 16:24:21 NI OPC Servers	Event Created backup of project Starting Siemens TCP/IP Siemens TCP/IP Ethemet Runtime project replaced f Closing project C:VJeers U Configuration session start Stopping Siemens TCP/IP Parting Siemens TCP/IP	"C:\ProgramData Ethemet device d Device Driver V5 from "C:\Users\Lu Luis\Desktop\tesi gned to Luis as Def 9 Ethemet device	a\National Instru driver. 5.19.492.0 iis\Desktop\tesi is_practicas\CO efault User has fault User (R/W) driver.			ŕ

Figura 181. Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la práctica 8.

<u> Paso 9.</u>

Abrimos el software Labview, en el cual usaremos:

- 3 Numeric Control
- 1 Ok Button
- 1 Stop Button
- 1 Visualizador Gráfico



Figura 182. Panel Frontal y Diagrama de bloques de la práctica 8.

<u> Paso 10.</u>

Ahora procedemos a configurar los 3 Numeric Control con su respectivo dato del PLC.

Data	Туре	Data Entry	Display Format	Documentation	Data Binding	•
	Data E	Binding Selecti	ion			
	DataS	ocket		\sim		
	Ace	cess Type	Read/Write	\sim		
	Pa	ath				
				Brow	se 🗸	
	Nation	nal Instrument d Variable Eng	s recommends that	t you use data bindi bVIEW Help for moi	ng through the	
	Natior Shared about	nal Instrument d Variable Eng data binding	s recommends that ine. Refer to the La controls.	t you use data bindi bVIEW Help for mor	ng through the re information	
	Natior Shared about	nal Instrument d Variable Eng data binding	is recommends that ine. Refer to the La controls.	t you use data bindi bVIEW Help for moi	ng through the re information	
	Natior Shared about	nal Instrument d Variable Eng data binding	ts recommends that ine. Refer to the La controls.	t you use data bindi bVIEW Help for mor	ng through the re information	
	Natior Shared about	nal Instrument d Variable Eng data binding	ts recommends that ine. Refer to the La controls.	t you use data bindi bVIEW Help for moi	ng through the re information	
	Natior Shared about	nal Instrument d Variable Eng data binding	is recommends that ine. Refer to the La controls.	t you use data bindi bVIEW Help for moi	ng through the re information	

Figura 183. Configuración de los Numeric Control de la práctica 8.

- Le damos Click en Data Binding Selection, en este caso sería DataSocket.
- Le damos Click en Access Type, en este caso sería Read/Write.
- Le damos Click en **Browse** y seleccionamos en **DSTP SERVER**, nos aparecerá la siguiente ventana:

Select URL	\times
Este equipo National Instruments.LookoutOPCServers.V5 National Instruments.OPCDemo National Instruments.Variable Engine OPC.SimaticHMI.CoRtHmiRTm DataSocket Server	OK Cancel
Browse host:	Refresh
URL:	

Figura 184. Selección del Servidor del OPC.

- Desplegamos el NIOPCSERVER.
- Luego desplegamos Channel1.
- Desplegamos Device1.
- Y seleccionamos nuestra variable a enlazar y le damos OK.

Select URL		\times
System System System Statistics System MDC_RPM MOTOR_RPM NENU Netrional Instruments OBCOmme	~	OK Cancel
Browse host:		Refresh
URL: opc://localhost/National Instruments.NIOPCServe	ers.V5	/Channel1.Dev

Figura 185. Enlazamiento del primer Numeric Control.

• Este paso repetirlo con los 2 Numeric Control.

Numeric Properties: MDC RPM		\times
Select URL	×	Binding 4 +
System	OK Cancel	
Browse host: URL: opc://localhost/National Instruments.NIOPCSen	Refresh vers.V5/Channel1.Dev	ugh the nation
	OK Car	ncel Help

Figura 186. Enlazamieno del segundo Numeric Control.

• Configuración del Numeric Control llamado MDC_CONTROL.

Numeric P	roperties: N° PRAC	TICA		\times
Data Type	Display Format	Documentation	Data Binding	Key Navigati 🔸 🕨
Select URL				×
Browse host: URL: opc://	System Device1 JInternal System System System System System System System System MDC_R MOTOR National Instrument	ITags cs PM _RPM tr OBC Domo > struments.NIOPCServ	Cancel Cancel Refresh vers.V5/Channel1.1	ugh the nation
			ОК	Cancel Help

Figura 187. Enlazamientod el tercer Numeric Control.

• Configuración del Numeric Control Ilamado Nº PRACTICA.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.
- Realizar los pasos 5 y 6 correctamente, ya que estos pasos son claves para la comunicación entre el PLC, EPC y el software Labview.

