



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO.**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET
INDUSTRIAL ENTRE EL PLC SIEMENS S7-1200 Y LOGO V8 PARA EL
CONTROL DE UNA PLUMA GRÚA.**

AUTOR:

DENNIS ALEJANDRO CHICO TERÁN

DIRECTOR:

ING. JOSÉ DAVID CHIZA OCAÑA. MBA

Ibarra, 2017

AUTORÍA

Yo, Dennis Alejandro Chico Terán, portador de la cedula de ciudadanía N° 0401391370, declaro bajo juramento que el presente trabajo aquí descrito **"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL PLC SIEMENS S7-1200 Y LOGO V8 PAR EL CONTROL DE UNA PRIMA GRÚA"** es de mi autoría y los resultados de la investigación son de mi total responsabilidad, además que no ha sido presentado previamente para ningún grado, ni calificación profesional; y que se han respetado las diferentes fuentes de información y referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



.....

Dennis Alejandro Chico Terán

C.C. 0401391370



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Yo, José David Chiza Ocaña. MBA en calidad de Tutor del señor estudiante, **Dennis Alejandro Chico Terán**, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: “ **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL PLC S7-1200 Y LOGO VS PARA EL CONTROL DE UNA PLUMA GRÚA**”. Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la impresión y empastado.
En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de Diciembre del 2017.

Firma

Ing. José David Chiza Ocaña. MBA

C.I. 1715337513

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Dennis Alejandro Chico Terán**, con cédula de ciudadanía No 0401391370, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 45 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: “ **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL EPLC S7-1200 Y LOGO V8 PARA EL CONTROL DE UNA PLUMA GRUESA**”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**, en la Universidad Técnica Del Norte, quedando a la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En consecuencia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma:

Nombre: **Dennis Alejandro Chico Terán**

Cedula: **0401391370**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y existencia de la Universidad.

Por medio del presente documento dejó sentado mi voluntad de participar en este proyecto, para la cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA DE CIUDADANÍA:	0401391370
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chico Terán Dennis Alejandro
DIRECCIÓN:	Ibarra – Hugo Guzmán Lara y Marco Tulio Nieto
EMAIL:	terndennis@yahoo.com
TELÉFONO CELULAR:	0985895111
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL PLC S7-1200 Y LOGO V8 PARA EL COTROL DE UNA PLUMA GRÚA ”
AUTOR:	Chico Terán Dennis Alejandro
FECHA:	Diciembre, 2017
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. José David Chiza Ocaña. MBA.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Dennis Alejandro Chico Terán, con cédula de ciudadanía No. 0401391370, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizó a la Universidad Técnica del Norte. La publicación de la obra en el repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Art. 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la depositó, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de Diciembre del 2017.

EL AUTOR

Firma: 

Nombre: Dennis Alejandro Chico Terán

Cédula: 0401391370

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado le dedico en primer lugar a Dios que me dio la fortaleza y me acompañó durante esta etapa de mi vida, que a pesar de las dificultades que se me han presentado siempre Él ha sido mi guía y mi fortaleza en este caminar, lo que me permite seguir cumpliendo mis sueños y anhelos de mi vida.

A mis padres se lo dedico que con su amor incondicional, sus consejos, su ejemplo y su apoyo en todo momento, supieron guiarme y formarme como persona de bien que de una u otra manera se ve reflejado en el día a día.

Para mis abuelos que siempre estuvieron cuidándome, dándome una palabra de aliento, abuelos que con su infinito amor y gran ejemplo de superación, supieron guiarme aportando su experiencia y consejos para culminar esta meta en mi vida.

A mi hermana, que a través de su inocencia su compañía y su amor único supo transformar mi vida, creando en mi ser la fuerza necesaria de salir a delante, superándome cada día, para ser su ejemplo de superación.

AGRADECIMIENTO

Principalmente le agradezco a Dios, que ha sido mi refugio y mi fuerza, el cual me ha bendecido con personas maravillosas, como familiares y amigos, y que gracias a Él he culminado una gran meta, y por supuesto el sueño de mis padres y abuelos.

A mis padres, a mi hermana y abuelos les doy gracias por su apoyo incondicional en todo momento, por su palabra de aliento, por confiar en mí, por su ayuda moral y económica para culminar mis estudios.

Le agradezco a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por darme esa oportunidad de formar parte de ella y ser un gran profesional y gran ser humano.

A mi director de tesis, Ing. David Chiza por su ayuda y entrega, quien con su conocimiento y experiencia ha conseguido mi culminación en este caminar profesional con éxito. Y para terminar un mil gracias a los ingenieros de CIMANELE que contribuyeron a mi crecimiento y formación profesional y moral.

RESUMEN

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL PLC S7 -1200 Y LOGO V8 PARA EL CONTROL DE UNA PLUMA GRÚA.

El objetivo del presente estudio fue el diseño e implementación de la red ethernet industrial entre el Plc S7-1200 CPU (1212 AC/DC/Rly) y el módulo lógico programable Logo V8, autómatas que se utilizaron para el control de una pluma grúa, misma que fue diseñada en base a cálculos y construida con la ayuda del programa AUTO CAD, con el fin de automatizarla y ser capaz de realizar diferentes tipos de movimientos que son: movimiento de rotación, movimiento de traslación y movimiento de elevación.

Además se construyó módulos didácticos bajo norma tanto del Plc S7-1200 como del módulo lógico programable Logo V8, como una fuente teórico- práctico para mejorar los niveles de aprendizaje y de estudio en lo que respecta a programación de PLC's a través de Software TIA Portal V13 para los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico (CIMANELE). Mediante la ayuda del Software TIA Portal V13, se realizó la programación mediante el lenguaje Ladder o KOP, programación que consta de dos tipos de procesos que son el manual y el automático.

Además, se pone en consideración un manual de la comunicación ethernet industrial entre el PLC S7-1200 y el MLP Logo V8; posteriormente también se muestra la configuración de la tarjeta Signal Board, la misma que se utiliza para el control de velocidad en el movimiento de rotación mediante la señal PWM (Modulación por ancho de pulso). Y por último, el estudio presentó una serie de figuras y anexos que complementaron el proyecto, funcionamiento y sus respectivas conclusiones.

ABSTRACT

DESING AND IMPLEMENTATION OF THE INDUSTRIAL ETHERNET NETWORK BETWEEN THE PLC S7-1200 AND LOGO V8 FOR THE CONTROL OF A CRUM PLUM (PLUMA GRUA)

The main objective of the current study was to look into the design and implementation of the industrial Ethernet Network between the PLC S7-1200 CPU (1212 AC/DC/Rly) and the programmable and logical module Logo V8, both of them automatom, were used for the control of a crum plum, that was designed based on calculus and built with the program AUTOCAD as a guide, with the idea of making it automated and able to do different kind of movements such us: rotation, translation and elevation movements.

In addition, didactic modules for the PLC St7-1200 and the logical and programmable of the Logo V8 were built following the stablished rules, using a theoretical and practical sources to improve learning and studies levels about the PLC through the TIA portal V13 Software for the students of Electric Maintenance Engineering (CIMANELE). Through the TIA Portal V13 as a real tool, the programming was done using Ladder or KOP languages, that has two kinds of processes: manual and automatic.

Also, the manual about industrial Ethernet Communication Manual between the PLC S7-1200 and the MLP Logo V8 is presented; besides, the configuration of the Signal Board Card is showed, this one is used to control the speed in the rotation movement through the PWM (Pulse Wide Modulation). Finally the case study presented some figures and annexes that helped and supported the functioning Project and its conclusions.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
RESUMEN.....	X
ÍNDICE.....	XI
CAPÍTULO 1	22
1 Problema de investigación.....	22
1.1 Antecedentes.....	22
1.2 Planteamiento del problema	23
1.3 Alcance	23
1.3.1 Formulación del problema.....	23
1.4 Delimitación	24
1.4.1 Temporal.....	24
1.4.2 Espacial.....	24
1.5 Objetivo General.....	24
1.6 Objetivos Específicos	24
1.7 Justificación.....	25
CAPÍTULO II.....	27

2	Marco teórico.....	27
2.1	Definición de Grúa.	27
2.1.1	Partes de una Grúa.....	27
2.1.2	Tipos de Grúas.....	29
2.1.3	Usos y aplicaciones de las Grúas.....	30
2.2	Concepto de Controlador Lógico Programable (PLC).....	32
2.2.1	Estructura del PLC	32
2.2.2	Funciones del PLC	33
2.2.3	Ventajas de los PLC	33
2.2.4	Aplicación de los PLC's en la industria y equipos móviles.....	33
2.3	PLC Siemens S7-1200 y Modulo Lógico Programable (MLP) LOGO V8	35
2.3.1	PLC Siemens S7-1200.....	36
2.3.1.1	Características del PLC Siemens S7-1200	36
2.3.1.2	Módulos de comunicación:.....	39
2.3.2	Módulo Lógico Programable MLP LOGO V8.....	39
2.3.2.1	Características de Modulo Lógico Programable MLP LOGO V8	40
2.4	Software y lenguajes de programación.....	41
2.4.1	Software de programación TIA Portal V13.....	41
2.4.2	Tipos de lenguajes de programación de PLC's Siemens S7-1200	43
2.4.2.1	Lenguaje Ladder o KOP	43
2.4.2.2	Lenguaje booleano (Lista de Instrucciones) o AWL.....	46
2.4.2.3	Diagrama de funciones (FUP).....	48

2.4.2.4	Lenguaje de texto estructurado o SCL	48
2.5	Instrucciones básicas de programación.	49
2.5.1	Instrucciones básicas TIA Portal V13	49
2.5.1.1	Operaciones lógicas con bits	50
2.5.1.2	Temporizadores	54
2.5.1.3	Contadores.....	57
2.5.1.4	Comparación.....	59
2.5.1.5	Funciones matemáticas.....	59
2.5.1.6	Función de Transferencia.	62
2.5.2	Instrucciones avanzadas de programación TIA Portal V13	63
2.5.2.1	Impulso (CTRL_PWM).....	63
2.6	Comunicación Ethernet.	64
2.6.1	Comunicación Ethernet Surgimiento.....	64
2.6.2	Protocolos de comunicación de la red Ethernet.	65
2.6.3	Ventajas de la red Ethernet Industrial.....	67
2.6.4	Desventajas de la red Ethernet Industrial.	67
2.6.5	Aplicaciones de Ethernet Industrial.....	68
2.6.6	Ethernet Industrial como medio de comunicación entre PLC y PC.....	69
2.7	Descripción general comunicación Ethernet entre el PLC S7-1200 y LOGO V8	70
2.7.1	Pasos para configuración de la Red Ethernet en Step7 Professional- TIA Portal V13- S7-1200	70

2.7.2	Pasos para la configuración de la Red Ethernet en MLP LOGO V8:	71
2.8	Motores de corriente continua	71
2.8.1	Motores con excitación independiente.	72
2.8.1.1	Principio de funcionamiento.....	73
2.8.1.2	Cuadro comparativo de motores DC con excitación independiente.....	73
CAPITULO III		76
3	Metodología de la investigación.....	76
3.1	Métodos de investigación.....	76
3.1.1	Método empírico	76
3.1.1.1	Observación.....	76
3.1.1.2	Medición.....	77
3.1.1.3	Experimento	77
3.2	Técnicas e instrumentos	77
3.2.1	Diseño cinemático del mecanismo de la pluma grúa.	77
3.2.2	Elaboración de planos estructurales y eléctricos de la pluma grúa.	77
3.2.3	Mediciones.	78
CAPITULO IV		79
4	Desarrollo de la propuesta tecnológica.....	79
4.1	Título de la propuesta.	79
4.2	Introducción.....	79
4.3	Objetivo.	80

4.4	Cálculo de la pluma grúa	80
4.4.1	Cálculos matemáticos	81
4.4.2	Cálculos de electroimán.....	81
4.5	Programación de PLC.....	83
4.5.1	Programación del PLC S7-1200 en el programa TIA Portal.....	83
4.5.1.1	Diagrama de flujo de la automatización de la pluma grúa.	84
4.5.2	Configuración del módulo de expansión Signal Board (señal PWM)	92
4.5.2.1	Diagrama de flujo de la Signal Board (señal PWM).....	93
4.5.3	Configuración de la red Ethernet Industrial entre los dos autómatas	95
4.5.3.1	Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly	96
4.5.3.2	Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8	98
CAPÍTULO V		100
5	Conclusiones y Recomendaciones	100
5.1	Conclusiones.....	100
5.2	Recomendaciones	101
5.3	Bibliografía.....	102
5.4	Anexos.....	105

Índice de figuras.

<i>Figura 1:</i> Partes de una grúa	27
<i>Figura 2:</i> Movimientos de la grúa torre	29
<i>Figura 3:</i> Pluma grúa, boceto de medidas.....	31
<i>Figura 4:</i> Pluma Grúa, boceto de sus partes.	31
<i>Figura 5:</i> Pluma Grúa, boceto de sus movimientos	32
<i>Figura 6:</i> Estructura del PLC	32
<i>Figura 7:</i> PLC siemens S7-1200 serie1212	36
<i>Figura 8:</i> MLP Siemens LOGO V8	39
<i>Figura 9:</i> Vista del portal del software TIA Portal V13	42
<i>Figura 10:</i> Vista del Proyecto del Software TIA Portal V13.....	42
<i>Figura 11:</i> Descripción de Lógica Ladder	45
<i>Figura 12:</i> Ejemplo de programación Ladder o KOP	46
<i>Figura 13:</i> Asignación de las instrucciones lógicas operacionales.....	46
<i>Figura 14:</i> Tipos de datos	47
<i>Figura 15:</i> Entradas y salidas.....	47
<i>Figura 16:</i> Lenguaje AWL.....	47
<i>Figura 17:</i> Lenguaje AWL.....	47
<i>Figura 18:</i> Lenguaje FUP	48
<i>Figura 19:</i> Lenguaje KOP.....	49
<i>Figura 20:</i> Ejemplo del lenguaje SCL	49
<i>Figura 21:</i> Representación esquemática de la instrucción NOT.....	51
<i>Figura 22:</i> Diagrama de impulsos de la instrucción impulso	54
<i>Figura 23:</i> Cronograma de impulso de la instrucción TON	55
<i>Figura 24:</i> Cronograma de impulso de la instrucción TOF	56
<i>Figura 25:</i> Funcionamiento de la instrucción CTU	58

<i>Figura 26:</i> Funcionamiento de la instrucción CTD	59
<i>Figura 27:</i> Modelo de referencias OSI y las capas de TCP/IP.	66
<i>Figura 28:</i> Representación Esquemática de un sistema de control intercomunicado	68
<i>Figura 29:</i> Enlace entre PLC's y PC.....	70
<i>Figura 30:</i> Par-velocidad del motor DC.....	72
<i>Figura 31:</i> Pluma Grúa	80
<i>Figura 32:</i> Pluma Grúa, Momento Flector.....	81
<i>Figura 33:</i> Diagrama de flujo de la automatización de la pluma grúa.....	84
<i>Figura 34:</i> Parametrización del sistema.....	85
<i>Figura 35:</i> Configuración del sistema.....	86
<i>Figura 36:</i> Modo manual	87
<i>Figura 37:</i> Complemento del modo manual	88
<i>Figura 38:</i> Modo Automático.	89
<i>Figura 39:</i> Complemento Modo Automático.....	90
<i>Figura 40:</i> Complemento Modo Automático.....	91
<i>Figura 41:</i> Diagrama de flujo de la Signal Board (señal PWM)	93
<i>Figura 42:</i> Instrucción MOVE.....	94
<i>Figura 43:</i> Instrucción CTRL_PWM.....	94
<i>Figura 44:</i> Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly	96
<i>Figura 45:</i> Complemento del Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly.....	97
<i>Figura 46:</i> Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8	98
<i>Figura 47:</i> Complemento del Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8	99

<i>Figura 48: Modo Manual</i>	107
<i>Figura 49: Configuración de la instrucción CTRL_PWM</i>	107
<i>Figura 50: Comando de pulsadores con flanco</i>	107
<i>Figura 51: Seteo de valor de velocidad desde (0 a 27647)</i>	108
<i>Figura 52: Rotación Derecha – Izquierda</i>	108
<i>Figura 53: Traslación Frente – Atrás</i>	108
<i>Figura 54: Elevación Arriba – Abajo</i>	109
<i>Figura 55: Encendido del Electroimán</i>	109
<i>Figura 56: Modo Automático</i>	110
<i>Figura 57: Configuración de la instrucción CTRL_PWM</i>	110
<i>Figura 58: Setear valor de velocidad; Rotación Izquierda a 1400</i>	110
<i>Figura 59: Setear Valor de velocidad; Rotación Izquierda a 0</i>	111
<i>Figura 60: Setear valor de Velocidad; Rotación Derecha a 16500</i>	111
<i>Figura 61: Setear Valor de velocidad; Rotación Derecha a 0</i>	111
<i>Figura 62: Reset (modo Automático)</i>	112
<i>Figura 63: Rotación Derecha – Izquierda</i>	112
<i>Figura 64: Carrete al frente en T=1200</i>	113
<i>Figura 65: Motor bajada en T=6500</i>	113
<i>Figura 66: Activación del electroimán</i>	114
<i>Figura 67: Motor sube hasta el final de carrera</i>	114
<i>Figura 68: Movimiento hacia la derecha del brazo de la pluma grúa con carga</i>	115
<i>Figura 69: Movimiento completo del carrete hasta el final de carrera</i>	115
<i>Figura 70: Movimiento de bajada del motor para depositar el objeto</i>	116
<i>Figura 71: Desactivación del Electroimán</i>	116
<i>Figura 72: Movimiento de subida del motor sin carga</i>	117

<i>Figura 73: Movimiento de carrete a sus condiciones iniciales</i>	117
<i>Figura 74: Propiedades de PLC (CPU 1212C AC/DC/Rly)</i>	119
<i>Figura 75: Configuración de salidas</i>	120
<i>Figura 76: Variables de del generador de impulso</i>	120
<i>Figura 77: Instrucción MOVE configurada</i>	121
<i>Figura 78: Identificador Hw del generador de impulsos</i>	121
<i>Figura 79: Configuración de la instrucción CTRL_PWM.</i>	122
<i>Figura 80: Hardware en Step7 Basic PLC S7-1200</i>	124
<i>Figura 81: Configuración IP</i>	124
<i>Figura 82: Conexión S7</i>	125
<i>Figura 83: Agregar nueva conexión en el PLC S7-1200</i>	125
<i>Figura 84: Interfaz Profinet</i>	126
<i>Figura 85: Conexión S7 creada</i>	126
<i>Figura 86: Configuración para el LOGO</i>	126
<i>Figura 87: Direcciones TSAP</i>	127
<i>Figura 88: Establecimiento activo de la conexión</i>	127
<i>Figura 89: Vía comunicación PUT/GET</i>	128
<i>Figura 90: Conexión Ethernet</i>	130
<i>Figura 91: Conexión de Cliente</i>	130
<i>Figura 92: Configuración de conexión cliente</i>	131
<i>Figura 93: Diagrama de funciones</i>	132
<i>Figura 94: Agregar nuevo dispositivo</i>	133
<i>Figura 95: Conexión de los Autómatas</i>	133
<i>Figura 96: Programa Bloques</i>	133
<i>Figura 97: Bloque de datos</i>	134

<i>Figura 98:</i> Programa en Step7 Basic	134
<i>Figura 99:</i> Torre de la pluma grúa.	139
<i>Figura 100:</i> Torre y brazo de la pluma grúa (vista lateral.)	139
<i>Figura 101:</i> Eje axial de la pluma grúa.	139
<i>Figura 102:</i> Carrete y poleas ensambladas.	140
<i>Figura 103:</i> Tablero didáctico S7-1200	140
<i>Figura 104:</i> Tablero didáctico LOGO V8.....	140
<i>Figura 105:</i> Elaboración de la caja de control de la pluma grúa	141
<i>Figura 106:</i> Instalación de las fuentes DC y relés	141
<i>Figura 107:</i> Instalación del ventilador en la caja de control.....	141
<i>Figura 108:</i> Elaboración de la tapa de la caja de control.....	142
<i>Figura 109:</i> Instalación de los relés y placa electrónica	142
<i>Figura 110:</i> Cableado a la tapa de la caja de control	143
<i>Figura 111:</i> Instalación de la alimentación a 110 VAC de la caja de control	143
<i>Figura 112:</i> Vista Frontal interna de la caja de control.....	144
<i>Figura 113:</i> Vista frontal externa de la caja de control.....	144
<i>Figura 114:</i> Botonera o control de mandos.....	145
<i>Figura 115:</i> Carrete y electroimán	145
<i>Figura 116:</i> Módulo pluma grúa.....	146

Índice de tabla.

<i>Tabla 1.</i> Simbología básica para la programación en lenguaje Ladder.....	44
<i>Tabla 2:</i> Parámetros de la instrucción contacto normalmente abierto.	50
<i>Tabla 3:</i> Parámetros de la instrucción contacto normalmente cerrado.	51
<i>Tabla 4:</i> Parámetros de la instrucción asignación.....	51
<i>Tabla 5:</i> Parámetros de la instrucción Negar asignación	52
<i>Tabla 6:</i> Parámetros de la instrucción flancos de señal ascendente de un operador.	53
<i>Tabla 7 :</i> Parámetros de la instrucción flanco de señal descendente de un operador.....	53
<i>Tabla 8:</i> Parámetros de la instrucción impulso.	54
<i>Tabla 9:</i> Parámetros de la instrucción retardo al conectar TON	55
<i>Tabla 10:</i> Parámetro de la instrucción retardo al desconectar.....	56
<i>Tabla 11:</i> Parámetros de la instrucción CTU.....	57
<i>Tabla 12:</i> Parámetros de instrucción CTD.....	58
<i>Tabla 13:</i> Instrucciones básicas de comparación	59
<i>Tabla 14:</i> Parámetros de la instrucción Sumar.....	60
<i>Tabla 15:</i> Parámetros de la instrucción restar.	60
<i>Tabla 16:</i> Parámetros de la instrucción multiplicar.....	61
<i>Tabla 17:</i> Parámetros de la instrucción dividir.	61
<i>Tabla 18:</i> Transferencias de la familia de CPU S7-1200	62
<i>Tabla 19:</i> Parámetros de la instrucción "Convertir Valor".....	63
<i>Tabla 20:</i> Parámetros de la instrucción CTRL_PWM	64
<i>Tabla 21:</i> Protocolos más comunes de TCP/IP	66
<i>Tabla 22:</i> Motores de corriente continua	74
<i>Tabla 23:</i> Referencias de control de mando	88

CAPÍTULO 1

1 Problema de investigación

1.1 Antecedentes

En la actualidad, en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA), la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte cuenta con laboratorios para realizar prácticas encaminadas al área de electricidad y de control industrial en general, los cuales aún no están debidamente equipados para realizar las prácticas, por lo que, en la actualidad, los estudiantes no poseen una preparación y conocimientos acorde a las competencias y resultados esperados, por lo que se hace necesario diseñar e implementar un módulo didáctico con el objetivo de poder realizar dichas prácticas y fortalecer los conocimientos teóricos acerca de las materias de control de máquinas eléctricas.