Anexo 3.9 Solución de práctica 9

Paso 1.

Se debe realizar la conexión entre la parte de control y la planta, se debe seguir los pasos indicados en el Anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y del Anexo 3.0 (Introducción a prácticas).

<u>Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

P#9									
	No	mbre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a
	•	Input							
	-	IN_TEMP	Word 🔳	16#0	No rem 💌				
	•	IN	Real	0.0	No remane	\sim			
	•	Output							
	•	TEMP_SCALE	Real	0.0	No remane				
	•	FOCO_OUT	Bool	false	No remane	\sim			
	•	InOut							
	•	<agregar></agregar>							
	•	Static							
-		TEMP_NORM	Real	0.0	No remane				
	•	Temp							
2	•	<agregar></agregar>							
	•	Constant							
L.	•	<agregar></agregar>							

Figura 188. Creación de variables locales de la práctica 9.

<u> Paso 3.</u>

Usaremos los siguientes bloques a programar el control de temperatura.



Figura 189. Bloques de programación para el control de temperatura de la práctica 9.

<u> Paso 4.</u>

Ahora en el bloque de función creado "P#9", ubicaremos las variables del PLC a usar añadiendo también un bloque == ubicando en el MB4.



Figura 190. Bloque de función P#9 para la práctica 9.

Mediante la comunicación del OPC recibirá el PLC el número de la práctica #9. Así nos aseguraremos que funcione nuestro bloque de función creado.

<u> Paso 5.</u>

Seguir los pasos indicados en la **PRÁCTICA#8** desde el paso 5 hasta el paso 6 para la comunicación con el OPC.

<u> Paso 6</u>

Una vez realizado la configuración, agregamos los TAGs que usaremos en bloque creado en el PLC: MD10 y MD42 con el tipo de dato FLOAT, MB4 con el tipo de dato BYTE, Q0.0 con el tipo de dato BOOLEAN.

🝘 NI OPC Servers - Runtime						-	- 🗆	\times
File Edit View Tools Runtime	Help							
🗅 📂 🖃 🛃 🦃 🕅 🕰	🞾 📅 🖌 🏸 🔏	··· ··· × R2						
⊖ ♥ Channel1 └∰ Device1		Tag Name / ≪ FOCO ≪ MENU ≪ TEMP_ACT ≪ TEMP_SET	Address Q0.0 MB4 MD42 MD10	Data Type Boolean Byte Float Float	Scan Rate 100 100 100 100	Scaling None None None None	Description	
🖙 🥓 👳		<						>
Date V Time	Source	Event						^
19/10/2020 17:24.42 19/10/2020 17:24.49 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55 19/10/2020 17:24.55	NI OPC Servers NI OPC Servers NI OPC Servers Advanced Simul Advanced Simul NI OPC Servers	Stopping Siemens TCP/IP I Advanced Simulator device Starting Advanced Simulator Advanced Simulator Device Attempting to automatically Attempting to automatically Unable to generate a tag da	Ethemet device d driver loaded sui r device driver. Driver V5.19.49 generate tags for generate tags for atabase for devic	driver. ccessfully. 2.0 device "Chan device "Devic e "Channel 1.D				
19/10/2020 17:25:47 19/10/2020 17:26:23	NI OPC Servers NI OPC Servers	Stopping Advanced Simulat Starting Siemens TCP/IP Et	or device driver. hemet device dri	iver.				~

Figura 191. Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la

práctica 9. 155

<u> Paso 7</u>

Abrimos nuestro Labview, la cual usaremos 3 Numeric Control, 1 Ok button, 1 Stop Button, 1 Visualizador gráfico, 1 Square Led.





Figura 192. Panel Frontal y Diagrama de bloques de la práctica 9.

<u> Paso 8</u>

Seguir los pasos indicados en la PRÁCTICA#8, el paso 11 para asociar las variables de los elementos: Set, Temp, Nº Práctica y Foco con su respectiva variable en el OPC.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.
- Realizar los pasos 5 y 6 correctamente, ya que estos pasos son claves para la comunicación entre el PLC, EPC y el software Labview.
- Seguir el paso 8 correctamente, para asociar las variables de los elementos con su respectiva variable en el OPC.

Anexo 3.10 Solución de práctica 10

<u> Paso 1.</u>

Se procede a realizar los pasos del anexo 2 (Pasos previos a prácticas) y los pasos de la práctica 1 del anexo 3.1.

<u> Paso 2.</u>

Una vez creado nuestro bloque de función, nos dirigimos dándole doble clic para su programación y creamos las nuevas variables locales a usar en el bloque.