Desde otro punto de vista se puede mencionar que en lo referente a programación, control y manejo de los PLC's los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico no poseen los criterios básicos necesarios, por lo que en la actualidad es de mucha importancia adquirir estos conocimientos para encontrar una solución eficaz a los procesos industriales en los que están inmersos los ingenieros eléctricos.

Esta situación problemática trae como consecuencia que los estudiantes y futuros ingenieros en Mantenimiento Eléctrico tengan un deficiente desempeño en su trabajo dentro de la electricidad y control de procesos en la industria, además de la falta de actualización y progresos en el conocimiento para encontrar solución a los problemas de control industrial.

Todo lo anteriormente mencionado pone en evidencia que los futuros profesionales tengan poca competitividad en el área de control, así como en el manejo de equipos y software, para de esta manera enriquecer sus habilidades, conocimientos y hacer posible el progreso de la industria.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo a (Chonchol, 1998) menciona que en la actualidad los procesos industriales son de gran importancia debido a que se habita en una era de globalización de la tecnología, principalmente en el área de control de procesos, programación de PLC's y comunicación como la red Ethernet Industrial. Todo nuestro entorno se basa en principios de control de procesos, desde lo más ínfimo hasta grandes cosas realizadas por el hombre. Los ingenieros eléctricos y electrónicos deben estar familiarizados con este tipo de tecnología, la misma que permitirá pasar de un extremo a otro y evolucionar dentro y fuera de los ámbitos de la industria y desarrollar un nuevo entorno de la vida del ser humano mediante el control y automatización de procesos industriales.

Considerando lo antes mencionado, se puede observar que existe la necesidad de aplicar conocimientos sobre procesos industriales mediante el diseño e implementación de la red Ethernet para controlar una pluma grúa en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico CIMANELE, aportando en el mejoramiento de los conocimientos teóricos-prácticos a los estudiantes de la carrera.

1.3 Alcance

Diseñar e implementar una red Ethernet Industrial entre el PLC S7-1200 y Modulo Lógico Programable MLP LOGO V8 para el control de una pluma grúa.

1.3.1 Formulación del problema

¿Cómo diseñar e implementar la red de comunicación Ethernet Industrial entre el PLC S7-1200 y MLP LOGO V8 para el control del módulo pluma grúa, y de tal manera llevar

a cabo la realización de prácticas de laboratorio y así elevar el nivel de conocimientos en los estudiantes de CIMANELE e incrementar sus habilidades para el control de procesos en la industria?

1.4. Delimitación

El trabajo se limita al diseño y construcción de una red de comunicación Ethernet Industrial entre el PLC S7-1200 y Módulo Lógico Programable MLP Logo V8 que permita el control de una pluma grúa realizando movimientos de rotación, traslación y elevación.

1.4.1 Temporal

Este proyecto se llevará a cabo desde enero hasta diciembre del 2017

1.4.2 Espacial.

Este proyecto se llevará a cabo en el Laboratorio de Control de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

1.5 Objetivo General

Diseñar e implementar una red de comunicación Ethernet Industrial entre el PLC siemens S7-1200 y MLP Logo V8 para el control de una pluma grúa para complementar el conocimiento teórico - práctico de los estudiantes de CIMANELE.

1.6 Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar el prototipo de una pluma grúa que permita realizar el desplazamiento de objetos a puntos específicos.
- Diseñar e implementar la lógica de control en modo manual y automático para el prototipo pluma grúa.

- Diseñar la red de comunicación Ethernet Industrial entre los PLC's siemens S7-1200 y MLP LOGO V8 para enviar y recibir datos del prototipo pluma grúa y poder realizar su automatización.

1.7 Justificación

En la actualidad la automatización y el control de procesos industriales es una necesidad que viene creciendo de forma acelerada por lo que es imprescindible que los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico tengan conocimientos y preparación sobre estos procesos y se familiaricen con estos temas de modo práctico. El conocimiento acerca de la automatización de los procesos industriales es de gran utilidad para los estudiantes ya que tienen la necesidad de enrolarse en el ámbito industrial debido a que no poseen los conocimientos necesarios para realizar procesos de automatización y control de equipos los mismos que son de gran importancia en el presente.

El proyecto planteado es significativo y a la vez necesario para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, de no implementarse podría ser una desventaja para los estudiantes debido a que en la actualidad los procesos de automatización y control engloban la mayoría de las industrias, lo que permite reducir los costos de mantenimiento e incremento de la producción.

Los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico podrán hacer de este proyecto un medio de apoyo para su estudio de instrumentación industrial y control de máquinas, dando como resultado un amplio conocimiento de procesos industriales que conllevan a automatización, control y monitoreo en tiempo real.

Puesto que el proceso a desarrollarse está conformado por varias etapas en las que intervienen distintos equipos como, motores, PLC, red Ethernet, bandas de desplazamiento y partes mecánicas, que permiten avanzar paso a paso en el proyecto,

desde la creación de la estructura, programación y comunicación de los PLC, adaptación de los motores para que trabajen conjuntamente y realizar los procesos requeridos. Estos materiales se encuentran disponibles en el mercado eléctrico regional a un costo razonable.

CAPÍTULO II

2 Marco teórico

Este capítulo presenta información detallada de los equipos, funcionamiento y partes de cada elemento y proceso, el cual será utilizado para el desarrollo del proyecto.

2.1 Definición de Grúa.

De acuerdo a (Fernández, 2006) indica que es un equipo o aparato de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir las cargas u objetos mediante un gancho o en nuestro caso un electroimán de un cable, desplazándose por un carro a lo largo de una pluma.

2.1.1 Partes de una Grúa.

Según (ARQHYS , 2012) está compuesta por varias partes que son fundamentales para realizar los trabajos en la construcción de una obra, en la figura 1, se muestra las partes principales que son:

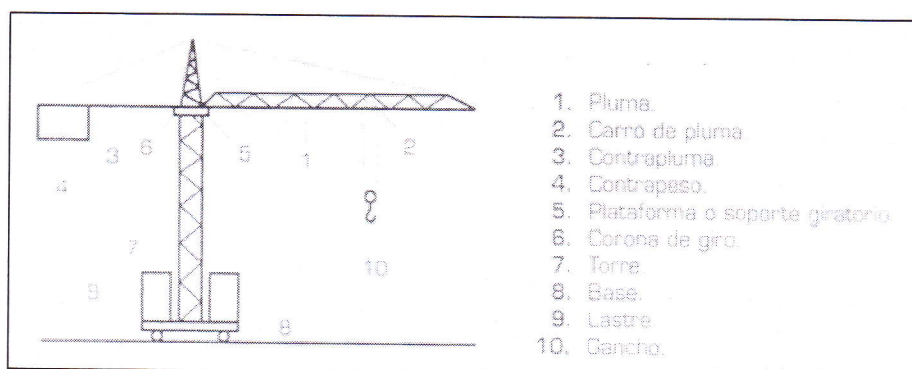


Figura 1: Partes de una grúa (ARQHYS ARQUITECTURA, 2012)

Mástil.- El mástil es lo que le da la altura a la grúa torre y comprende secciones individuales de acero conectadas entre sí. Esto garantiza que pueda tener la altura adecuada para llevar a cabo el trabajo requerido de manera eficiente y segura.

Flecha.- Estructura metálica conocida con el nombre de pluma, que se encarga de proporcionarle a la grúa el alcance necesario para transportar la carga, posee una estructura giratoria la cual facilita el transporte.

Contra flecha.- Esta está acoplada al mástil en la zona opuesta a la unión con la flecha, su distancia oscila de 30 a 35 % de la longitud de la pluma, esta posee una especie de pasarela que facilita el paso del trabajador desde el mástil hasta los contrapesos.

Contrapeso.- Su función principal es estabilizar la grúa, tanto cuando está en funcionamiento como cuando está en reposo.

Lastre.- Se encarga de estabilizar la grúa frente al viento y al peso que puede trasladar, está compuesta por muchas piezas de hormigón que se colocan en la base de la grúa.

Carro.- El carro soporta el peso de la carga, este es metálico y se desplaza en la misma dirección de la flecha a través de unos carriles que esta posee.

Motores: la grúa torre comúnmente está formada por cuatro motores eléctricos que son: el motor de distribución; que provee el movimiento del carro a lo largo de la pluma, el motor de elevación; que permite el movimiento vertical de la carga, el motor de orientación; este cede el giro de 360 grado y el motor de translación; que permite el movimiento de la grúa. En la figura 2, indica los 4 tipos de movimiento que realiza la grúa torre.

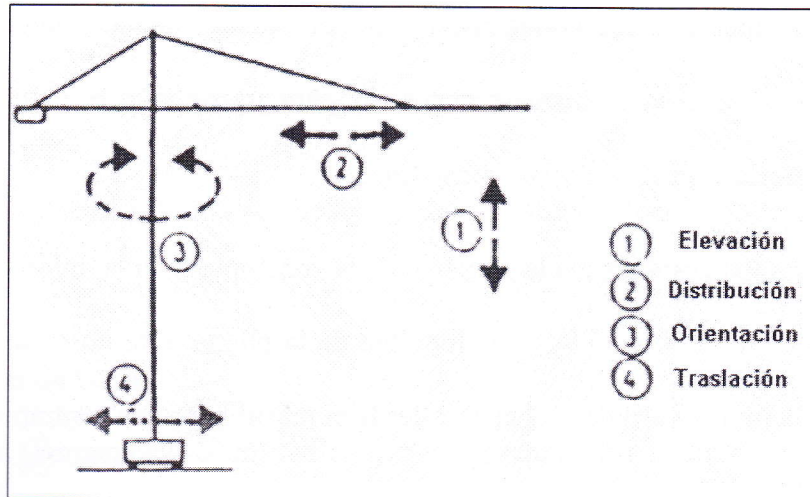


Figura 2: Movimientos de la grúa torre (Fernández, 2006)

2.1.2 Tipos de Grúas.

De acuerdo a (Encaja "Enbalajes y trading", 2013) en la actualidad, hay muchas diferentes tipos de grúas, dependiendo del lugar donde trabajen, de las cargas que hayan de levantar y de las toneladas que soporten, así como de los mecanismos que empleen (poleas, contrapesos, rieles, ruedas, etc). Las principales tipos de grúas son:

- a) Grúas Pórtico.
- b) Grúas Semipórtico
 - STS (Ship to Shore)
 - RTG (Rubber Tyred Gantry)
 - VLG (Vessel Lift Gantry)
 - MDBC (Multipurpose Double Boom Crane)
- c) Carretilla Pórtico.
- d) Sidelifter.
- e) Grúas Torre.
- f) Grúas Puente.
- g) Grúas Flotantes.

2.1.3 Usos y aplicaciones de las Grúas.

De acuerdo a (MECASER, 1990) los principales usos y aplicaciones de las grúas son las siguientes:

Aplicaciones:

➤ Industria Automotriz

Permite el transporte y manipulación de autopartes a través de los polipastos de cadena. Los puentes grúa y polipastos son aplicaciones importantes que aportan a la automatización y eficiencia a los procesos productivos del sector.

➤ Industria del Acero

Se provee de puentes grúa principalmente para el manejo de chapa, varillas de acero y demás productos terminados. Puentes grúa desde 5 toneladas hasta 32 toneladas que intervienen en todo el proceso de producción desde la fundición del acero hasta el despacho del producto terminado.

➤ Industria Alimenticia

➤ Industria del Cemento

Se suministra varios puentes grúa utilizados para el montaje y mantenimiento de diferentes equipos que intervienen en el proceso de producción de Cemento. Además se implementa grúas con cuchara cuatricable en modo automático para el transporte de arena, ferro carbón y virutas de plástico dentro de una fábrica de cementos.

Usos:

Entre los principales se tiene:

- Desplaza las cargas horizontal, vertical y lateralmente con la ayuda de sus guinches.

- Diseñadas para la carga y descarga de mercancías del buque al muelle y viceversa

Para la elaboración del prototipo pluma grúa, se ha tomado como referencia la grúa torre, debido a sus características de estructura y de movimientos como son: los de rotación, translación y elevación, factores que permiten la ejecución para llevar a cabo el plan de grado.

En la figura 3, se presenta el diseño del prototipo de pluma grúa tomando como ejemplo la grúa torre.

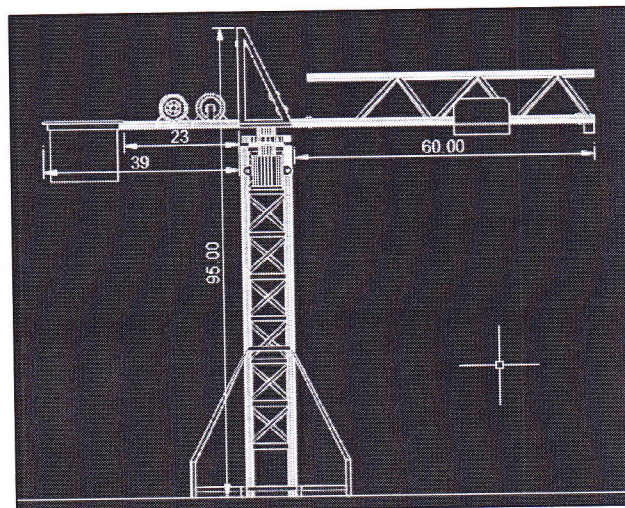


Figura 3: Pluma grúa, boceto de medidas (Autor, 2017)

En la figura 4, se muestra las partes que conforma una pluma grúa

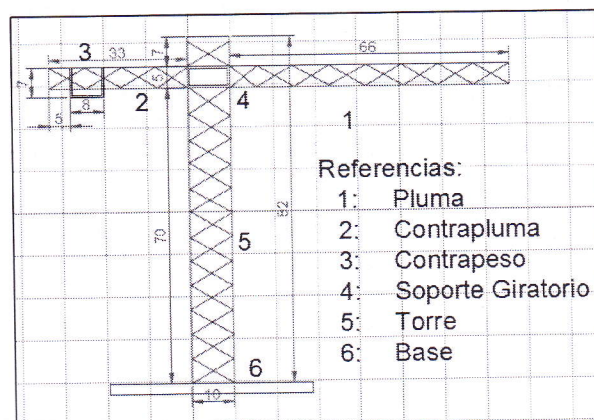


Figura 4: Pluma Grúa, boceto de sus partes (Autor, 2017).

En la figura 5, se muestra los tres tipos de movimientos que realiza la pluma grúa.

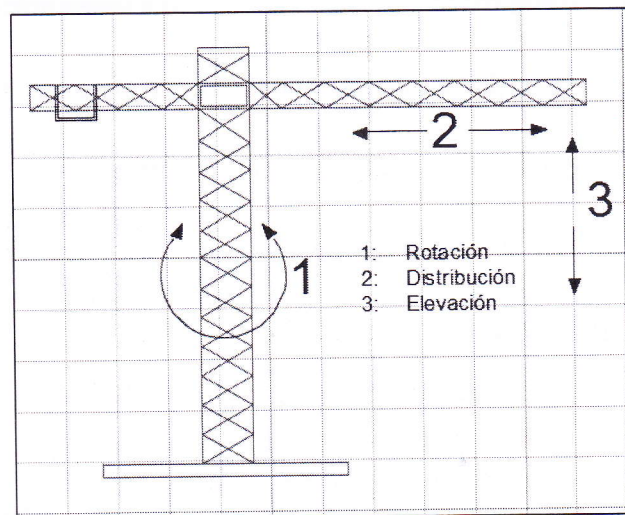


Figura 5: Pluma Grúa, boceto de sus movimientos (Autor. 2017)

2.2 Concepto de Controlador Lógico Programable (PLC)

Según (Moreno, 2007) define al PLC - Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) como un instrumento electrónico con memoria programable por el usuario, que permite la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; destinado a gobernar máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales.

2.2.1 Estructura del PLC

En la figura 6, se muestra la estructura del PLC que está compuesta por su CPU, RAM y sus entradas y salidas.

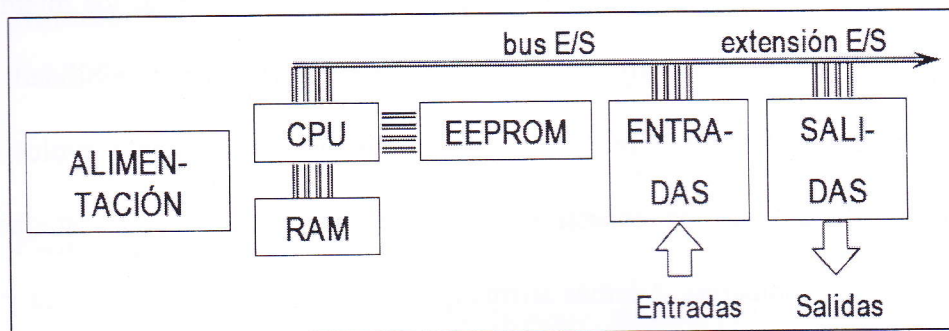


Figura 6: Estructura del PLC (G. Acosta, 2005)

2.2.2 Funciones del PLC

De acuerdo a (Acosta, 2005) menciona las siguientes funciones más importantes.

- Reemplazar la lógica de relés para el comando de motores, máquinas, etc.
- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.
- Controles sencillos de LA y/o LC (lazo abierto/lazo cerrado).
- Interface computador/proceso.
- Control y comando de tareas repetitivas o peligrosas.
- Detección de fallas y manejo de alarmas.
- Regulación de aparatos remotos, posibilidad para ambientes peligrosos

2.2.3 Ventajas de los PLC

De acuerdo a (Acosta, 2005) las ventajas más importantes de los PLC son:

- Menor cableado.
- Reducción de espacio.
- Facilidad para mantenimiento y puesta a punto.
- Flexibilidad de configuración y programación.
- Reducción de costos.

2.2.4 Aplicación de los PLC's en la industria y equipos móviles.

Las empresas de hoy, que tienen una visión del futuro, cuentan con dispositivos electrónicos llamados PLC's capaces de realizar procesos de control, los mismos que proporcionan a las industrias alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad en sus diferentes procesos. Según (Pérez, 2015) menciona que la inmutable evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades de las industrias. Además afirma que la utilización del PLC enfoca y ayuda a la automatización de las industrias en donde es necesario un proceso de maniobra,

control, señalización, etc., por tanto, su aplicación es extensa, en procesos de fabricación industriales a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Las principales aplicaciones del PLC en los diferentes ámbitos de la industria son:

a) Maniobra de Máquinas

- Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinas-herramientas complejas.
- Maquinaria de ensamblaje.
- Máquinas de transferencia.

b) Maniobra de Instalaciones

- Instalaciones de aire acondicionado y calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de almacenamiento y transporte.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.
- Instalaciones en la industria automotriz
- Instalación de tratamientos térmicos.
- Instalaciones de la industria azucarera.

c) Automóvil

- Cadenas de montaje, soldadura, cabinas de pintura, etc.
- Máquinas herramientas: Tornos, prensadoras, taladradoras, etc.

d) Plantas químicas y petroquímicas

- Control de procesos (dosificación, mezcla, pesaje, etc.).

- Baños electrolíticos, oleoductos, refinado, tratamiento de aguas residuales, etc.

e) Metalurgia

- Control de hornos, laminado, fundición, soldadura, forja, grúas,

f) Alimentación

- Envasado, empaquetado, embotellado, almacenaje, llenado de botellas, etc.

g) Papeleras y madereras

- Control de procesos, serradoras, producción de conglomerados y de laminados, etc.

h) Producción de energía

- Centrales eléctricas, turbinas, transporte de combustible, energía solar, etc.

i) Tráfico

- Regulación y control del tráfico, ferrocarriles, etc.

j) Domótica

- Iluminación, temperatura ambiente, sistemas anti robo, etc.

A continuación se hará mención del PLC y del MLP a utilizar, los cuales van a ser objeto de nuestro plan de grado.

2.3 PLC Siemens S7-1200 y Modulo Lógico Programable (MLP) LOGO V8

Según (SIEMENS, 2016) son autómatas programables que pertenecen a una familia de controladores SIMATIC, ofrecen numerosas funciones integradas así como un alto grado de escalabilidad para cumplir cualquier aplicación. Entre los autómatas más comunes y utilizados son el PLC siemens S7-1200 y MLP LOGO V8.

2.3.1 PLC Siemens S7-1200

De acuerdo a (Siemens, 2012) el PLC S7-1200 tiene un diseño escalable y flexible para adaptarse exactamente a sus requerimientos de aplicación, además posee una comunicación Industrial para satisfacer sus requerimientos de red incluyendo tecnología integrada para resolver sus tareas de automatización más complejas. En la figura 7, se observa el PLC siemens S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Relé

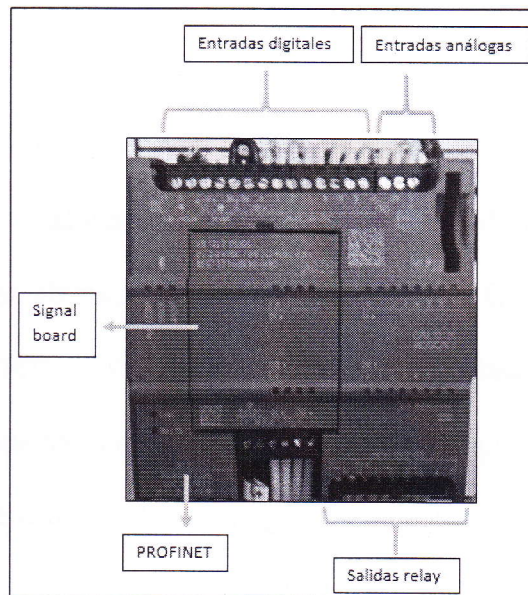


Figura 7: PLC siemens S7-1200 serie1212 (Autor, 2017)

De acuerdo a (CATEDU, 2012) menciona que el controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

2.3.1.1 Características del PLC Siemens S7-1200

De acuerdo a (SIEMENS, 2016) se puede mencionar las principales características del PLC S7-1200 y estas son:

- 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.

A demás (CATEDU, 2012) menciona otras características significativas del PLC S7-1200 como:

- **MEMORIA.**

Permite seleccionar el tamaño de la memoria de programa y la de datos Hasta 50 KB de memoria de trabajo en el controlador, con libre configuración del tamaño de memoria de programa y de datos de usuario, pueden definirse hasta 2048 Bytes como remanentes. El usuario puede designar memoria de datos o de marcas como remanentes ante un corte de alimentación. Los datos designados no tienen por qué ser contiguos.

- **COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.**

(Interfaz Profinet Integrada.)

El nuevo SIMATIC S7-1200 dispone de una interfaz PROFINET integrada que garantiza una comunicación perfecta con el sistema de ingeniería SIMATIC STEP / BASIC integrado. Esta interfaz permite la programación y comunicación con los paneles de la gama SIMATICA HMI BASIC PANELS para la visualización, con controladores adicionales para la comunicación de CPU a CPU y con equipos de otros fabricantes para ampliar las posibilidades de integración mediante protocolos abiertos de ethernet.

- COMUNICACIÓN CON OTROS CONTROLADORES Y EQUIPOS HMI

Para hacer la comunicación con otros controladores y equipos HMI de Simatic, el controlador SIMATIC S7-1200 permite la conexión con varios equipos a través del protocolo de comunicación S7, cuya eficacia es ampliamente reconocida.

- COMUNICACIÓN CON EQUIPOS DE OTROS FABRICANTES.

La interfaz integrada de SIMATIC S7-1200 hace posible una integración sin fisuras de los equipos de otros fabricantes. Los protocolos abiertos de Ethernet TCP/IP nativo e ISO-on-TCP hacen posible la conexión y la comunicación con varios equipos de otros fabricantes. Esta capacidad de comunicación, que se configura con bloques estándar T-Send/T-Receive del sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 BASIC, le ofrece una flexibilidad aún mayor a la hora de diseñar su sistema de automatización particular.

- PROFINET: EL ESTÁNDAR ABIERTO DE INDUSTRIAL ETHERNET.

Con estándares bien conocidos de TCP/IP, la interfaz PROFINET integrada puede usarse en SIMATIC S7-1200, tanto para programar como para la comunicación con equipos HMI y otros controladores. En el futuro será posible conectar SIMATIC S7-1200 con equipos de campo distribuidos mediante PROFINET. Además, el controlador podrá funcionar indistintamente como PROFINET I/O Device o como PROFINET I/O Controller. Esto hará posible en el futuro una comunicación unificada desde el nivel de campo hasta el nivel de control. Con esto damos respuesta a una de las necesidades más importantes ahora también en la gama de la automatización compacta.

2.3.1.2 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. Estos módulos son:

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

2.3.2 Módulo Lógico Programable MLP LOGO V8

De acuerdo a (Siemens España, 2016) menciona que el LOGO V8 constituye la solución idónea para tareas de automatización básicas. Destacable por su capacidad de integración en buses estándares industriales así como en KNX, bus específico para automatización de edificios. En la figura 8, muestra MLP LOGO V8.

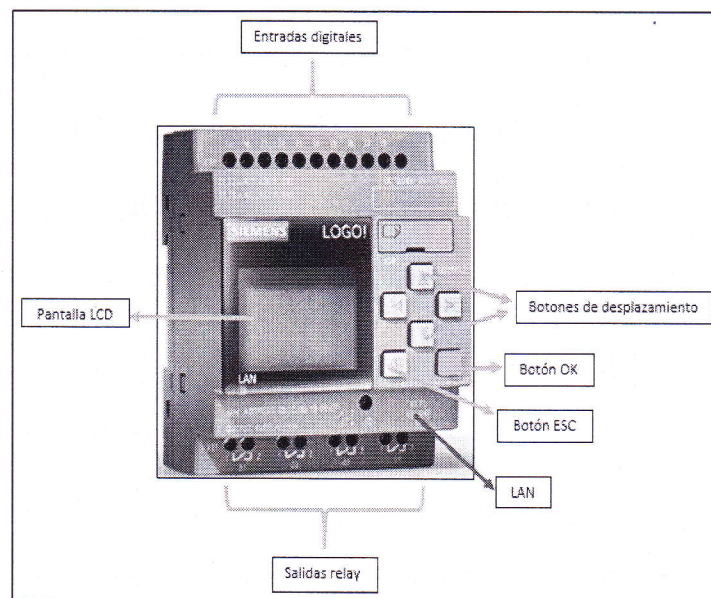


Figura 8: MLP Siemens LOGO V8 (Autor, 2017)

2.3.2.1 Características de Modulo Lógico Programable MLP LOGO V8

De acuerdo a (SIEMENS, 2016) hace conocer un breve resumen de lo que se puede esperar de los nuevos equipos:

- Todos los equipos dispondrán de interfaz ethernet.
- Todos los equipos vendrán con servidor web.
- Para copiar y almacenar datos, poseen memorias actuales a las tarjetas SD estandar
- Se podrán registrar datos en la memoria interna o en tarjetas Micro SD estándar en todos los equipos Basic.
- Conexión en red de hasta 2 veces 8 equipos Basic en Ethernet.
- Comunicación con equipos Simatic, paneles y servidores OPC basados en protocolo S7.
- Los programas pueden ser de hasta 400 bloques de función en todos los equipos Basic.
- 64 marcas analógicas.
- 64 marcas digitales.
- 4 registros de desplazamiento con 8 bits cada uno
- Función de reloj astronómico que permitirá usar el logo para el encendido y apagado de luces.
- Funciones de diagnostico
- Tiempo de arranque configurable (de 1 a 10 segundos)
- Zona de direccionamiento de periferia ampliada (24 DI, 20 DO, 8 AI y 8 AO)
- Nuevos display en los equipos LOGO! Modular Basic con 3 colores de fondo y 6 x 16 caracteres.

- Nueva pantalla LOGO TDE con 3 colores de fondo 6 x 20 caracteres y dos interfaces Ethernet)
- Representación gráfica (Trace) integrada para las señales analógicas con el LOGO Modular y el LOGO TDE)
- Mismas versiones de tensión que el LOGO 6 (12/24V, 230V)
- Nuevos módulos de ampliación digitales y analógicos para el LOGO 8

2.4 Software y lenguajes de programación.

De acuerdo a (Molina J. , 2006) se puede definir un programa o software como al conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos que sean reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación que le permita realizar o ejecutar una secuencia de comandos de control deseado. En cambio el lenguaje de programación permite al usuario implementar e ingresar un programa de control, usando una sintaxis establecida.

Además (Molina J. , 2006) menciona que al igual que los PLC se han desarrollado también y se han expandido los lenguajes de programación con diferentes y nuevas funciones versátiles e instrucciones que faciliten la programación y por ende el control en la industria con un mayor poder de computación. Como resultado de estas nuevas instrucciones versátiles, los programas de control pueden ahora manejar datos más fáciles.

2.4.1 Software de programación TIA Portal V13

De acuerdo a (SIEMENS, 2016) señala que TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería el cual permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción dentro y fuera de la industria, software que convence por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento.

Además (SIEMENS, 2016) menciona que TIA Portal incorpora las últimas versiones de Software de Ingeniería SIMATIC STEP 7, WinCC y Startdrive para la planificación, programación y diagnóstico de todos los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SINAMICS de última generación. A continuación en la figura 9, se muestra la vista del portal del TIA Portal V13.

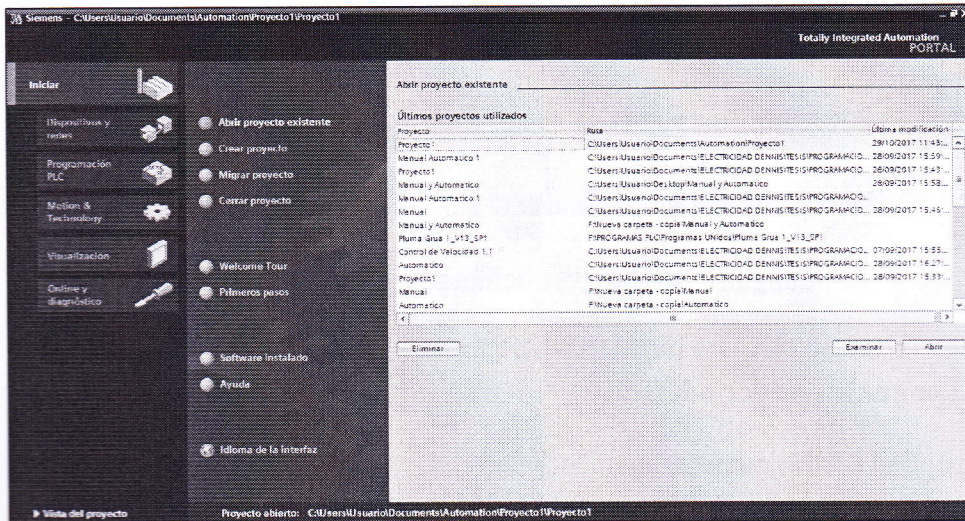


Figura 9: Vista del portal del software TIA Portal V13 (TIA Portal V13)

En la figura 10, se puede apreciar la vista de proyecto del software de TIA Portal V13 con sus diferentes ventanas de configuración de programación.

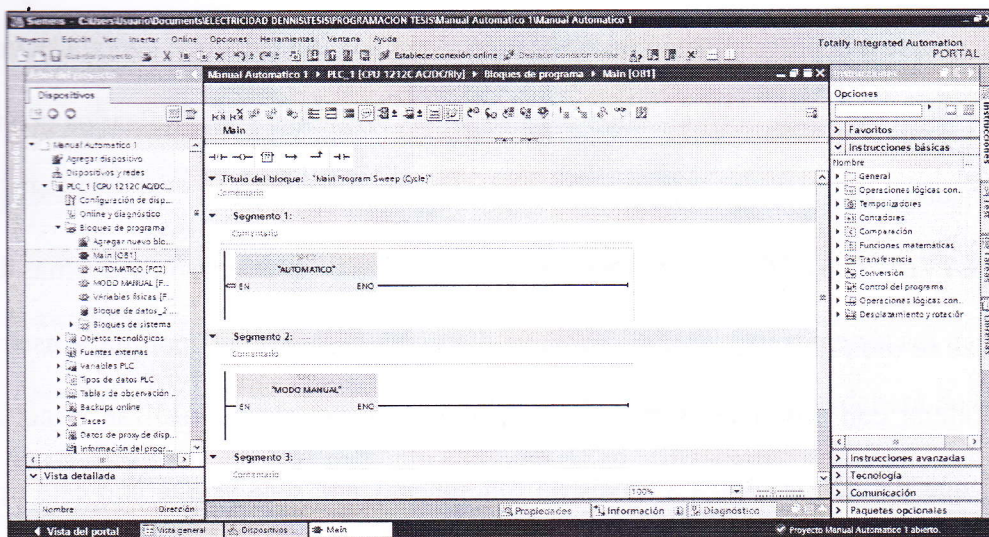


Figura 10: Vista del Proyecto del Software TIA Portal V13 (TIA Portal V13)

2.4.2 Tipos de lenguajes de programación de PLC's Siemens S7-1200

Conforme a (Molina J. , 2006) menciona que en la actualidad existen muchos tipos de software de programación, lo que significa que existen gran variedad comparable con la cantidad de fabricantes de PLC's que hay en el mercado. Sin embargo actualmente existen tres tipos de lenguaje de programación más utilizados a nivel mundial y son:

- Lenguaje de contactos, Ladder o KOP.
- Lenguaje Booleano (lista de instrucciones) o AWL.
- Diagrama de funciones O FUP
- Lenguaje de texto estructurado o SCL

2.4.2.1 Lenguaje Ladder o KOP

Molina (2005) comenta que:

“El lenguaje Ladder, o también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes (p.2)”.

A demás (Villalobos, 2014) menciona que los diagramas de escalera son esquemas de uso común en los sistemas industriales. Se llama diagrama de “escalera” porque se asemeja a una escalera; con dos rieles verticales y escalones en las que se realizan circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. Cabe señalar que con este tipo de diagramas se describe la operación eléctrica de ciertas máquinas y pueden utilizarse para

sintetizar un sistemas de control y con las herramientas de un software sofisticado y adecuando realizar la programación de un PLC.



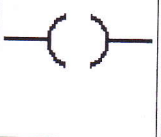
a) Característica del lenguaje LADDER.




De acuerdo a (Villalobos, 2014) se puede destacar las siguientes características que son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda.
- Instrucciones de salida se situaran en el lado derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 Volt y tierra para los circuitos de CC.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón.
- El procesador (controlador) explora peldaños de la escalera de arriba abajo y de izquierda a derecha.

En la siguiente tabla 1, se visualiza los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Tabla 1. Simbología básica para la programación en lenguaje Ladder

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que

		tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

Fuente: Repositorio digital Escuela Politécnica Nacional. Lenguaje de Programación de PLC's

En la figura 11, se muestra un ejemplo de la descripción lógica Ladder o lenguaje KOP

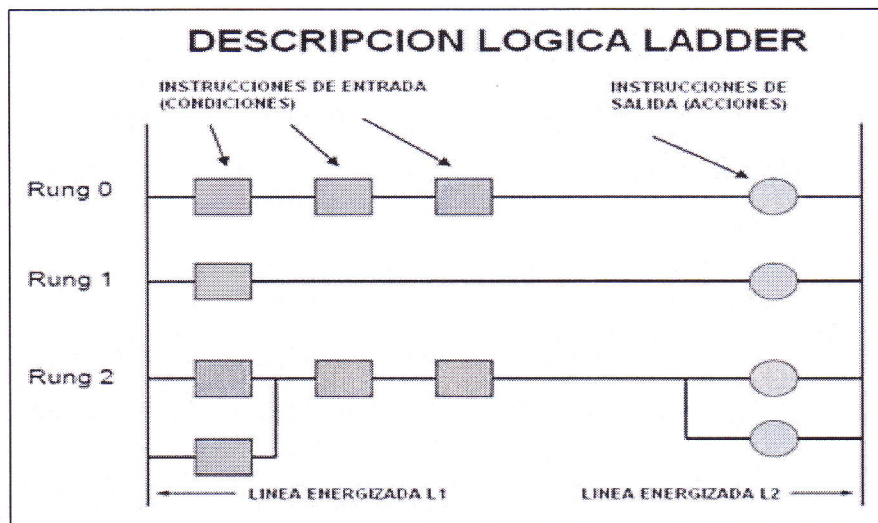


Figura 11: Descripción de Lógica Ladder (Villalobos & Figuera 2014)

La siguiente figura 12, muestra un esquema que representa la estructura general de la distribución de todo programa LADDER, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha.

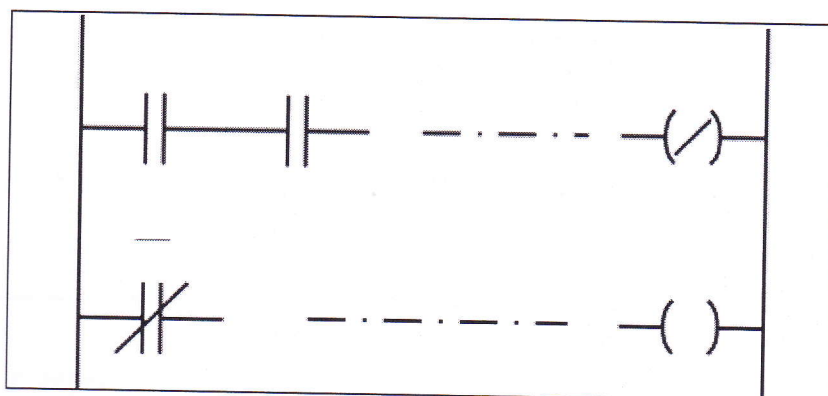


Figura 12: Ejemplo de programación Ladder o KOP (Repositorio Digital Escuela Politécnica Nacional, 2014)

2.4.2.2 Lenguaje booleano (Lista de Instrucciones) o AWL

Según (Molina J. , 2005) el lenguaje booleano utiliza la metodología del álgebra de Boole para llevar a cabo la lógica de control. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores booleanos (AND, OR, NOT, etc.) y otras instrucciones nemónicas, para implementar el circuito de control.

En la figura 13, se muestra las asignaciones más utilizadas en el lenguaje AWL

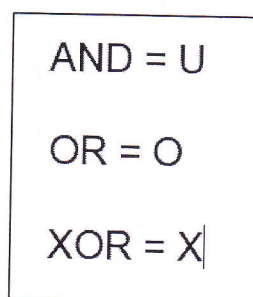


Figura 13: Asignación de las instrucciones lógicas operacionales (EUITI Éibar, 2000)

En la figura 14 indica el tipo de datos que se encuentra en el lenguaje AWL y estos son:

E	entrada
A	salida
M	marca
P	periferia (acceso directo)
L	datos locales
T	temporizador
Z	contador
DB	módulo de datos

Figura 14: Tipos de datos (EUITI Éibar, 2000)

A continuación se muestra en la figura 15, la asignación de las entradas y salidas del lenguaje AWL

IMAGEN DEL PROCESO DE LAS ENTRADAS (PAE):		
Entrada	E	0.0 a 65535.7
Byte de entrada	EB	0 a 65535
Palabra de entrada	EW	0 a 65534
Palabra doble de entrada	ED	0 a 65532
IMAGEN DEL PROCESO DE LAS SALIDAS (PAA):		
Salida	A	0.0 a 65535.7
Byte de salida	AB	0 a 65535
Palabra de salida	AW	0 a 65534
Palabra doble de salida	AD	0 a 65532

Figura 15: Entradas y salidas (Escuela Universitaria de ingeniería técnica industrial EUITI Éibar, 2000)

La figura 16 y figura 17, muestra un ejemplo de programación AWL:

A	I	2.3
A	I	4.1
O	I	3.2
=	Q	1.6

Figura 16: Lenguaje AWL (Repositorio Digital Escuela Politécnica Nacional, 2014)

```
ej. U E 0.0 //realiza un AND entre el RLO y la entrada E0.0
ej. UN A 1.2 //realiza un AND entre el RLO y la salida A 1.2
negada
```

Figura 17: Lenguaje AWL (EUITI Éibar, 2000)

2.4.2.3 Diagrama de funciones (FUP).

De acuerdo a (Molina J. , 2005) el diagrama de funciones utiliza el lenguaje gráfico (bloques de funciones del PLC) de tal forma que estos elementos están interconectados al igual que un circuito eléctrico.

En la figura 18, muestra un ejemplo de programación mediante diagrama de funciones:

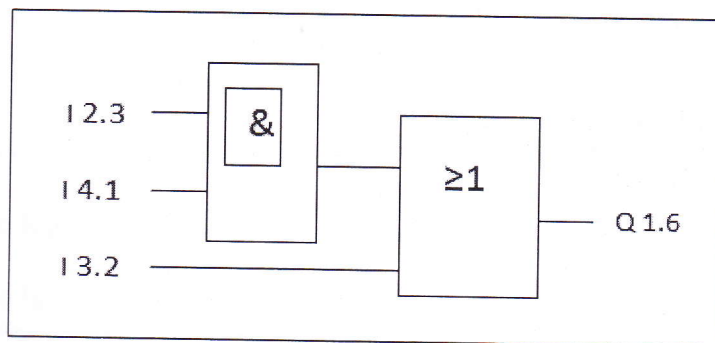


Figura 18: Lenguaje FUP (Repositorio Digital Escuela Politécnica Nacional, 2014)

Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

2.4.2.4 Lenguaje de texto estructurado o SCL

De acuerdo a (Barnes, 2007) es el lenguaje de texto constituido para PLC's de Siemens y está cimentado en el lenguaje de alto nivel PASCAL, el cual permite una fácil integración en el contexto de una solución global para un problema de automatización ya que un bloque programado en SCL puede ser llamado desde un bloque escrito en KOP, en AWL o en FUP o viceversa. Al mismo tiempo SCL trata todas las áreas de memoria del PLC como variables globales, lo que permite, como en el resto de lenguajes, intercalar una dirección absoluta de memoria (entrada, salida, marca, DB, periferia, etc.) en el área de instrucciones del bloque como si se tratara de una variable del bloque.

En la figura 19, indica cómo está representado el lenguaje KOP

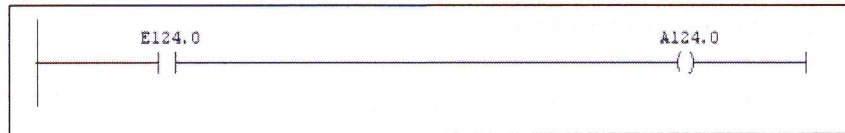


Figura 19: Lenguaje KOP (Barnes, 2007)

En la figura 20, se observa como el lenguaje KOP está representado e interpretado de la manera en la cual se realiza el lenguaje SCL

```

FUNCTION FC51: VOID
// Función para copiar el estado de una entrada a una salida

  IF (E124.0 = 1) THEN
    A124.0 := 1;
  ELSE
    A124.0 := 0;
  END_IF;

END_FUNCTION

```

Figura 20: Ejemplo del lenguaje SCL (Barnes, 2007)

Cabe señalar que una vez investigado los diferentes tipos de lenguaje se optó por utilizar el lenguaje de contactos, Ladder o KOP debido a características de mayor comprensión al momento de realizar la programación pertinente.

2.5 Instrucciones básicas de programación.

Una vez seleccionado el tipo de lenguaje que a la vez es nuestro mecanismo de programación conjuntamente con el programa TIA Portal V13, se da a conocer las funciones básicas que presenta mencionado programa (TIA Portal V13), con el fin de conocer cuáles son las características y especificaciones que permitirá llevar a cabo una programación coordinada, ordenada y versátil.

2.5.1 Instrucciones básicas TIA Portal V13

De acuerdo a (Siemens, 2013) da a conocer las instrucciones básicas más usadas en TIA Portal V13 para la llevar a cabo la ejecución del programa de manera comprensiva y coordinada.

2.5.1.1 Operaciones lógicas con bits

Se mencionan las operaciones lógicas con bits más utilizadas en el TIA Portal V13 y estas son:

a) Contacto normalmente abierto

De acuerdo a (Siemens, 2013) hace conocer que la activación de un contacto normalmente abierto depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se cierra el contacto normalmente abierto y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida. Si el estado lógico del operando es "0", el contacto normalmente abierto no se activa y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0". La tabla 2, muestra los parámetros de la instrucción contacto normalmente abierto.

Tabla 2: Parámetros de la instrucción contacto normalmente abierto.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Operando cuyo estado lógico se consulta.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

b) Contacto normalmente cerrado.

De acuerdo a (Siemens, 2013) la activación de un contacto normalmente cerrado depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se abre el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0".

Si el estado lógico del operando es "0", no se activa el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida. La tabla 3, indica los parámetros de instrucción contacto normalmente cerrado.

Tabla 3: Parámetros de la instrucción contacto normalmente cerrado.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Operando cuyo estado lógico se consulta.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

c) Invertir ROL (NOT).

De acuerdo a (Siemens, 2013) menciona que la instrucción "Invertir RLO" invierte el estado lógico del resultado lógico (RLO). Si el estado lógico de la entrada de la instrucción es "1", la salida de la instrucción devuelve el estado lógico "0" y viceversa. En la figura 21, muestra la representación de la instrucción.

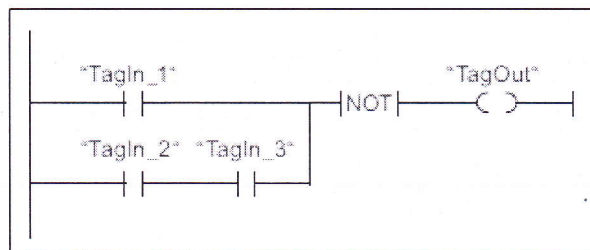


Figura 21: Representación esquemática de la instrucción NOT (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013)

d) Asignación.