P#	0								
-	No	mbre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d	Escrib	Visible en	Valor de a
	•	Input							
	•	IN_TEMP	UDInt 🔳	0	No rem 💌				
	•	FUZZY	Real	0.0	No remane	\sim			
	•	Output							
	•	TEMP_SCALE	Real	0.0	No remane	\sim	~		
	•	FOCO	Bool	false	No remane		\sim		
	•	InOut							
	•	<agregar></agregar>							
	•	Static							
	•	TEMP_NORM	Real	0.0	No remane		\sim		
	•	Temp							
	•	<agregar></agregar>							
	•	Constant							
	•	<agregar></agregar>							
1					1111				

Figura 193. Creación de variables locales de la práctica 10.

<u> Paso 3.</u>

Usaremos los siguientes bloques a programar el control de temperatura.

Comentario			
NOR UDInt t	M_X p Real	SCALI Real to	E_X Real
EN	ENO	EN	ENO
0 — MIN	OUT - #TEMP_NORM	0.0 — MIN	OUT - #TEMP_SCALE
#IN_TEMP VALUE		#TEMP_NORM - VALUE	
27648 — MAX		67.0 — MAX	
#FUZZY			#FOCO
Real			
1.0			
1			

Figura 194. Bloques de programación para el control de temperatura de la práctica 10.

<u> Paso 4.</u>

Ahora en el bloque de función creado "P#10", ubicaremos las variables del PLC a usar añadiendo también un bloque == ubicando en el MB4.



Figura 195. Bloque de función P#10 para la práctica 10.

Mediante la comunicación del OPC recibirá el PLC el número de la práctica #10. Así nos aseguraremos que funcione nuestro bloque de función creado.

<u> Paso 5.</u>

Seguir los pasos indicados en la **PRÁCTICA#8** desde el paso 5 hasta el paso 6 para la comunicación con el OPC.

<u> Paso 6</u>

Una vez realizado la configuración, agregamos los TAGs que usaremos en bloque creado en el PLC: MD42 y MD50 con el tipo de dato FLOAT, MB4 con el tipo de dato BYTE.

NI OPC Server File Edit View	rs - Runtime Tools Runtime	Help						- 0	\times
🗋 💕 🗐 🖬	🖌 🕾 🕾 🖓 🖉	2 🚰 🤊 👗	🗈 🛝 🗙 📖						
Channel1			Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description	
Device	e1		S FUZZY	MD50	Float	100	None		
			MENU	MB4	Byte	100	None		
			CALCENT ACT	MD42	Float	100	None		
🗣 🥐 👳			<						>
Date 💎	Time	Source	Event						^
19/10/2020	17:24:55	NI OPC Servers	Starting Advanced Simulat	or device driver.					
(1) 19/10/2020	17:24:55	Advanced Simul	Advanced Simulator Devic	e Driver V5.19.49	92.0				
19/10/2020	17:24:55	NI OPC Servers	Attempting to automatically	generate tags fo	r device 'Chan				
19/10/2020	17:24:55	Advanced Simul	Attempting to automatically	generate tags fo	r device 'Devic				
19/10/2020	17:24:55	NI OPC Servers	Unable to generate a tag of	latabase for devic	ce 'Channel1.D				
19/10/2020	17:25:47	NI OPC Servers	Stopping Advanced Simula	tor device driver.					
19/10/2020	17:26:23	NI OPC Servers	Starting Siemens TCP/IP E	themet device di	nver.				
19/10/2020	18:07:04	NI OPC Servers	Configuration session state	ad by Luis as Def	ault User (R/M)				
······································	10.07.04	in or c servers	Configuration session start	ou by cuis as Den	Guil Cael (Pl/VV)				\sim

Figura 196. Visualización del tipo de dato de los TAGs creados de la práctica 10.

<u> Paso 7</u>

Abrimos nuestro Labview, la cual usaremos 5 Numeric Control, 1 Numeric Indicator, 1 Ok button, 1 Stop Button, 1 Visualizador gráfico.



Figura 197. Panel Frontal y Diagrama de bloques de la práctica 10.

RECOMENDACIONES:

- Verificar la alimentación del módulo PLC.
- Verificar la correcta conexión del módulo PLC y la planta EPC.
- Realizar previamente el Anexo 2 para el inicio de la práctica, escogiendo el PLC S7-1200 y HMI KTP 600 para que no haya problemas de compilación durante la práctica.
- Configurar correctamente el proyecto en TIA Portal.
- Realizar los pasos 5 y 6 correctamente, ya que estos pasos son claves para la comunicación entre el PLC, EPC y el software Labview.