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción "Asignación" permite activar el bit de un operando indicado. Si el resultado lógico (RLO) en la entrada de la bobina es "1", el operando indicado adopta el estado lógico "1". Si el estado lógico de la entrada de la bobina es "0", el bit del operando indicado se pone a "0". La instrucción no afecta al RLO. El RLO de la entrada de la bobina se transfiere directamente a la salida. En la tabla 4, muestra los parámetros de la instrucción.

Tabla 4: Parámetros de la instrucción asignación.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
<Operando>	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Operando al que se asigna el RLO.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

e) Negar Asignación.

Conforme a (Siemens, 2013) la instrucción "Negar asignación" invierte el resultado lógico (RLO) y lo asigna al operando indicado. Si el RLO de la entrada de la bobina es "1", se desactiva el operando. Si el RLO de la entrada de la bobina es "0", el operando adopta el estado lógico "1". En la tabla 5, indica los parámetros de la instrucción negar asignación.

Tabla 5: Parámetros de la instrucción Negar asignación

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
<Operando>	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Operando al que se asigna el RLO negado.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

f) Flanco de señal ascendente de un operador.

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción permite detectar si el estado lógico de un operando indicado (<Operando1>) ha cambiado de "0" a "1". La instrucción compara el estado lógico actual del <Operando1> con el estado lógico de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos (<Operando2>). Si la instrucción detecta un cambio del resultado lógico (RLO) de "0" a "1", significa que hay un flanco de señal ascendente.

Si se detecta un flanco de señal ascendente, la salida de la instrucción devuelve el estado lógico "1". En todos los demás casos, el estado lógico de la salida de la instrucción es "0".

La tabla 6, muestra los parámetros de la instrucción flancos de señal ascendente de un operador

Tabla 6: Parámetros de la instrucción flancos de señal ascendente de un operador.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando1>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Señal que se debe consultar
<Operando2>	InOut	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L	Marca de flancos en la que se almacena el estado lógico de la consulta anterior.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

g) Flanco de señal descendente de un operador.

Según (Siemens, 2013) la instrucción permite detectar si el estado lógico de un operando indicado (<Operando1>) ha cambiado de "1" a "0". La instrucción compara el estado lógico actual del <Operando1> con el estado lógico de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos <Operando2>. Si la instrucción detecta un cambio del resultado lógico (RLO) de "1" a "0", significa que hay un flanco de señal descendente. Si se detecta un flanco de señal descendente, la salida de la instrucción devuelve el estado lógico "1". En todos los demás casos, el estado lógico de la salida de la instrucción es "0". En la tabla 7, se muestra los parámetros de la instrucción flanco de señal descendente de un operador.

Tabla 7: Parámetros de la instrucción flanco de señal descendente de un operador.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando 1>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Señal que se debe consultar
<Operando 2>	InOut	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L	Marca de flancos en la que se almacena el estado lógico de la consulta anterior.

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

2.5.1.2 Temporizadores

Los temporizadores son un tipo de dato que permite realizar la conexión o desconexión de un proceso después de haber transcurrido un tiempo determinado.

De acuerdo a (Siemens, 2013) se señala los temporizadores más utilizados en el TIA Portal V3 y estos son:

a) Impulso TP.

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción "Impulso" permite activar la salida Q por un tiempo programado. La instrucción se inicia cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1". En la tabla 8, muestra los parámetros de la instrucción impulso.

Tabla 8: Parámetros de la instrucción impulso.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
IN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de arranque
PT	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Duración del impulso El valor del parámetro PT debe ser positivo.
Q	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de impulso
ET	Output	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L	Valor de tiempo actual

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

En la figura 22, indica el diagrama de impulsos de la instrucción impulso.

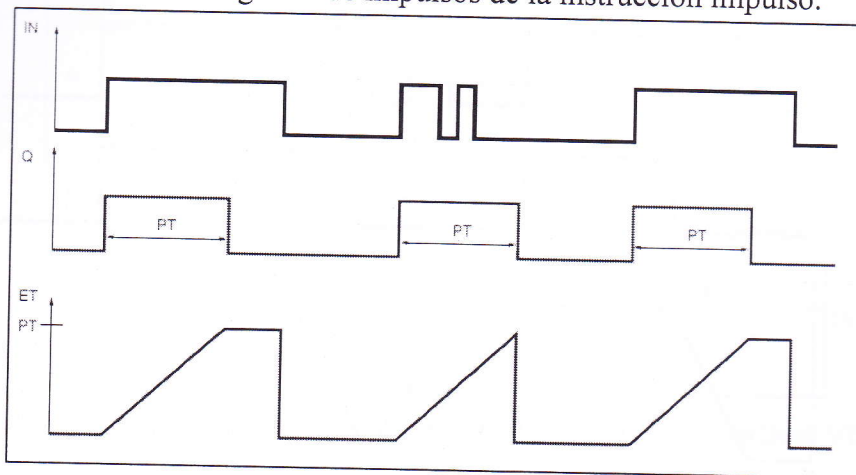


Figura 22: Diagrama de impulsos de la instrucción impulso (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013)

b) Retardo al conectar TON.

Menciona (Siemens, 2013) que al utilizar la instrucción se puede retardar la activación de la salida Q por el tiempo programado PT. La instrucción se inicia cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1". El tiempo programado PT empieza a contarse al iniciar la instrucción. Una vez transcurrido el tiempo PT, la salida Q devuelve el estado lógico "1". La tabla 9, muestra los parámetros de la instrucción retardo al conectar.

Tabla 9: Parámetros de la instrucción retardo al conectar TON

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
IN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de arranque
PT	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Tiempo del retardo al conectar El valor del parámetro PT debe ser positivo.
Q	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida que se activa una vez transcurrido el tiempo PT.
ET	Output	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L	Valor de tiempo actual

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

En la figura 23, indica el cronograma o diagrama de impulso de la instrucción retardo al conectar.

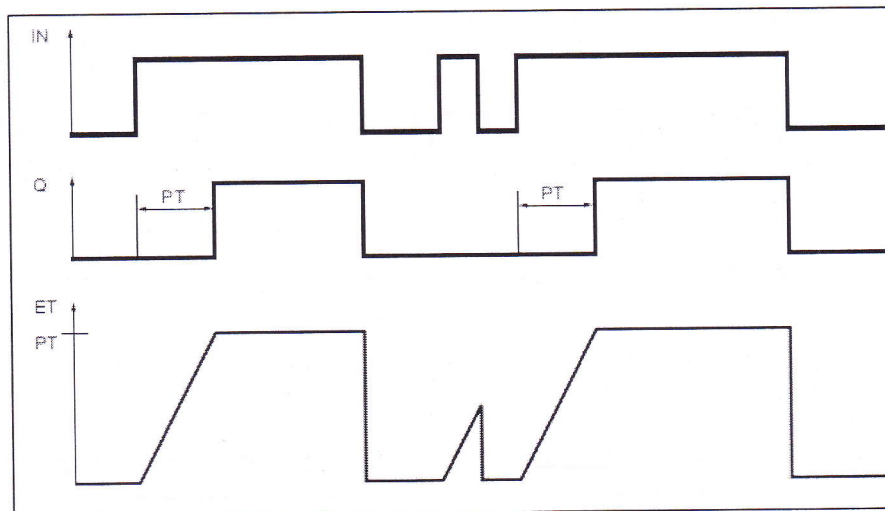


Figura 23: Cronograma de impulso de la instrucción TON (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013)

c) Retardo al desconectar TOF.

De acuerdo a (Siemens, 2013) menciona que con la instrucción se puede retardar la desactivación de la salida Q por el tiempo programado PT. La salida Q se activa cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente). Cuando el estado lógico de la entrada IN cambia nuevamente a "0", el tiempo programado PT deja de contar. En la tabla 10, indica los parámetros de la instrucción retardo al desconectar.

Tabla 10: Parámetro de la instrucción retardo al desconectar.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
IN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de arranque
PT	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Tiempo del retardo al desconectar El valor del parámetro PT debe ser positivo.
Q	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida que se desactiva una vez transcurrido el tiempo PT.
ET	Output	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L	Valor de tiempo actual

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

En la figura 24, muestra el cronograma de impulso de la instrucción TOF retardo al desconectar.

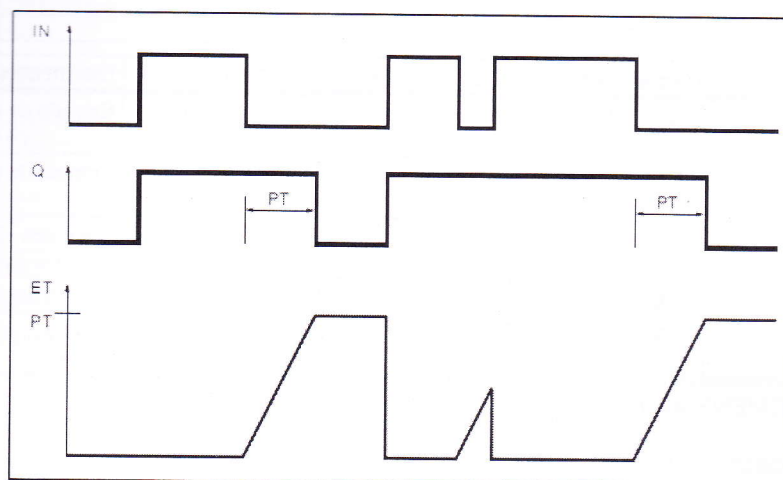


Figura 24: Cronograma de impulso de la instrucción TOF (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013)

2.5.1.3 Contadores.

De acuerdo a (Villalobos, 2014) son posiciones de memoria que almacenan un valor numérico, el cual incrementa o decrementa dependiendo de la configuración dada ha dicho contador. Al igual que los temporizadores, un contador debe tener un valor prefijado como meta o reset, el mismo que el usuario programa para que el contador sea activo o inactivo. A demás permite contar y/o descontar impulsos que enviemos al contacto que lo activa entre 0 y 999.

a) Contador Ascendente CTU

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción incrementa el valor de la salida CV. Cuando el estado lógico de la entrada CU cambia de "0" a "1" se ejecuta la instrucción y el valor actual de conteo de la salida CV se incrementa en uno. La primera vez que se ejecuta la instrucción, el valor actual de conteo de la salida CV está a cero. El valor de conteo se incrementa cada vez que se detecta un flanco de señal ascendente, hasta alcanzar el valor límite superior del tipo de datos indicado en la salida CV. Cuando se alcanza el valor límite superior, el estado lógico de la entrada CU deja de tener efecto en la instrucción.

En la tabla 11, se muestra los parámetros de la instrucción CTU

Tabla 11: Parámetros de la instrucción CTU.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
CU	Input	BOOL	I, Q, M, D, L o constante	Entrada de conteo
R	Input	BOOL	I, Q, M, D, L, T, C, P o constante	Entrada de reset
PV	Input	Enteros	I, Q, M, D, L, P o constante	Valor con el que se activa la salida Q.
Q	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Estado del contador
CV	Output	Enteros, CHAR, DATE	I, Q, M, D, L, P	Valor actual de conteo

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

En la figura 25, muestra el funcionamiento de la instrucción contador ascendente CTU.

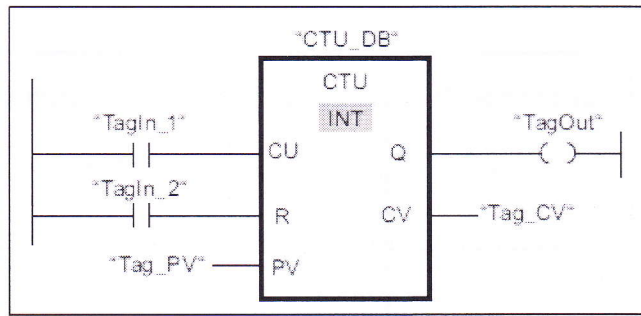


Figura 25: Funcionamiento de la instrucción CTU (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013).

b) Contador descendente CTD.

De acuerdo a (Siemens, 2013) anuncia que la instrucción decreuenta el valor en la salida CV. Cuando el estado lógico de la entrada CD cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente), se ejecuta la instrucción y el valor actual de contaje de la salida CV se decreuenta en uno. Al ejecutar la instrucción por primera vez, el valor de contaje del parámetro CV se pone al valor del parámetro PV. Cada vez que se detecta un flanco de señal ascendente, el valor de contaje se decreuenta hasta alcanzar el valor límite inferior del tipo de datos indicado. Cuando se alcanza el valor límite inferior, el estado lógico de la entrada CD deja de tener efecto en la instrucción. En la tabla 12, muestra los parámetros de instrucción del contador descendente CTD.

Tabla 12: Parámetros de instrucción CTD.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
CD	Input	BOOL	I, Q, M, D, L o constante	Entrada de contaje
LD	Input	BOOL	I, Q, M, D, L, T, C, P o constante	Entrada de carga
PV	Input	Enteros	I, Q, M, D, L, P o constante	Valor con el que se activa la salida Q.
Q	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Estado del contador
CV	Output	Enteros, CHAR, DATE	I, Q, M, D, L, P	Valor actual de contaje

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

En la figura 26, se muestra el funcionamiento de la instrucción del contador descendente CTD

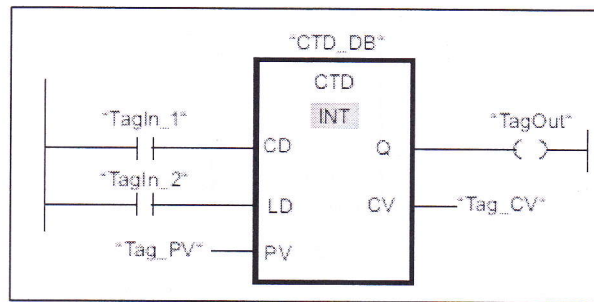


Figura 26: Funcionamiento de la instrucción CTD (SIEMENS AG Step Basic V13, 2013).

2.5.1.4 Comparación.

De acuerdo a (Jimenez, 2008) son instrucciones que tienen como función comparar bytes (B), enteros de 2 bytes (I), enteros dobles de 4 bytes (D), reales (R), y cadenas de texto (S). En la tabla 13, muestra las instrucciones básicas de comparación.

Tabla 13: Instrucciones básicas de comparación

Igual CMP	=
Diferente CMP	≠
Mayor o igual CMP	≥
Menor o igual CMP	≤
Mayor CMP	>
Menor CMP	<

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

2.5.1.5 Funciones matemáticas.

Se refiere a instrucciones que permiten definir y ejecutar una expresión para calcular operaciones matemáticas o combinaciones lógicas en función del tipo de datos seleccionados.

a) Sumar ADD

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción "Sumar" permite sumar el valor de la entrada IN1 al valor de la entrada IN2 y consultar la suma en la salida OUT ($OUT := IN1 + IN2$).

En la tabla 14, indica los parámetros de la instrucción sumar.

Tabla 14: Parámetros de la instrucción Sumar

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Primer sumando
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Segundo sumando
INn	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Valores de entrada opcionales que se suman.
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Suma

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

b) Restar SUB

Según (Siemens, 2013) la instrucción "Restar" permite restar el valor de la entrada IN2 del valor de la entrada IN1 y consultar la diferencia en la salida OUT ($OUT := IN1 - IN2$).

En la tabla 15, indica los parámetros de la instrucción restar.

Tabla 15: Parámetros de la instrucción restar.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Minuendo
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Sustraendo
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Diferencia

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

c) Multiplicar MUL.

Menciona (Siemens, 2013) que la instrucción "Multiplicar" permite multiplicar el valor de la entrada IN1 por el valor de la entrada IN2 y consultar el producto en la salida OUT (OUT:= IN1*IN2). En la tabla 16, muestra los parámetros de la instrucción multiplicar.

Tabla 16: Parámetros de la instrucción multiplicar

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Multiplicador
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Multiplicando
INn	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Valores de entrada opcionales que se pueden multiplicar.
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Producto

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

d) Dividir DIV

Conforme a (Siemens, 2013) la instrucción "Dividir" permite dividir el valor de la entrada IN1 entre el valor de la entrada IN2 y consultar el cociente en la salida OUT (OUT:= IN1/IN2). En la tabla 17, se observa los parámetros de la instrucción dividir.

Tabla 17: Parámetros de la instrucción dividir.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Dividendo
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Divisor
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Valor del cociente

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

2.5.1.6 Función de Transferencia.

Este tipo de funciones lógicas permite el intercambio de información o de datos desde un lugar a otro. La función de transferencia más utilizada es el MOVE.

a) MOVE Copiar valor.

De acuerdo a (Siemens, 2013) comenta que la instrucción "Copiar valor" transfiere el contenido del operando de la entrada IN al operando de la salida OUT1. La transferencia se efectúa siempre por orden ascendente de direcciones.

En la tabla 18, se muestra las posibles transferencias de la familia de CPU S7-1200.

Tabla 18: Transferencias de la familia de CPU S7-1200

Origen (IN)	Destino (OUT1)	
	Con verificación CEI	Sin verificación CEI
BYTE	BYTE, WORD, DWORD	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD, CHAR
WORD	WORD, DWORD	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD, CHAR
DWORD	DWORD	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, REAL, TIME, DATE, TOD, CHAR
SINT	SINT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
USINT	USINT, UINT, UDINT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
INT	INT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
UINT	UINT, UDINT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
DINT	DINT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
UDINT	UDINT	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME, DATE, TOD
REAL	REAL	DWORD, REAL
LREAL	LREAL	LREAL
TIME	TIME	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TIME
DATE	DATE	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, DATE
TOD	TOD	BYTE, WORD, DWORD, SINT, USINT, INT, UINT, DINT, UDINT, TOD
DTL	DTL	DTL
CHAR	CHAR	BYTE, WORD, DWORD, CHAR, carácter de una cadena ¹⁾
Carácter de una cadena ¹⁾	Carácter de una cadena	CHAR, Caracteres de una cadena
ARRAY ²⁾	ARRAY	ARRAY
STRUCT	STRUCT	STRUCT
Tipo de datos PLC (UDT)	Tipo de datos PLC (UDT)	Tipo de datos PLC (UDT)

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

b) CONVERTER Convertir Valor.

Acorde a (Siemens, 2013) refiere que la instrucción CONVERTER es la instrucción que lee el contenido del parámetro IN y lo convierte según los tipos de datos seleccionados

en el cuadro de la instrucción. El valor convertido se deposita en la salida OUT. En la figura 19, indica los parámetros de la instrucción "Convertir Valor"

Tabla 19: Parámetros de la instrucción "Convertir Valor".

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN	Input	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, CHAR, BCD16, BCD32	I, Q, M, D, L, P o constante	Valor que se convierte.
OUT	Output	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, CHAR, BCD16, BCD32	I, Q, M, D, L, P	Resultado de la conversión

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013).

2.5.2 Instrucciones avanzadas de programación TIA Portal V13

Recalcamos este tipo de instrucción avanzada ya que en el proyecto de grado se ha utilizado la instrucción de CTRL_PWM (Modulación del Ancho de Pulso) para el control de velocidad en el movimiento de rotación. A continuación explicaremos mencionada instrucción.

2.5.2.1 Impulso (CTRL_PWM)

De acuerdo a (Siemens, 2013) la instrucción "CTRL_PWM" permite activar o desactivar por software un generador de impulsos soportado por la CPU.

En la entrada PWM solo es posible indicar variables del tipo de datos HW_PWM. El tipo de datos de hardware HW_PWM tiene una longitud de una WORD (palabra).

El generador de impulsos se activa cuando está activado el bit en la entrada ENABLE de la instrucción. Si ENABLE tiene el valor TRUE, el generador genera impulsos que tienen las propiedades definidas en la configuración de dispositivos. Si se desactiva el bit en la entrada ENABLE o la CPU pasa a STOP, se desactiva el generador de impulsos y ya no se generan impulsos.

La instrucción "CTRL_PWM " se ejecuta únicamente si la entrada EN tiene el estado lógico "1".

A continuación es la tabla 20, muestra los parámetros de la instrucción CTRL_PWM.

Tabla 20: Parámetros de la instrucción CTRL_PWM

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
PWM	Input	HW_PWM (WORD)	I, Q, M, L o constante	Identificación de hardware del generador de impulsos
ENABLE	Input	BOOL	I, Q, M, D, L o constante	El generador de impulsos se activa con ENABLE = TRUE y se desactiva con ENABLE = FALSE.
BUSY	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Estado de ejecución
STATUS	Output	WORD	I, Q, M, D, L	Estado de la instrucción

Fuente: SIEMENS AG (Step Basic V13, 2013)

2.6 Comunicación Ethernet.

Es un patrón de comunicación entre dos o más CPUs que permite en intercambio de datos e información acelerando y magnificando el proceso de control automatizado.

2.6.1 Comunicación Ethernet Surgimiento.

De acuerdo a (Romero, 2005) la primera red de comunicación Ethernet industrial nace a partir del año 1973, con una velocidad de 2,94 Mb/s, como un medio para solucionar el problema de que dos o más huéspedes utilicen el mismo medio y que las señales no se interfieran.

Conforme a (Romero, 2005) menciona que las especificaciones formales de Ethernet de 10 Mb/s fueron desarrolladas en conjunto por las corporaciones Xerox, Digital (DEC) e Intel, y se publicó en el año 1980. Estas especificaciones son conocidas como el estándar DEC-Intel-Xerox (DIX), el libro azul de Ethernet. Este documento hizo de Ethernet experimental operando a 10 Mb/s un estándar abierto. La tecnología Ethernet fue adoptada para su estandarización por el comité de redes locales (LAN) de la IEEE como IEEE 802.3.

Referente a (Romero, 2005) ethernet continuó evolucionando en respuesta a los cambios en tecnología y necesidades de los usuarios. Desde 1985, el estándar IEEE 802.3 se actualizó para incluir nuevas tecnologías. Por ejemplo, el estándar 10BASE-T fue aprobado en 1990, el estándar 100BASE-T fue aprobado en 1995 y Gigabit Ethernet sobre fibra fue aprobado en 1998. Ethernet es una tecnología de redes ampliamente aceptada con conexiones disponibles para PC's, estaciones de trabajo científicas y de alto desempeño, mini computadoras y sistemas mainframe.

En términos generales Ethernet industrial es un estándar de comunicación y transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP. Esta red de comunicación inmersa en el área de control de procesos (industria) nos brinda las siguientes ventajas como:

1. Amplia superficie de cobertura y alcanza grandes distancias.
2. Transferencia de datos segura.
3. Ahorro de costes.

Y el más importante que es líder universal dentro de las redes industriales.

2.6.2 Protocolos de comunicación de la red Ethernet.

Conforme a (Castillo, 2005) menciona que en términos de software, para la comunicación de computadoras también existen estándares; la tecnología ARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada), la misma que contiene un grupo de estándares de red de comunicación de las computadoras y un grupo de reglas para interconectar y rutear el tráfico de información conocido como el grupo de protocolos Internet TCP/IP.

Conforme Castillo (2005) comenta que:

“El conjunto de protocolos TCP/IP tiene correspondencia con el modelo de comunicaciones de red (OSI) referencia de interconexión de sistemas abiertos, el mismo

que describe un sistema ideal de redes que permite establecer una comunicación entre procesos de capas distintas y fáciles de identificar. En el host, las capas prestan servicios a capas superiores y reciben servicios de capas inferiores. La figura 27, muestra las siete capas del modelo de referencia OSI y su correspondencia general con las capas del conjunto de protocolos TCP/IP”.

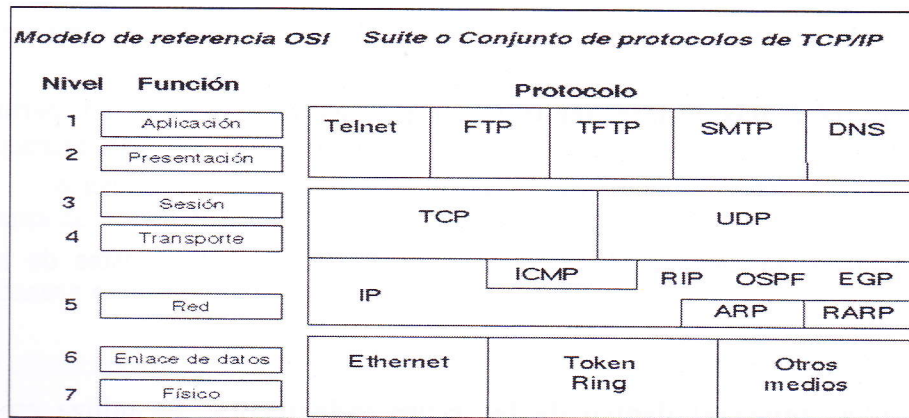


Figura 27: Modelo de referencias OSI y las capas de TCP/IP (Castillo 2005).

En la tabla 21 se enumera los protocolos más comunes del conjunto de protocolos TCP/IP y los servicios que proporcionan.

Tabla 21: Protocolos más comunes de TCP/IP

Protocolo	Servicio
Protocolo Internet (IP)	Proporciona servicios para la entrega de paquetes entre nodos.
Protocolo de control de mensajes de Internet (ICMP).	Regula la transmisión de mensajes de error y control entre los <i>hosts</i> y los <i>routers</i> .
Protocolo de resolución de direcciones (ARP).	Asigna direcciones Internet a direcciones físicas.
Protocolo de resolución de direcciones por réplica (RARP).	Asigna direcciones físicas a direcciones Internet.
Protocolo de control de transmisión (TCP).	Proporciona servicios de envío de flujos fiables entre los clientes.
Protocolo de <i>datagrama</i> de usuario (UDP).	Proporciona servicio de entrega de <i>datagramas</i> no fiable entre clientes.
Protocolo de transferencia de archivos (FTP).	Proporciona servicios de nivel de aplicación para la transferencia de archivos.
TELNET	Proporciona un método de emulación de terminal.
Protocolo de información de encaminamiento (RIP)	Permite el intercambio de información de rutas de vectores de distancia entre <i>routers</i> .
Protocolo abrir la vía más corta primero (OSPF)	Permite el intercambio de información de rutas de estado del enlace entre <i>routers</i> .
Protocolo Gateway Externo (EGP)	Permite el intercambio de información de rutas entre <i>routers</i> externos.

Fuente: Castillo (2005).

2.6.3 Ventajas de la red Ethernet Industrial

De acuerdo a (Galdeano, 2009) se puede resumir las siguientes ventajas:

- **Aplicaciones en redes industriales de gran potencia:** Altas prestaciones aún en el caso de existir muchos participantes y grandes distancias.
- **Amplia superficie de cobertura y alcanza grandes distancias:** Mediante la combinación de las técnicas eléctrica y óptica.
- **Transferencia de datos segura:** Aún en el caso de la existencia de perturbaciones electromagnéticas mediante componentes idóneos para la industria.
- **Ahorro de costes:** Mediante una disminución de los costes de montaje y cableado.
- **Líder universal dentro de las redes industriales:** Se utiliza en múltiples industrias
- **Coexiste con otras aplicaciones Ethernet:** Por ejemplo: Novell, LAN-Manager, TCP/IP...

2.6.4 Desventajas de la red Ethernet Industrial.

De acuerdo a (Galdeano, 2009) las desventajas de la red ethernet son las siguientes:

- a) La ausencia de climatización.
- b) La presencia de otros equipos eléctricos.
- c) El exceso de calor o humedad.
- d) Exposición prolongada de sol deteriora los cables.
- e) Los conectores RJ-45 de las redes corporativas no están diseñadas para operar largos periodos de tiempo con calor excesivo o estrés y sus contactos se pueden corroer y fomentar la rotura de etiquetas.

f) Las distancias sobre las que la señal se debe transmitir es otra diferencia notable.

El cable Ethernet industrial puede necesitar unos 400 m en grandes plantas y se sitúa alrededor de peligros (máquina a máquina y conmutador a conmutador).

2.6.5 Aplicaciones de Ethernet Industrial.

Acorde a (Barragán, 2012) muestra un resumen de las principales aplicaciones de Ethernet industrial. Estas son:

- ✓ Conexión de equipos propietarios a una red SCADA.
- ✓ Planta de tratamiento de agua.
- ✓ Industria automovilística.
- ✓ La construcción de maquinaria.
- ✓ La industria de procesos.
- ✓ Sistema de alerta de incendios municipal sobre WAN. En esta última los puestos de control de incendios suelen estar interconectados mediante protocolos basados en RS-232 o RS-485. En la figura 28, muestra la representación esquemática de un sistema de control intercomunicado.

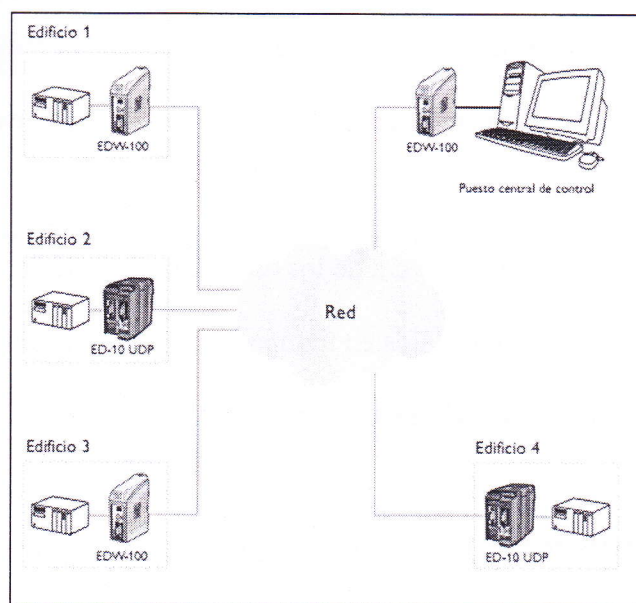


Figura 28: Representación Esquemática de un sistema de control intercomunicado (Barragán 2016)

- ✓ Sistema de control de acceso para varios emplazamientos. Se trata de la utilización de la red IP existente para suministrar enlace serie. La mayoría de los sistemas de acceso utilizan transmisión de datos serie y redes dedicadas para cotejar los datos de entrada. Cuando los edificios o las empresas se expanden, necesitan más sistemas de acceso o interconectar los sistemas de acceso múltiples, sobre todo cuando los edificios no están cerca unos de otros.

En lugar de instalar un enlace de comunicación dedicado, la red Ethernet existente se puede ampliar utilizando el router configurado para comunicación TCP. Gracias al software redirector de puertos COM instalado en el PC, que crea un puerto serie virtual, el PC se puede comunicar con múltiples dispositivos serie sin necesidad de actualizar el software de control ni el hardware del PC.

- ✓ Comunicaciones Ethernet en un generador eólico.

2.6.6 Ethernet Industrial como medio de comunicación entre PLC y PC.

Conforme a (Pérez P. , 2010) señalan que mediante la utilización de módulos como (ETN11) o CPUs los mismos que están dotadas de puerto Ethernet, es posible integrar PLC's en la red Ethernet, de modo que es posible:

1. Acceder a los archivos de programas, datos de parámetros, registros almacenados en tarjetas de memoria CompactFlash, incluso desde redes externas a través de Switcher.
2. Realizar una visualización directa de los datos almacenados en la CPU.
3. Realizar un intercambio de datos en tiempo real entre controladores (CPUs)
4. Realizar una supervisión de datos de proceso mediante PC's o NS.

Switch.- Conmutador (**switch**) es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI (El modelo de interconexión de

sistemas abiertos). En la figura 29, muestra un ejemplo de enlace entre PLC's y PC entre otros.

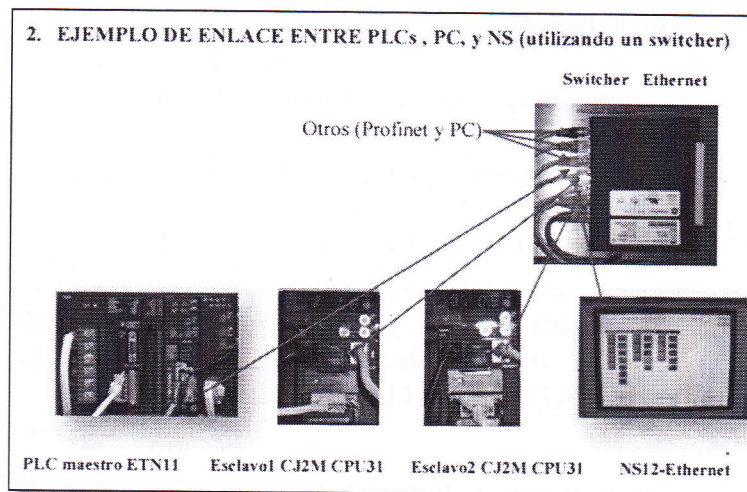


Figura 29: Enlace entre PLC's y PC (Pascual y Pérez 2010)

2.7 Descripción general comunicación Ethernet entre el PLC S7-1200 y LOGO V8

La red ethernet es un medio de transmisión y adquisición de datos de un autómata a otro, y su técnica se basa principalmente en el trabajo de maestro – esclavo. Mientras el maestro envía o transmite información, el esclavo se encarga de adquirir y reflejar una respuesta en un proceso automatizado.

A continuación se da a conocer de forma general los pasos para la configuración de la comunicación Ethernet Industrial tanto del PLC Siemens S7-1200 como del MLP LOGO V8, y estos son:

2.7.1 Pasos para configuración de la Red Ethernet en Step7 Professional- TIA Portal V13- S7-1200

- 1) Crear un hardware en Step7 Professional configurando la CPU del PLC que se va a manejar.
- 2) Introducción de direcciones IP.
- 3) Elegir conexión S7.

- 4) Agregar conexión S7.
 - Agregar y cerrar ventana de conexión S7.
- 5) Configuración de la conexión S7.
 - Configuración de la dirección IP del interlocutor (LOGO V8).
 - Asignación de direcciones TSAP local y del LOGO V8.
 - Desactivación de "establecimiento activo de la conexión"
- 6) Se accede a Propiedades del PLC, protección y se activa la pestaña de "permitir vía de comunicación PUT/GET del interlocutor remoto."

2.7.2 Pasos para la configuración de la Red Ethernet en MLP LOGO V8:

- 1) Configuración de la red ethernet.
 - Se agrega una conexión de cliente.
 - Se asigna direcciones TSAP del servidor y cliente.
 - Dirección IP del servidor.
 - Direcciones de memorias, local y remota.
- 2) En la ventana principal del software se añaden entradas, mismas que se vinculan con las salidas mediante diagrama de funciones.
- 3) Se agregan los dispositivos que van a trabajar como servidor y cliente.
- 4) Se agrega un "bloque de datos" en Step7 Professional V13.
 - Se crea un atabla de trasferencia de datos dentro del bloque de datos ya previamente creado.
- 5) Se puede empezar con la creación del programa en Step7 Professional V13.

2.8 Motores de corriente continua

De acuerdo a (Sanchez, 2008) manifiesta que estos motores son pesados, caros y necesitan mantenimiento adecuado, debido al chisporroteo continuo de las escobillas. Dichos

motores eran la mejor opción para aplicaciones en las que se necesitaba controlar la velocidad y/o el par hasta que se desarrolló el variador de frecuencia.

La alimentación de estos también proviene de una batería, además la velocidad es ajustable colocando un reostato en el inductor. El sentido de rotación se invierte cambiando la polaridad del motor.

Los motores de corriente continua tienen una amplia clasificación, por lo cual solo se estudiará los motores con excitación independiente debido a que prestan sus características para la elaboración del proyecto.

2.8.1 Motores con excitación independiente.

Conforme a (Sanchez, 2008) este tipo de motores presentan la alimentación del devanado inductor mediante una fuente de alimentación externa a la máquina. Es fácil controlar su velocidad, únicamente variando la corriente de excitación. Al mismo tiempo se puede controlar su velocidad incluso el lazo abierto. En la figura 30, muestra el diagrama de par-velocidad del motor DC.

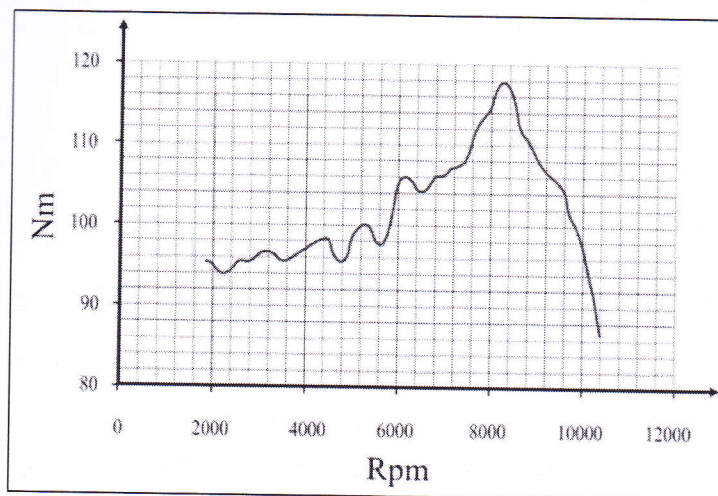


Figura 30: Par-velocidad del motor DC (Sánchez, 2008)

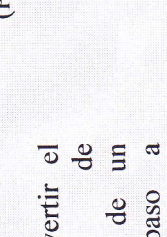
2.8.1.1 Principio de funcionamiento.


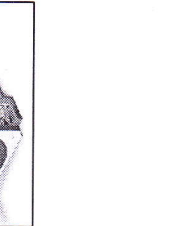
Acorde a (Joan, 2003) los motores eléctricos, en general, basan su funcionamiento en las fuerzas ejercidas por un campo electromagnético y creadas al hacer circular una corriente eléctrica a través de una o varias bobinas. Si dicha bobina, generalmente circular y denominada estator, se mantiene en una posición mecánica fija y en su interior, bajo la influencia del campo electromagnético, se coloca otra bobina, llamada rotor, recorrida por una corriente y capaz de girar sobre su eje.

2.8.1.2 Cuadro comparativo de motores DC con excitación independiente.

Se muestra un cuadro comparativo acerca de la descripción, ventajas, desventajas, aplicaciones y clasificación de los diferentes tipos de motores DC, cabe señalar que se hizo la investigación únicamente con motores DC con excitación independiente, clasificación que trata de motores para posicionamiento de objetos. En la tabla 22, indica la descripción de los motores en DC con excitación independiente.

Tabla 22: Motores de corriente continua

DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIÓN	CLASIFICACION
<p>Un motor paso a paso (MPAP) como todo motor es, en esencia, un convertidor electromecánico que transforma energía eléctrica en energía mecánica. "Mientras que un motor convencional gira libremente al aplicarle una tensión, el motor paso a paso gira un determinado ángulo de forma incremental, es decir, transforma impulsos eléctricos en movimientos de giro controlados, lo que le permite realizar desplazamientos angulares fijos muy precisos que pueden variar desde 1,80° hasta 90°". Joan (2003)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alta precisión y sincronización par el control exacto de rotación o posicionamiento. ➤ Se puede controlar fácilmente su velocidad desde el computador. ➤ Fácil invertir el sentido de rotación de un motor paso a paso. ➤ Bajo costo. (Pachón, 2009) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El MPAP produce más ruido y vibración que los servomotores. ➤ El MPAP no se puede utilizar para tareas de rotación de alta velocidad. (Pachón, 2009) 	<ul style="list-style-type: none"> • Robótica • Tecnología aeroespacial de control de discos duros. • Unidades de CDROM o de DVD e impresoras. • En sistemas informáticos. Manipulación. Posicionamiento de herramientas y piezas en general. Joan (2003) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Unipolares.- Se denominan así debido a que la corriente que circula por sus bobinas lo hace en un mismo sentido ❖ Bipolares.- Para que el motor funcione, la corriente que circula por las bobinas cambia de sentido en función de la tensión, de ahí el nombre de bipolar, debido a que en los extremos de una misma bobina se pueden tener distintas polaridades. Joan (2003)
<p>MOTOR PASO A PASO MPAP</p> 	<p>Los servomotores son un tipo de motor de corriente continua, capaz de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y a la vez mantenerse estable en dicha posición. Están conformados por un motor,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuando está parado el motor, el rotor del motor se continúa moviendo hacia delante y hacia atrás un pulso 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas – herramientas. Robots. • Impresoras. Plotters. 	<p>Clasificación según su topología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor Inducido de Tres fases AC • Motor Tipo Brush DC.
<p>SERVOMOTORES</p>				

	<p>una caja reductora y un circuito de control. El mantenimiento a estos servomotores es mínimo, se menciona a demás que el control de posición del servomotor se realiza en lazo cerrado, con lo que se consigue un control de posicionamiento más preciso. Sánchez (2008)</p>	<p>➤ De fácil manejo desde el computador.</p> <p>➤ Bajo consumo de energía. (Pachón, 2009)</p>	<p>de modo que no es conveniente si se quiere evitar la vibración. (Pachón, 2009)</p> <p>➤ Incluye un momento de torsión elevado.</p> <p>➤ Tamaño pequeño de estructura y una carga ligera.</p> <p>➤ Costo elevado. Sánchez (2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • actuadores de control de superficie de aeronaves. Etc. Sánchez (2008) 	<ul style="list-style-type: none"> • Brushless Servo Motor (AC & DC) • Motor Paso a Paso Switched Reluctance Motors • Motor Lineal <p>Clasificación según el tipo de movimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motores rotativos • Motores lineales • Motores Angulares
<p>MOTOR UNIVERSAL</p> 	<p>Son motores que se pueden conectar tanto a corriente continua como a corriente alterna. Básicamente donde se requiere grandes velocidades con cargas débiles. Sánchez (2008)</p>	<p>➤ Genera grandes velocidades.</p> <p>➤ Posee gran torque. Sánchez (2008)</p>	<p>➤ Costo elevado.</p> <p>➤ Alto nivel de ruido. Sánchez (2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sirven para pequeños electrodomésticos (pequeñas potencias), como taladradoras, batidoras. Sánchez (2008) 	

Fuente: Autor

De acuerdo a la necesidad, funcionamiento y características de programación, se ha visto necesario utilizar el Motor Universal, el mismo que cumple con los requerimientos necesarios para el desarrollo del trabajo de grado.

CAPITULO III

3 Metodología de la investigación.

El proyecto de titulación se encuentra enmarcado dentro del área de uso de las tecnologías para el control de accionamientos eléctricos. Así mismo consideramos que nuestro trabajo requiere un alto índice de investigación bibliográfica referente al desarrollo y utilización de las tecnologías de comunicación y control de equipos eléctricos en la industria.

En este caso el desarrollo industrial ha conllevado al uso de tecnologías de control y supervisión cada vez más sofisticados enfocados al control de los procesos industriales por lo que se pretende hacer un uso de estas tecnologías, PLC's, motores de alta eficiencias, protocolos de comunicación, interfaces, para que de una manera integrada construir un módulo de pruebas que contribuya a la preparación de los futuros ingenieros de CIMANELE

3.1 Métodos de investigación.

Los métodos de investigación científica conllevan a establecer procedimientos prácticos para establecer las características fundamentales del objeto de investigación, entre ellos tenemos los siguientes.

3.1.1 Método empírico

Facilita retomar las experiencias de otras investigaciones realizadas que enriquecen los conocimientos alcanzados; entre ellos tenemos:

3.1.1.1 Observación

Permite conocer la realidad mediante la sensopercepción directa de entes y procesos, para lo cual debe poseer algunas cualidades que le dan un carácter distintivo. En nuestras pruebas será utilizado para corroborar la interacción entre los diferentes procesos de

control y comunicación programados así como el correcto funcionamiento de los mecanismos de acción cinemática.

3.1.1.2 Medición

Este método permite obtener información numérica acerca de las propiedades o cualidades de objeto de estudio, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles conocidas. Con la aplicación de este método obtendremos los valores de las variables físicas de posicionamiento de los mecanismos de acción cinemática.

3.1.1.3 Experimento

Este método facilita la realización de las pruebas de funcionamiento del módulo de prueba con el objetivo de validar la ejecución correcta del programa de control y la obtención de las posiciones cinemáticas del brazo articulado de la grúa, asimismo permite comprobar la adecuada transferencia de la información y comunicación entre los PLC's, PC y los accionamientos de motores.

3.2 Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas en el proyecto de titulación son las siguientes:

3.2.1 Diseño cinemático del mecanismo de la pluma grúa.

Se utiliza para describir y definir los grados de libertad del brazo articulado de la grúa así como los esfuerzos mecánicos que deberá desarrollar en las diferentes condiciones de experimento.

3.2.2 Elaboración de planos estructurales y eléctricos de la pluma grúa.

Mediante programas informáticos, AutoCAD, se elaboran los planos eléctricos y mecánicos del módulo de prueba.

3.2.3 Mediciones.

Utilizamos instrumentos de medición para medir las variables cinemáticas y los parámetros eléctricos del módulo de prueba.

CAPITULO IV

4. Desarrollo de la propuesta tecnológica.

Proceso en el cual se determina los pasos a seguir para realizar y ejecutar el proyecto de forma ordenada.

4.1 Título de la propuesta.

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL ENTRE EL PLC SIEMENS S7-1200 Y PLC LOGO V8 PARA EL CONTROL DE UNA PLUMA GRÚA"

4.2 Introducción

En la actualidad en lo referente a los procesos industriales, es de gran importancia debido a que se habita en una era de globalización de la tecnología. Todo nuestro entorno se basa en principios de control de procesos, desde lo más ínfimo hasta grandes cosas realizadas por el hombre. Para ello se ha creado la presente propuesta que está cimentado en el diseño de un módulo didáctico de una pluma grúa que permita realizar diferentes movimientos como el nuevo posicionamiento de un objeto, a la vez realizar implementar la red de comunicación Ethernet Industrial entre el PLC S7-1200 y MLP LOGO V8, la cual es la base fundamental para lograr el control de la pluma grúa y poder realizar la automatización de manera ordenada y precisa. Este proyecto es significativo y a la vez necesario para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte con el fin de que los estudiantes hagan de este proyecto un medio de estudio para reforzar sus conocimientos, debido a que en la actualidad los procesos de automatización y control engloban la mayoría de las industrias, lo que permite incrementar la producción en base a programación y comunicación de autómatas.

4.3 Objetivo.

El Diseño y a la vez la implementación de una red de comunicación Ethernet Industrial entre el PLC siemens S7-1200 y MLP LOGO V8 para el control de una pluma grúa, simultáneamente aportando con módulos didácticos de los diferentes autómatas, los mismos que servirán como un medio para desarrollar el aprendizaje en el control de procesos industriales complementando el conocimiento teórico - práctico de los estudiantes de CIMANELE.

4.4 Cálculo de la pluma grúa.

En la figura 31, muestra cómo se encuentra representado el contrapeso (C) y el momento flector (M) de la pluma grúa.

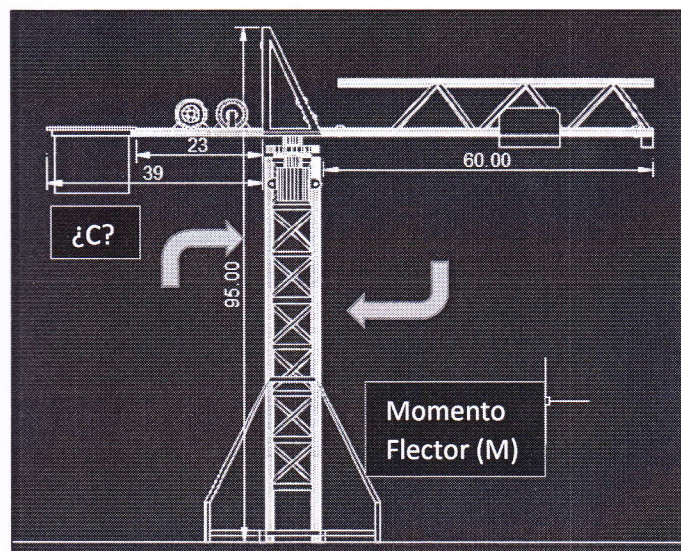


Figura 31: Pluma Grúa (Autor, 2017)

En la figura 32, muestra el momento flector que se produce en la pluma grúa debido a los diferentes pesos indicados con las flechas que ejercen una fuerza vertical.

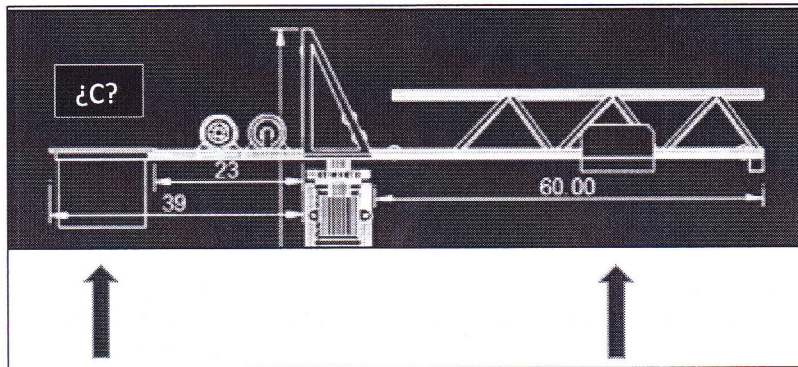


Figura 32: Pluma Grúa, Momento Flector (Autor, 2017).

4.4.1 Cálculos matemáticos

Contrapeso

$$21.184N = 1.5Kg \text{ (electroiman)} \text{ y } 0.65Kg \text{ (pesa)}$$

$$C \times 0.39cm = 0.60cm \times 21.184N - C \times 0.39cm$$

$$C \times 0.39cm + C \times 0.39cm = 0.60 \times 21.184N$$

$$C \times 0.78cm = 12.7104N$$

$$C = \frac{12.7104N}{0.78} = 16.29N = 1.66Kg$$

Momento

$$1.5Kg = 14.71N$$

$$M + 16.29N \times 0.39cm - 14.71N \times 0.60cm = 0$$

$$M + 16.68Nm - 8.826Nm = 0$$

$$M = 7.854Nm$$

4.4.2 Cálculos de electroimán

Ecuaciones:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$S = \frac{\pi(0.12)^2}{4} = 1.131 \times 10^{-4}$$

$$F = \frac{1B^2}{2U_0} \times S$$

$$F = \frac{1B^2}{2U_0} \times S = 1Kg$$

$$B = \sqrt{\frac{2U_0F}{S}}$$

$$B = \sqrt{\frac{2U_0F}{S}} = \sqrt{\frac{2 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 1kg}{1.131 \times 10^{-4}}} = \sqrt{0,022221698} = 0.149069442$$

$$R = \frac{1}{U_0 \times S}$$

$$R = 7036027,548 \text{ mm} \times (2)$$

$$R = 14072055,1 \text{ mm}$$

$$R = 14072,0551 \text{ m}$$

$$NI = \Phi R$$

$$N = \frac{B \times S \times R}{I} = \frac{0.149069442 \times (11,31 \times 10^{-3}) \times 14072,0551 \text{ m}}{1} = 240 \text{ vueltas}$$

Referencias:

S: area.

F: fuerza representada por el peso a levantar.

B: densidad del campo magnetico.

U₀: permeabilidad del aire: $4\pi \times 10^{-7}$

N: número de vueltas de la bobina.

I: corriente que circula por la bobina.

R: reluctancia del entrehierro.

Se pone en conocimiento que de acuerdo a la necesidad del peso a desplazarse se tuvo que incrementar el número de vueltas y reducir el calibre del conductor que es #22.

4.5 Programación de PLC

A continuación se describe la programación del PLC S7-1200 en el programa TIA Portal, además se da a conocer la configuración de la Signal Board como módulo de expansión para el control de velocidad y para terminar se menciona la configuración de la red Ethernet Industrial tanto del PLC S7-1200 como del MLP LOGO V8

4.5.1 Programación del PLC S7-1200 en el programa TIA Portal.

En lo que respecta a la programación del PLC S7-1200 tiene como objetivo el posicionamiento de objetos, que lo realiza a través de movimientos de rotación, traslación y elevación en el módulo pluma grúa, la misma que está proporcionada con equipos como motores, finales de carrera y piezas mecánicas de desplazamiento. Este programa consta de dos etapas, el proceso manual y el proceso automático.

- En el proceso manual el módulo pluma grúa cuenta con un control o botonera, el mismo que permite accionar los diferentes movimientos de acuerdo a las necesidades del usuario.
- En el proceso automático, muestra una serie de subprocesos que llevan una secuencia ordenada realizando los diferentes movimientos para el nuevo posicionamiento del objeto escogido.

Para mayor información se recomienda revisar los diagramas de flujo de la automatización de la pluma grúa.

4.5.1.1 Diagrama de flujo de la automatización de la pluma grúa.

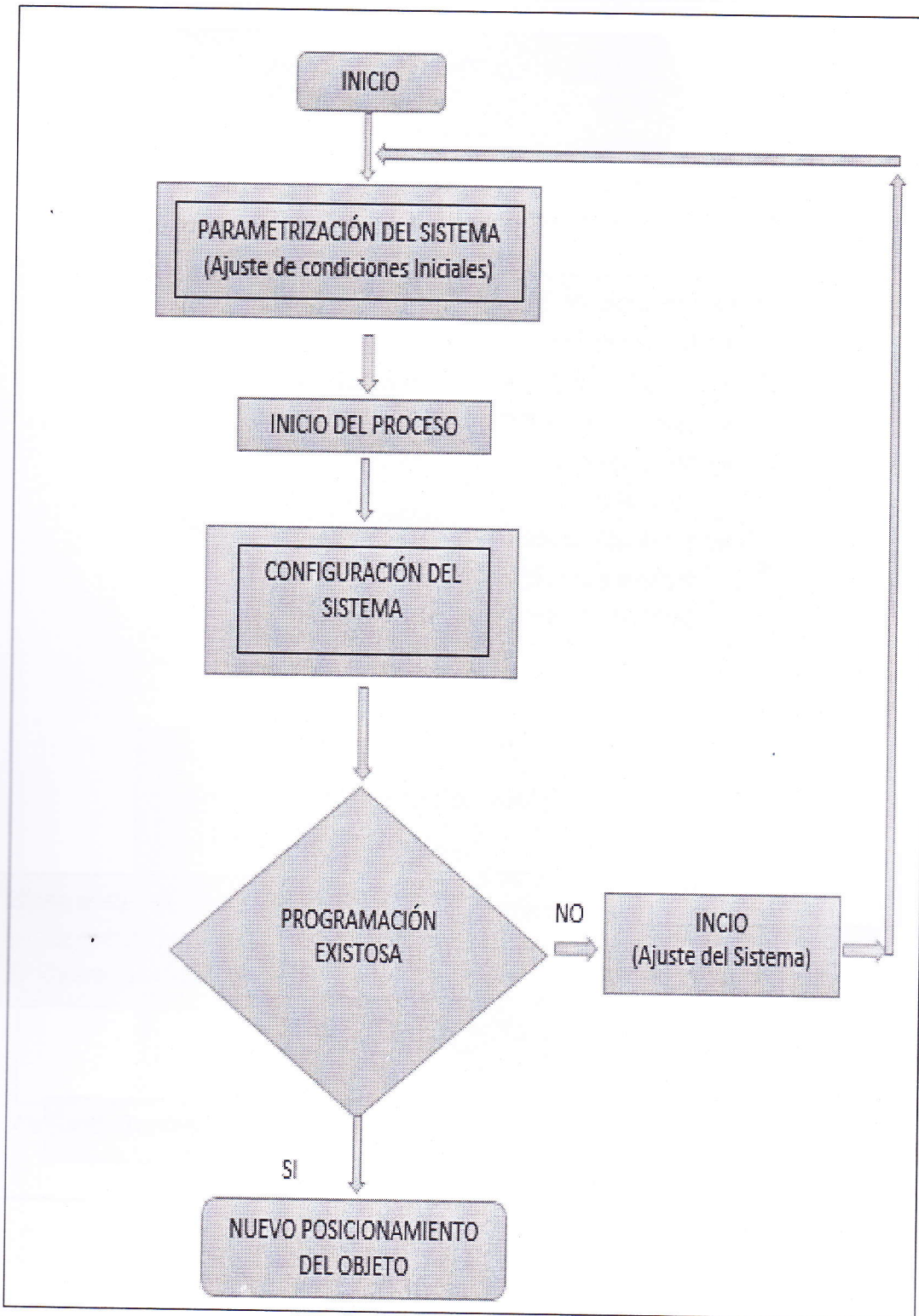


Figura 33: Diagrama de flujo de la automatización de la pluma grúa.

➤ Parametrización del sistema

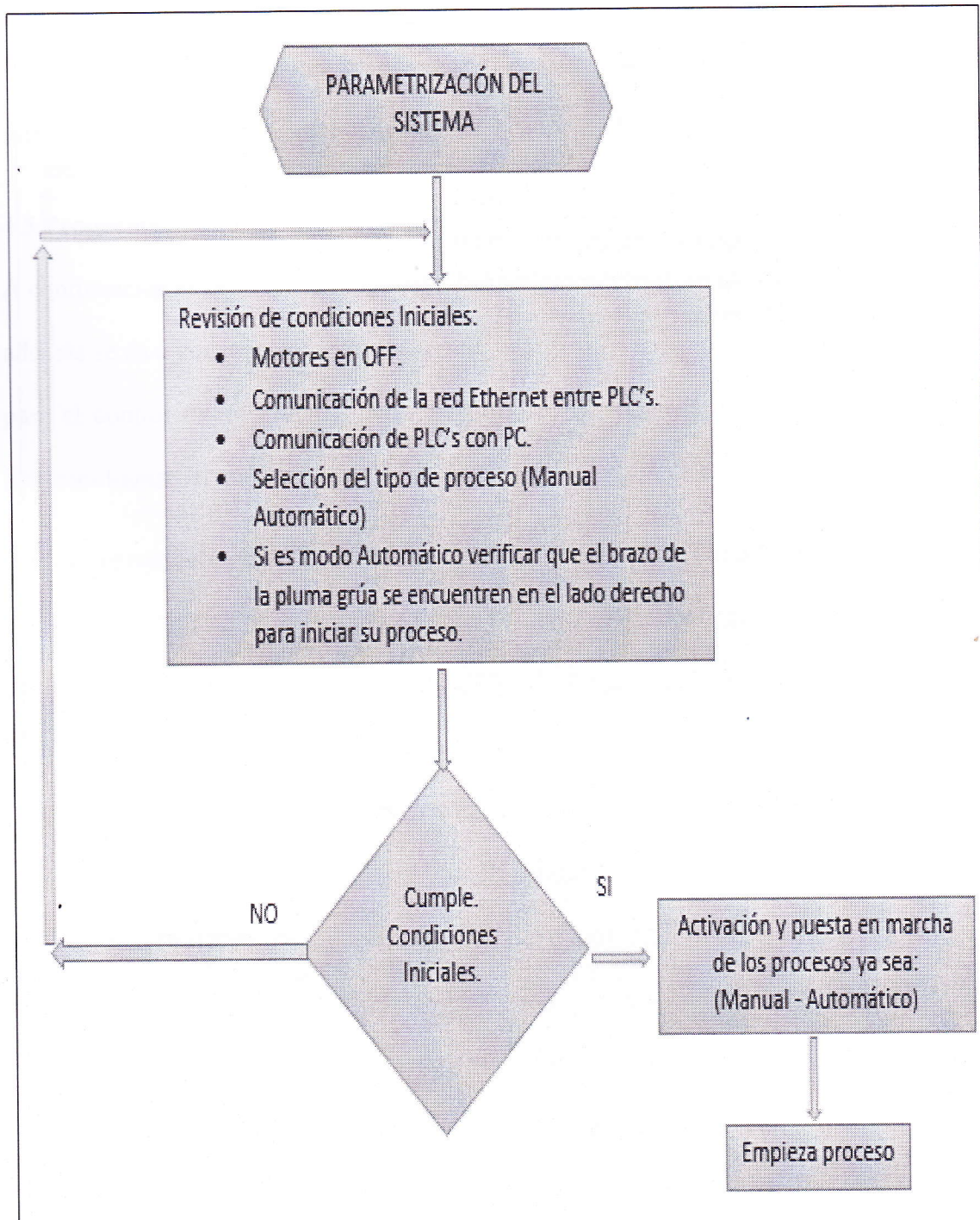


Figura 34: Parametrización del sistema

➤ Configuración del sistema

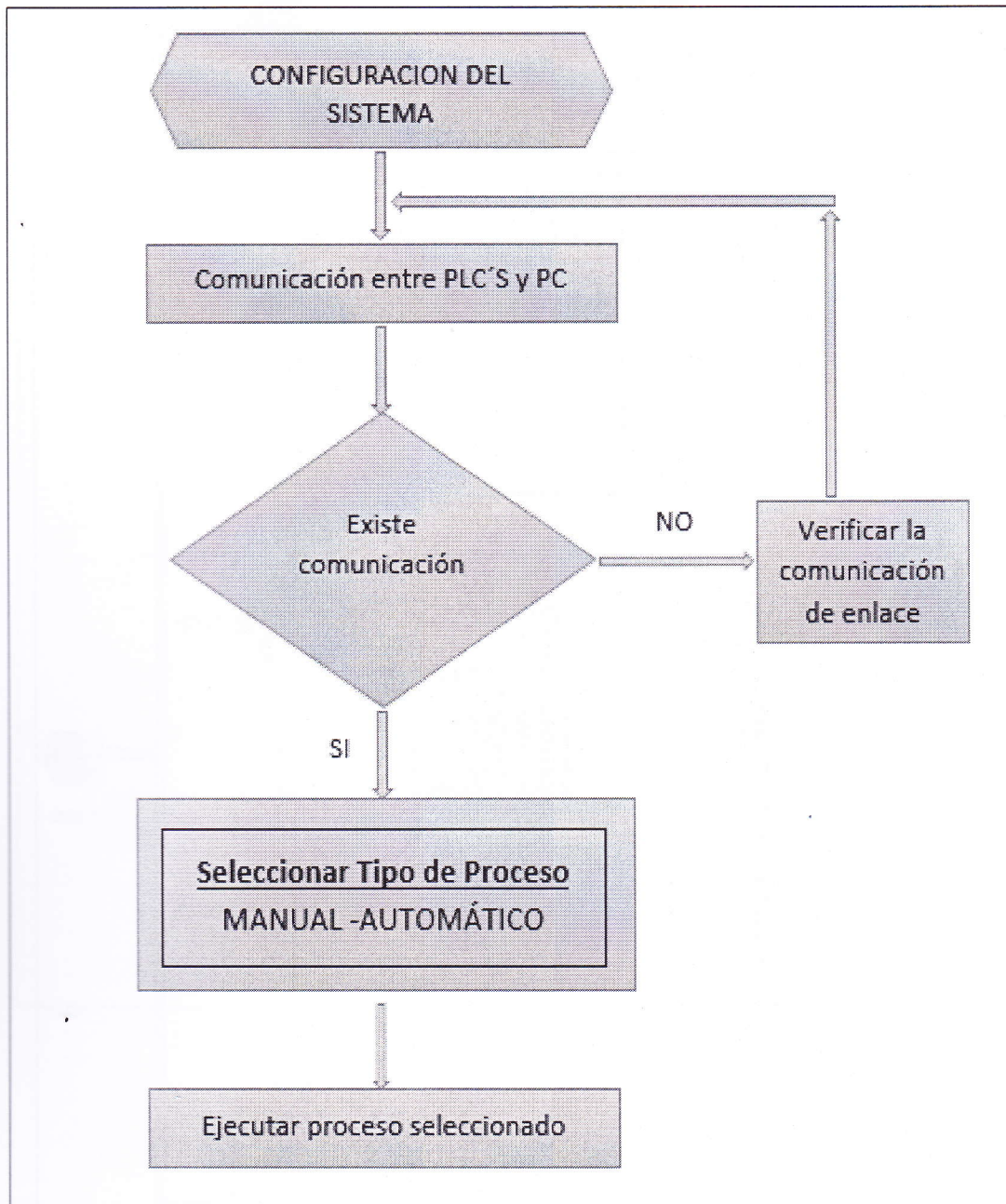


Figura 35: Configuración del sistema

➤ Seleccionar tipo de proceso

MODO MANUAL

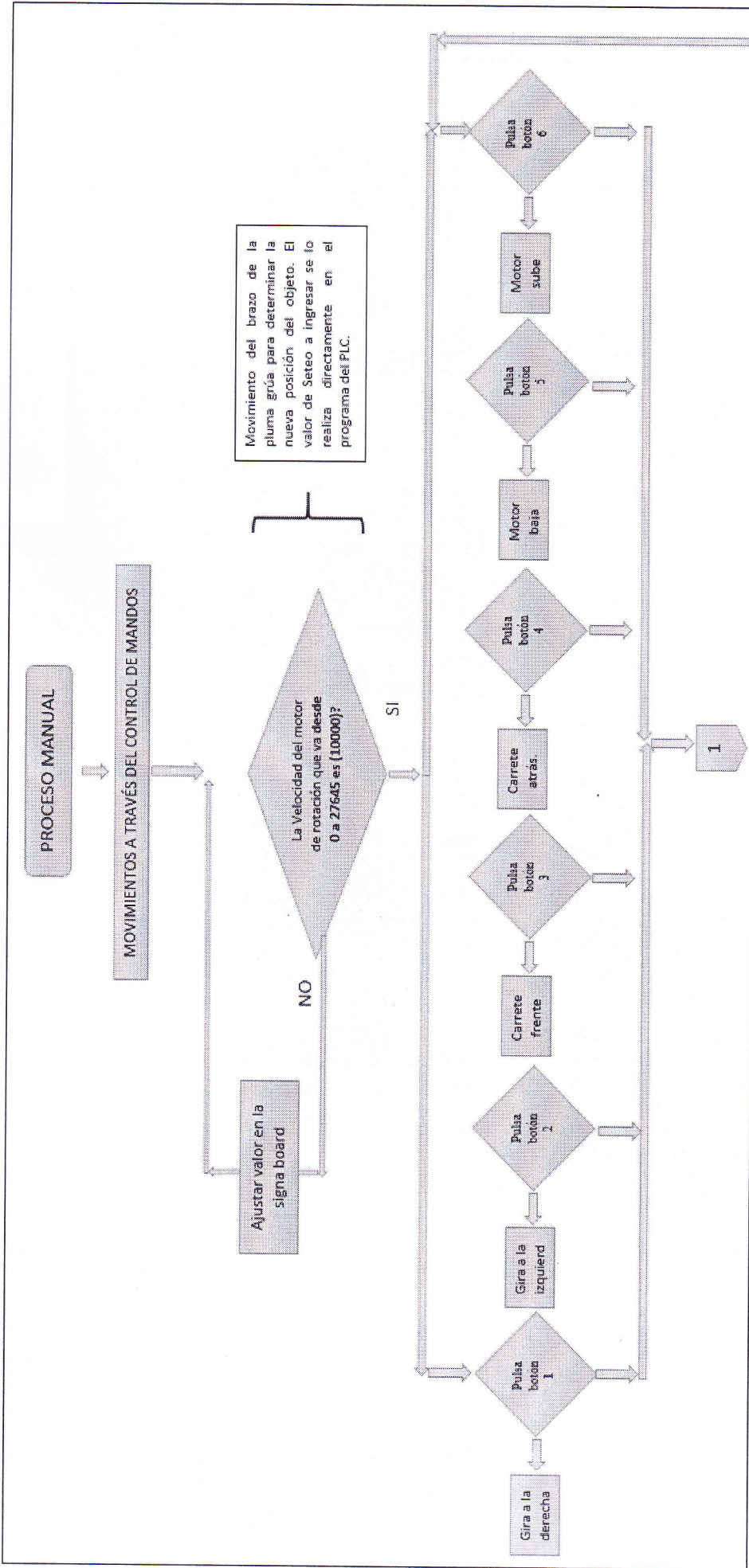


Figura 36: Modo manual

Tabla 23: Referencias de control de mando

BOTÓN	DESCRIPCIÓN BOTÓN
1	Giro derecha.
2	Giro izquierda.
3	Carrete frente.
4	Carrete atrás.
5	Motor baja.
6	Motor sube.



Figura 37: Complemento del modo manual

➤ Seleccionar tipo de proceso

MODO AUTOMATICO

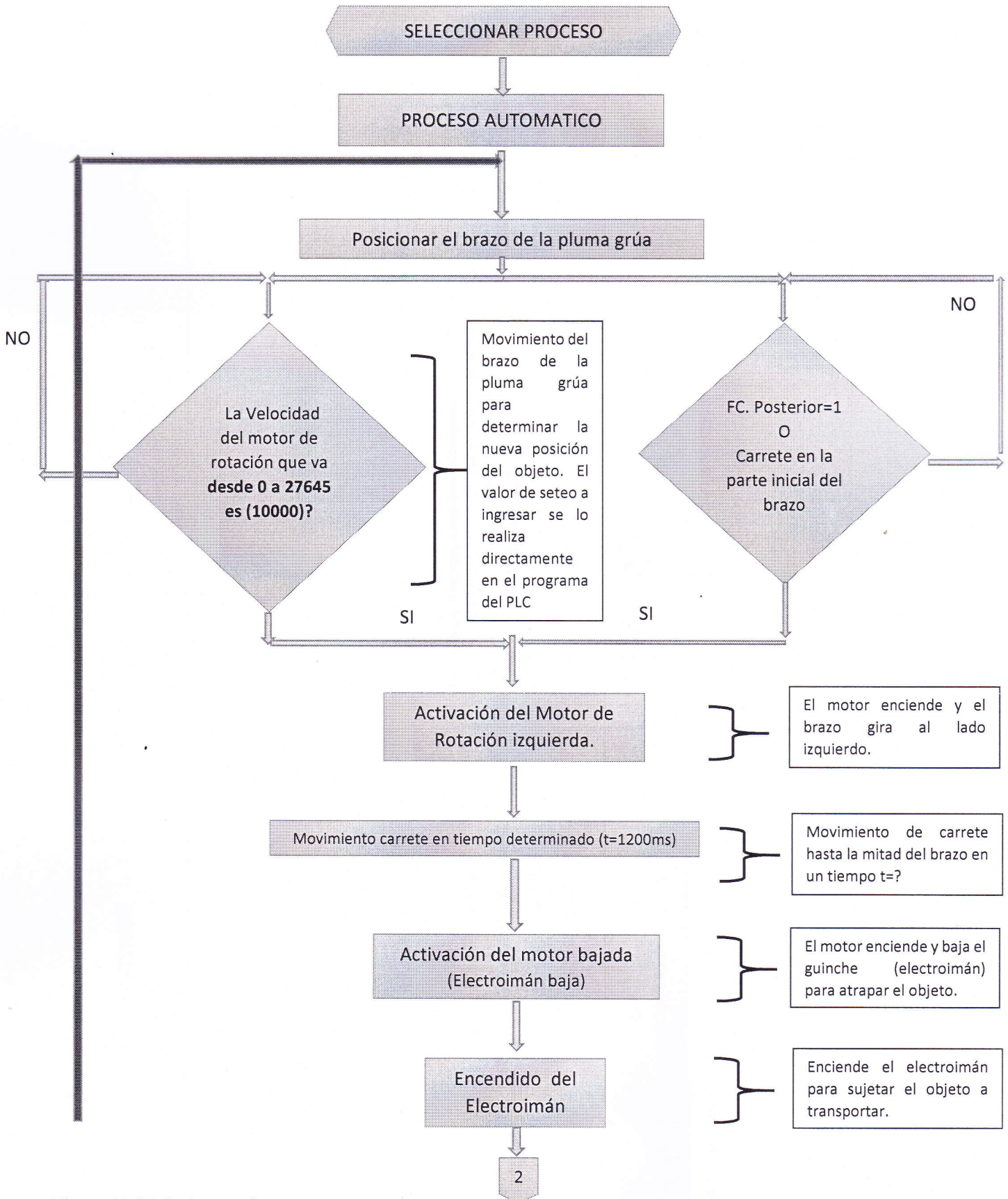


Figura 38: Modo Automático.

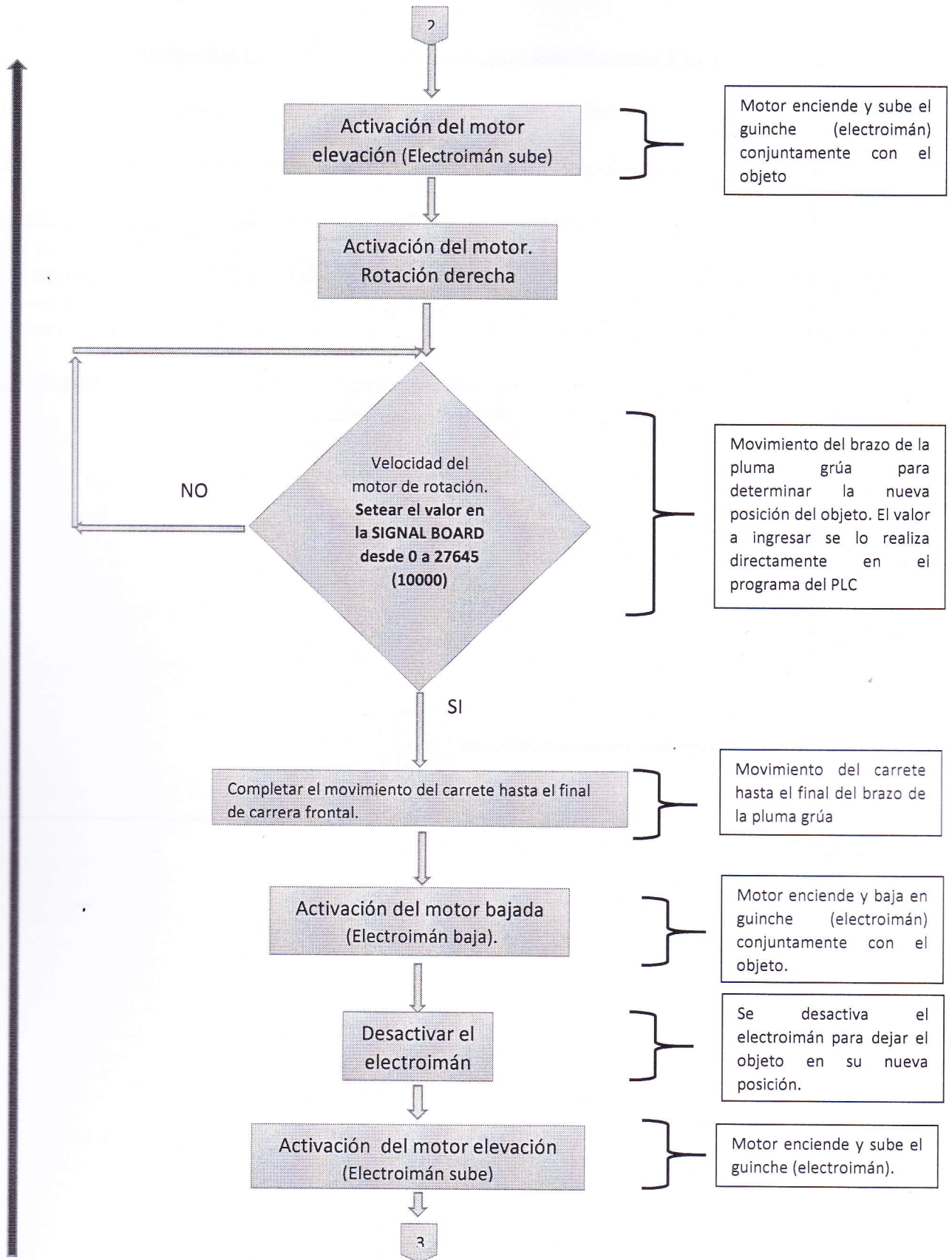


Figura 39: Complemento Modo Automático

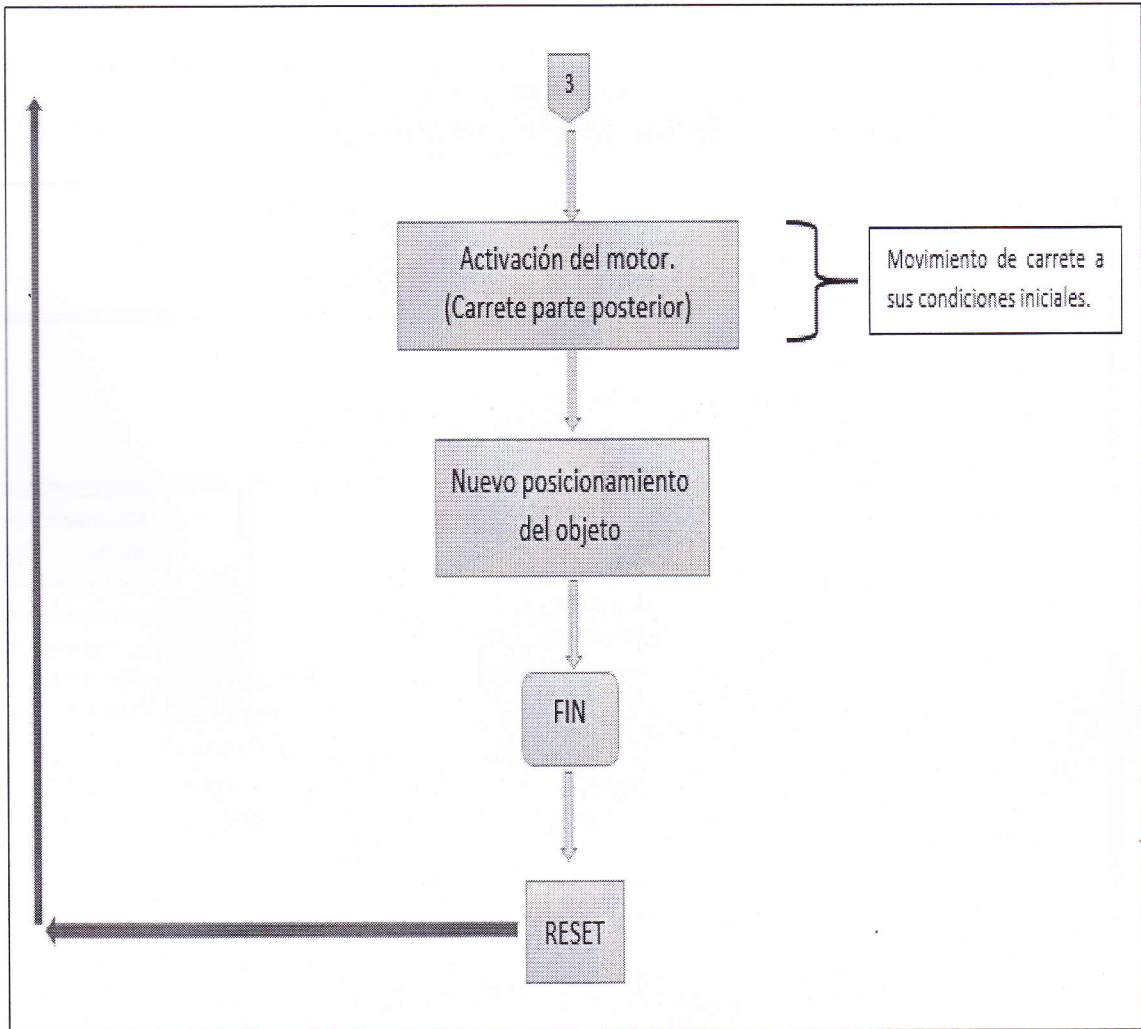


Figura 40: Complemento Modo Automático

4.5.2 Configuración del módulo de expansión Signal Board (señal PWM)

La Signal Board es un módulo de expansión de 2 entradas digitales y 2 salidas digitales a 24 VDC, la Signal Board permite utilizar la función de "impulso (CTRL_PWM)", la misma que permite modificar el ancho de pulso, controlando de esta manera la velocidad del motor. Además esta instrucción va acoplada a la instrucción MOVE, la cual permite setear el valor para controlar la velocidad. Para mayor información se recomienda revisar los diagramas de flujo de la Signal Board (señal PWM).

4.5.2.1 Diagrama de flujo de la Signal Board (señal PWM)

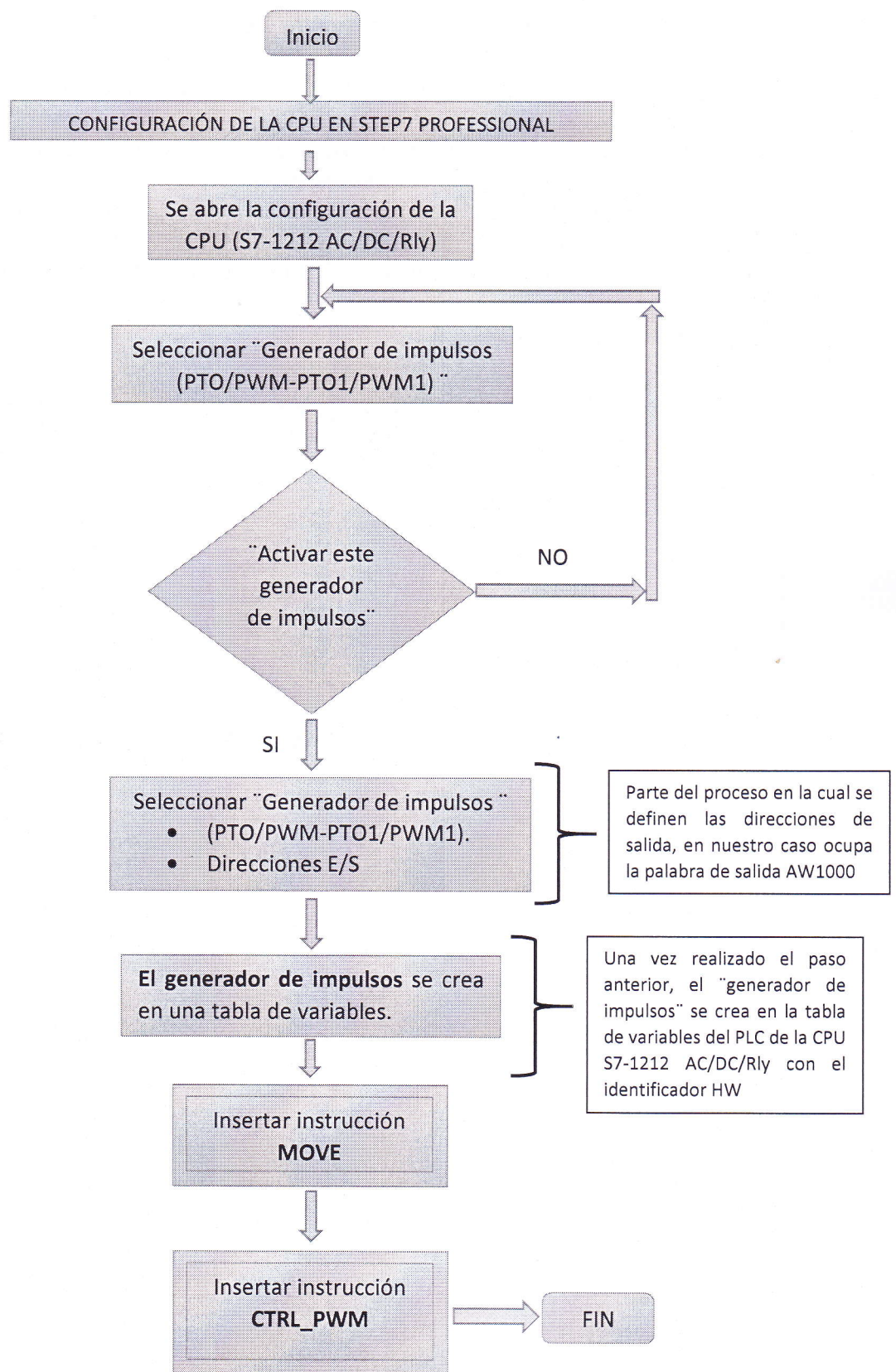


Figura 41: Diagrama de flujo de la Signal Board (señal PWM)

➤ Instrucción MOVE

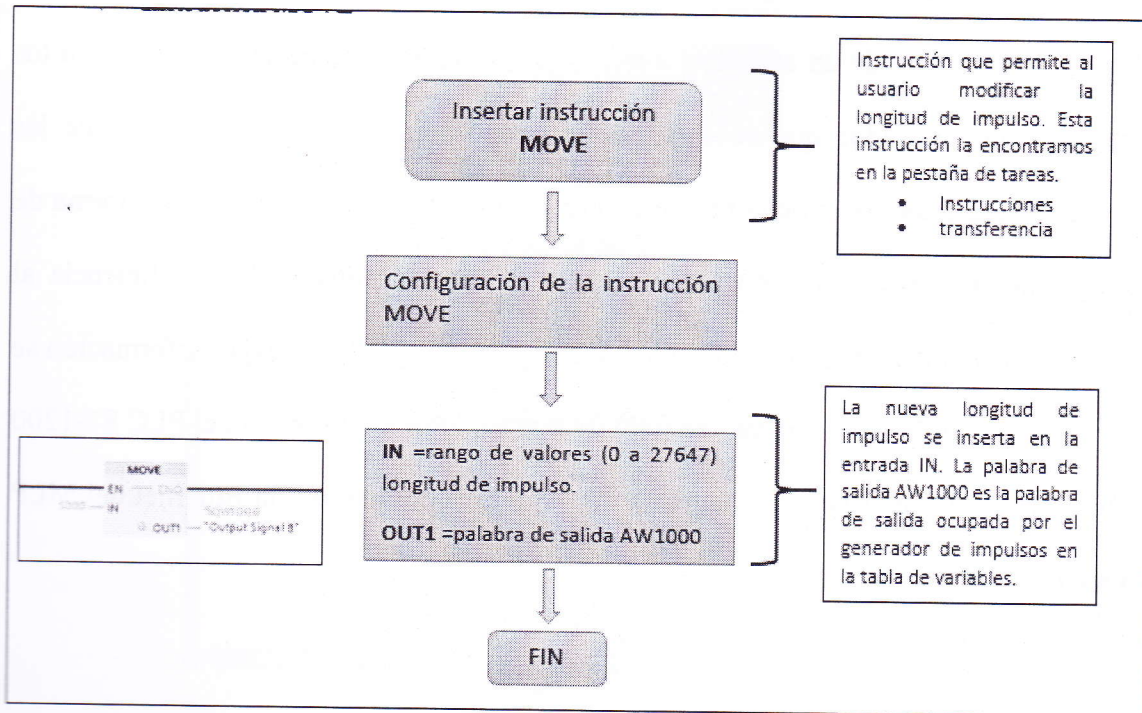


Figura 42: Instrucción MOVE

➤ Instrucción CTRL_PWM

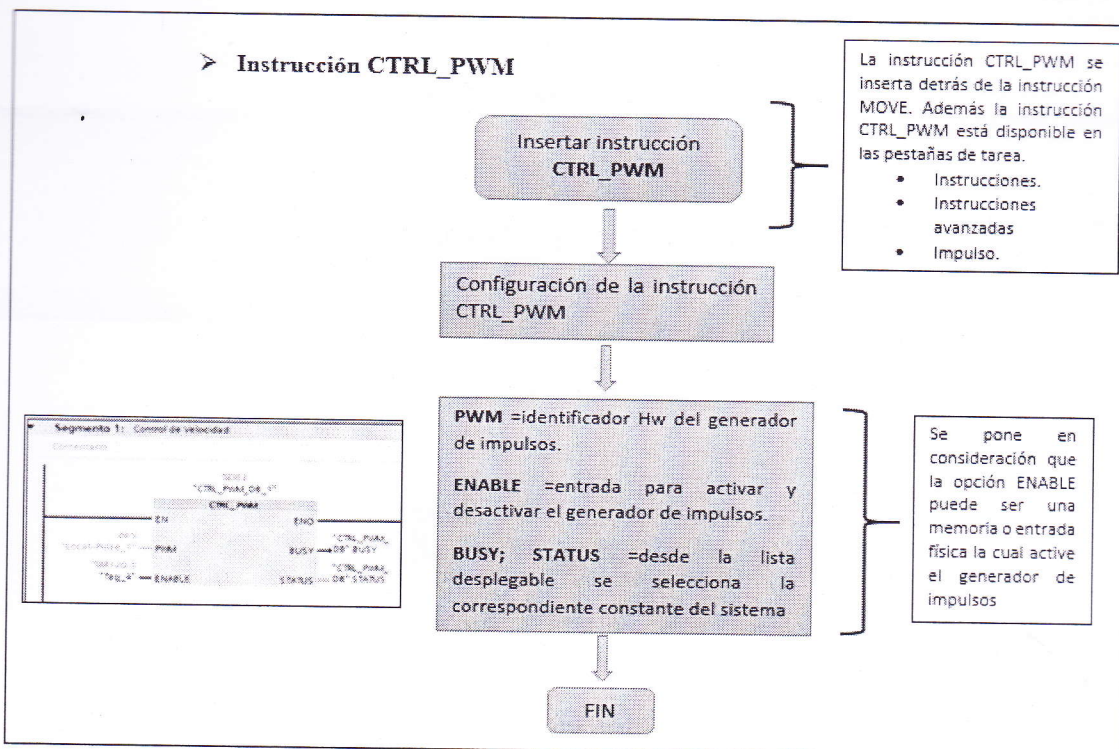


Figura 43: Instrucción CTRL_PWM

4.5.3 Configuración de la red Ethernet Industrial entre los dos autómatas

La red de comunicación Ethernet Industrial básicamente se encarga de recibir y enviar datos e información de un autómata a otros, de tal manera que acelera y magnifica los procesos automatizados que se ejecutan dentro y fuera de la industria. Una de las características principales de la red de comunicación Ethernet Industrial es su forma de trabajo maestro-esclavo o servidor-cliente lo que permite efectividad y eficiencia al momento de realizar un proceso de automatización y control. Para mayor información se recomienda revisar los diagramas de flujo de la comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212C AC/DC/Rly y el diagrama de flujo de la comunicación Ethernet del MLP LOGO V8.

4.5.3.1 Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly

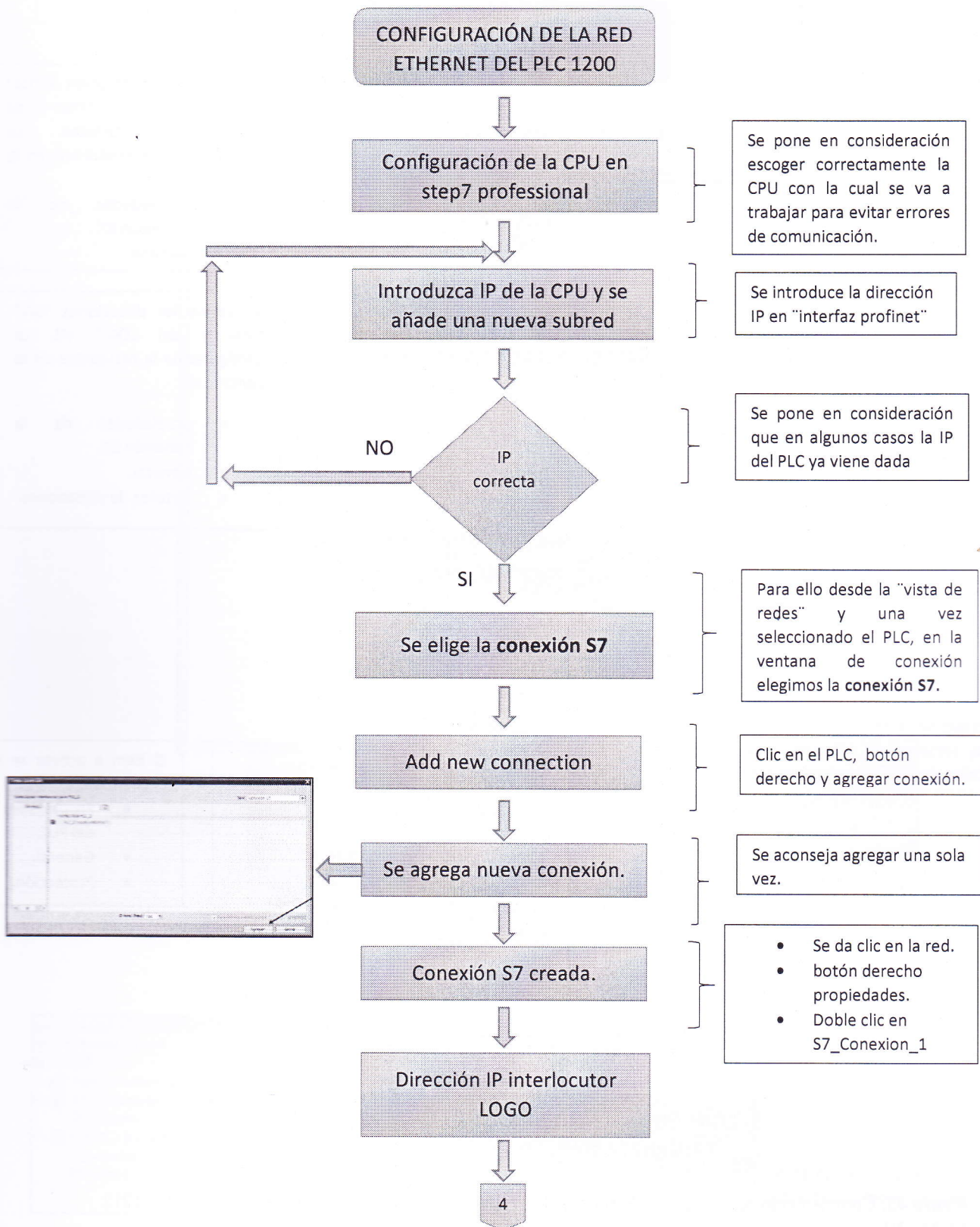


Figura 44: Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly

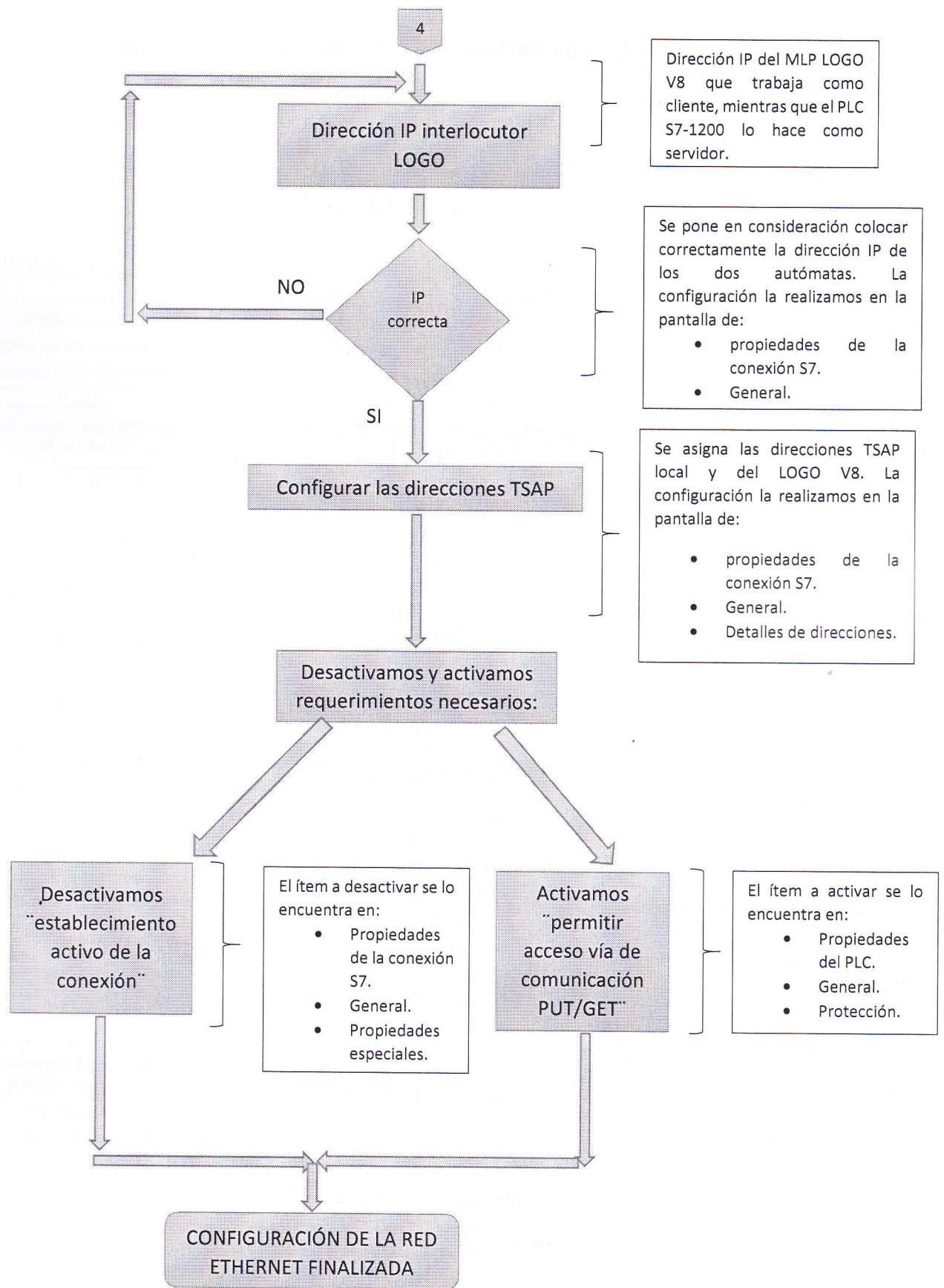


Figura 45: Complemento del Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del PLC S7-1200 CPU 1212 AC/DC/Rly

4.5.3.2 Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8

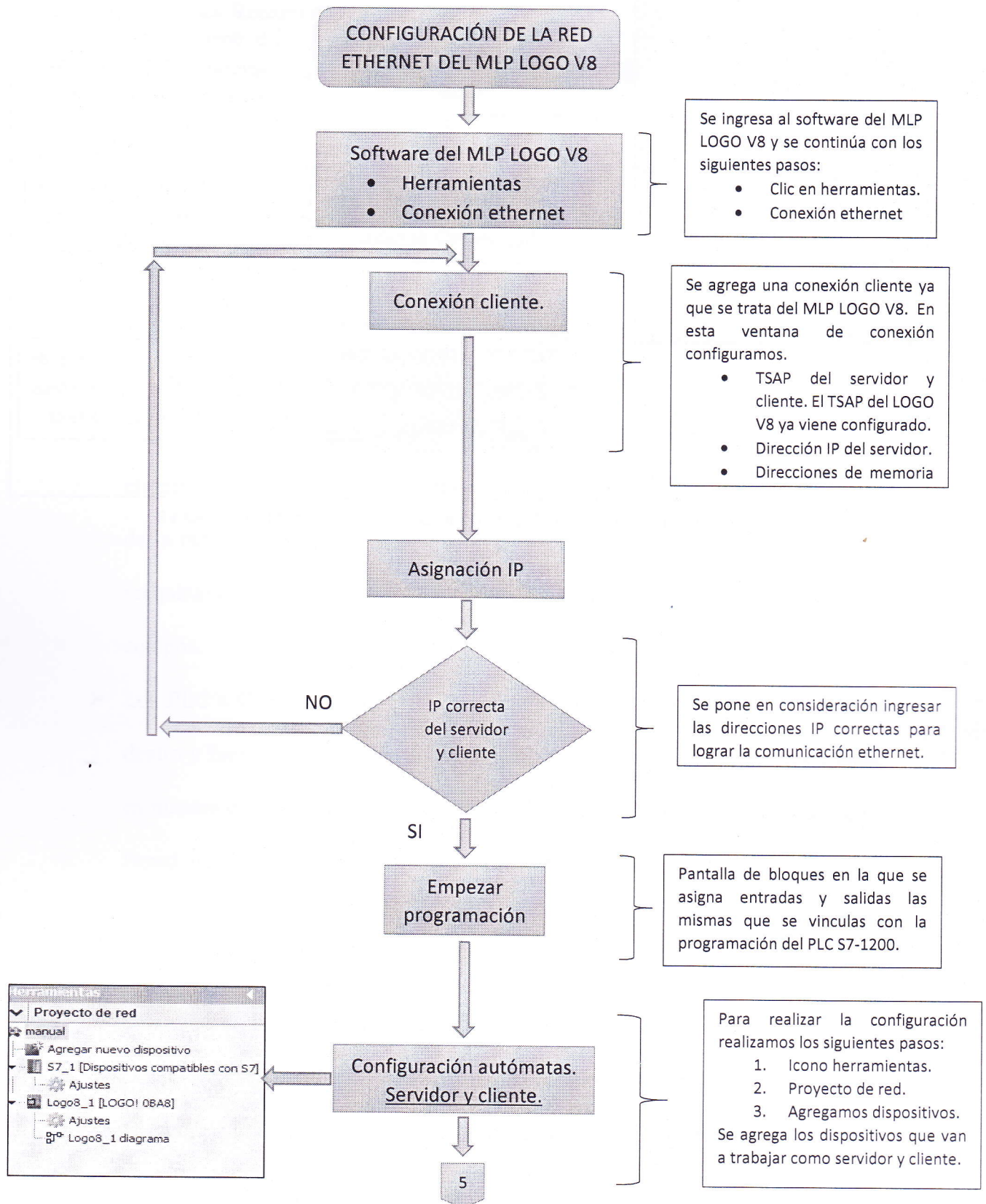


Figura 46: Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8

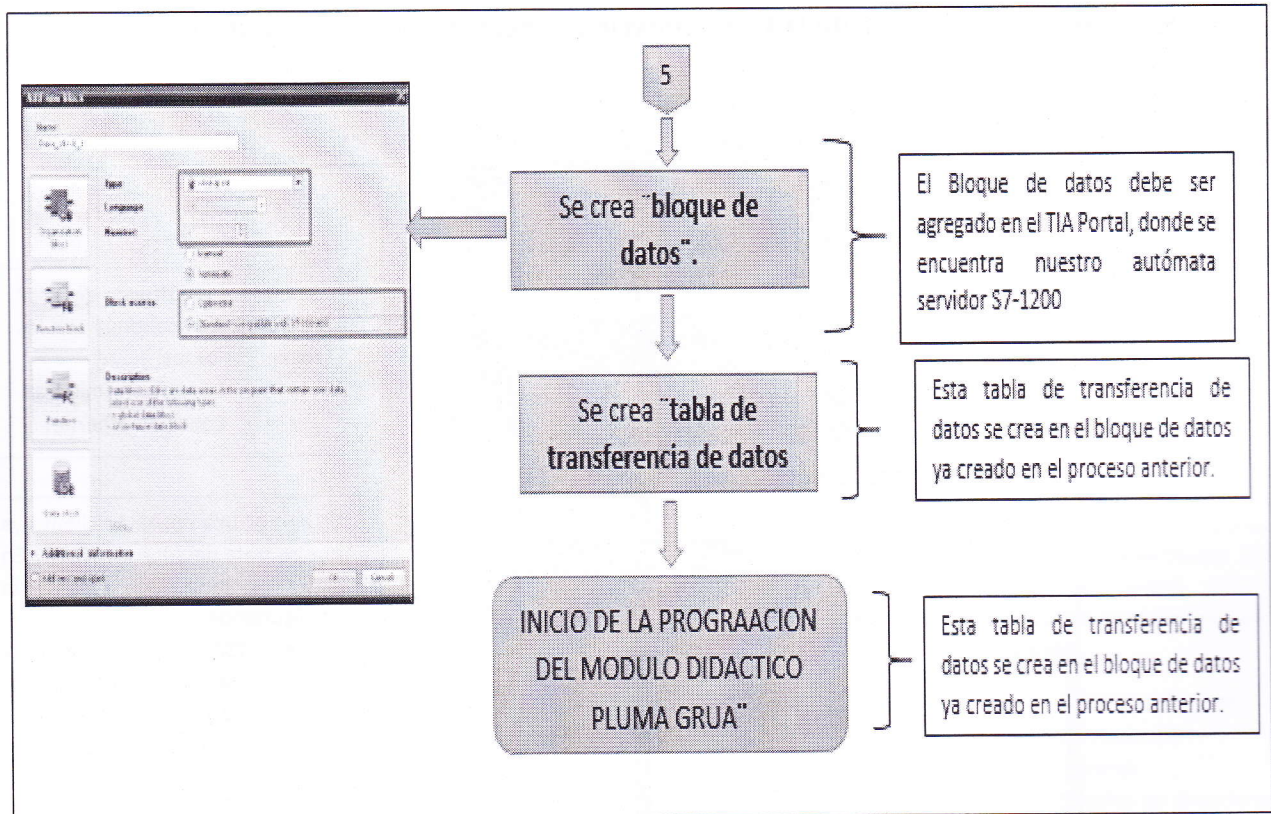


Figura 47: Complemento del Diagrama de flujo de la Comunicación Ethernet del MLP LOGO V8

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Con este proyecto se puede mencionar de la importancia que tiene el perfeccionamiento de la tecnología de la red de comunicación Ethernet en el sector industrial, ya que su uso ha contribuido a integrar los avances en materia de instrumentación en el control de procesos, con las tecnologías de la información (IT), y ha sacado a las industrias de un virtual aislamiento.
- La red Ethernet Industrial es un mecanismo, componente o un conjunto de elementos que contribuye a la optimización de procesos de control dentro y fuera de la industria, logrando de esta manera resolver problemas de secuencia en la maquinaria o procesos, adquisición de datos y aumentando la confiabilidad de los equipos.
- Los PLC's Controlador Lógico Programable son equipos confiables y viables dentro y fuera de la industria entregando al cliente diversas aplicaciones y usos, en nuestro caso el control de velocidad a través del módulo de expansión Signal Board que permite crear una la señal PWM, controlando el ancho de pulso evitando de esta manera adquirir equipos de mayor costo como variadores de velocidad en DC, etc.
- El diseño de los tableros didácticos de los diferentes PLC's (S7-1200 y MLP LOGO V8) se lo realizó dando apertura a conexiones reconfigurables con el fin de efectuar prácticas a los estudiantes de CIMANELE e incrementar su estudio teórico – práctico.

- Para la elaboración del electroimán fue necesario utilizar el rotor de un motor, el mismo que permite un excelente flujo de la corriente eléctrica, permitiendo de esta manera crear un campo magnético potente y uniforme, el mismo que depende del número de vueltas, calibre del alambre y el tipo de material del rotor, que está compuesto de un material ferromagnético construido a base de chapas de acero/silicio, condescendiendo el elevar cargas más pesadas.

5.2 Recomendaciones

- Debido a las características mecánicas del módulo pluma grúa no es recomendable colocar más peso o carga de la establecida, ya que al llegar a un punto crítico el módulo arrojaría errores principalmente en el eje axial conllevando a excesivo rozamiento y sobre calentamiento de los motores en DC entre otros elementos.
- Para realizar una comunicación ethernet exitosa es imprescindible seguir los pasos en forma ordenada como lo explicado anteriormente, principalmente en el momento de asignar direcciones IP tanto a los PLC's como a la PC las mismas que son de suma importancia para lograr un comunicación exitosa.
- En lo que se refiere a la programación del PLC S7-1200 en el TIA Portal, es de suma importancia tener en cuenta si las memorias o variables utilizadas no tiene referencias cruzadas, ya que si las hay, los procesos de cualquier índole no tendrían una secuencia de proceso coherente conllevando a un proceso equivocado lo que provocaría daños en los elementos y el módulo en general.
- Se aconseja realizar las conexiones entre tableros didácticos de manera ordenada, y prudente como se indica en los diagramas de conexiones y de acuerdo a los cables etiquetados ya previamente colocadas con los cables jack banana, con el objetivo de no perjudicar los equipos como los PLC, MLP, motores, relés, etc.

- Utilizar motores en DC para el posicionamiento de objetos si se utiliza la programación Ladder en TIA Portal, ya que al utilizar dichos motores facilita su programación y control. Cabe señalar que se puede utilizar otro tipo de motores como: motores paso a paso o servomotores.
- Utilizar la CPU 1214C DC/DC/DC ya que sus salidas son de tipo transistor lo que quiere decir que trabajan a 24 VDC lo que realizar un mejor control con motores en DC.

5.3 Bibliografía.

Fernández, A. (Marzo de 2006). Grúa Torre Monografía, recuperado de

<http://www.monografias.com/trabajos32/grua-torre/grua-torre.shtml>.

Arqhys, Arquitectura. (2012). Partes de la grúa torre. Sección A

Encaja "Embalajes y trading". (Diciembre del 2013). Tecnología de embalaje. Principales tipos de grúa, recuperado de <http://blog.cajaeco.com/principales-tipos-de-gruas/>

MECASER. (1990). MECASER (soluciones que mueven el mundo). Aplicaciones de la grúas en la industria, recuperado de <http://mecaser.ec/>

Moreno, M. (2007). Automatización Micro mecánica, de Wilde. Buenos Aires. Argentina

Acosta, G. (11 de noviembre del 2005). Controladores Lógicos Programables, de Cátedra de Sistemas de Control-Facultad de Ingeniería-UNCPBA, de [http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/ggacosta/TranspaSSCC/06capitulo\(PLC\).pdf](http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/ggacosta/TranspaSSCC/06capitulo(PLC).pdf)

SIEMENS. (2016). SIEMENS, de PLC Siemens (Sector Industria), de <https://w5.siemens.com/cms/mam/industry/Automatizacion/SIMATIC-sistemas-de-automatizacion-industrial/plc/Pages/plc-siemens-SIMATIC.aspx>

Siemens. (2012). Simatic S7-1200, recuperado de https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

CATEDU Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación). (2012). Características y montaje del simulador S1200

- SIEMENS. (2016). Características generales, recuperado de http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_s71200/pages/s7-1200.aspx
- Siemens España. (2016). LOGO, recuperado de http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/logo/pages/default.aspx
- Pérez, M. (2015). Programación en escalera (LADDER), recuperado de <http://www.marioperez.com.mx/plc/aplicaciones/>
- Molina, J. (2006). Lenguajes de programación del PLC, recuperado de https://www.academia.edu/11398442/LENGUAJES_DE_PROGRAMACION_DE_PLC_S_1._PROGRAMA_Y_LENGUAJE_DE_PROGRAMACION_C3%93N
- SIEMENS. (2016), de Software Simatic, recuperado de http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/tia_portal/pages/tia-portal.aspx
- Molina, J. (2005), Lenguajes de programación, recuperado de https://www.academia.edu/11398442/LENGUAJES_DE_PROGRAMACION_DE_PLC_S_1._PROGRAMA_Y_LENGUAJE_DE_PROGRAMACION_C3%93N
- Villalobos V., & Figuera J. (Marzo del 2014). Programación de PLCs: Lenguaje Escalera (LADDER), Automatización y Control de Procesos Industrial, recuperado de <http://es.slideshare.net/EquipoSCADA/programacin-de-plcs-lenguaje-escalera>
- Barnes., & Caigueral J. (2017), de SCL Introducción a la programación (programación estructurada), Grupo de treball EDCAI (Departamento de Electrónica/Electricidad), recuperado de http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infoPLC_net_S7_SCL_v1_0.pdf
- Siemens, AG. (2013). Siemens. STEP Basic V12.0, de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/68113678/att_25407/v1/STEP_7_Basic_V12_esES_es-ES.pdf
- Jiménez, L. (2008). Programación de autómatas. STEP 7 esquema de contactos KOP, recuperado de http://isa.umh.es/asignaturas/asct/automatas/TranspASCT_STEP7_KOP.pdf
- Romero, D. (2005). Introducción a Ethernet Industrial
- Galdeano., Andreoni., & Francisco. (2009). Ethernet Industrial

- Barragán, J. (2012). Aplicaciones de Ethernet Industrial en la industria, recuperado de <http://uhu.es/antonio.barragan/content/7-aplicaciones-industria>
- Castillo, G. (2005). Ethernet y protocolo TCP/IPv4, recuperado de <http://mixteco.utm.mx/~resdi/historial/materias/IPv4.pdf>
- Pérez., & Pascual, F. (2010). Ethernet Industrial, recuperado de <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/2ethernet.pdf>
- InfoPLC. (2011). Comunicación ethernet S7-1200 con LOGO, recuperado de <https://renovablesconsaburum.files.wordpress.com/2016/03/comunicar-s7-1200-con-logo.pdf>
- Sánchez, R. (2008). Universidad de Huelva (Campus de la Rábida) Accionamientos y Actuadores Eléctricos. Departamento de Ingeniería minera, mecánica y energética. Huelva.
- Joan, (2003). Control de motores paso a paso mediante micro controladores.
- Salamanca, J. (2009). Implementación de un sistema posicional con MPAP y servo controlados con PC. Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá), de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis338.pdf>

5.4 Anexos

**PROGRAMACIÓN MANUAL
Y
PROGRAMACIÓN AUTOMÁTICA**

Programación Manual

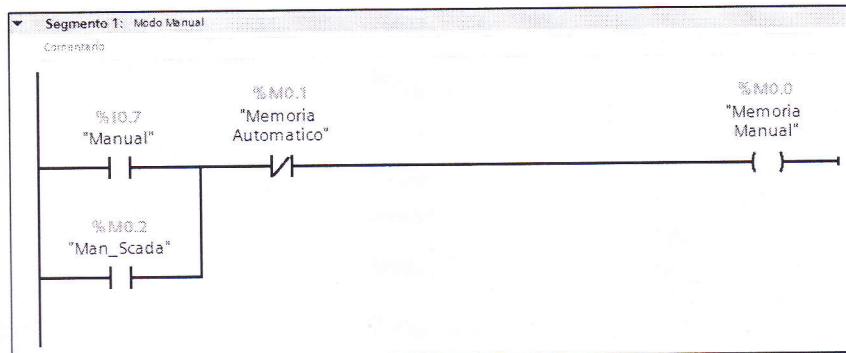


Figura 48: Modo Manual (autor, 2017)

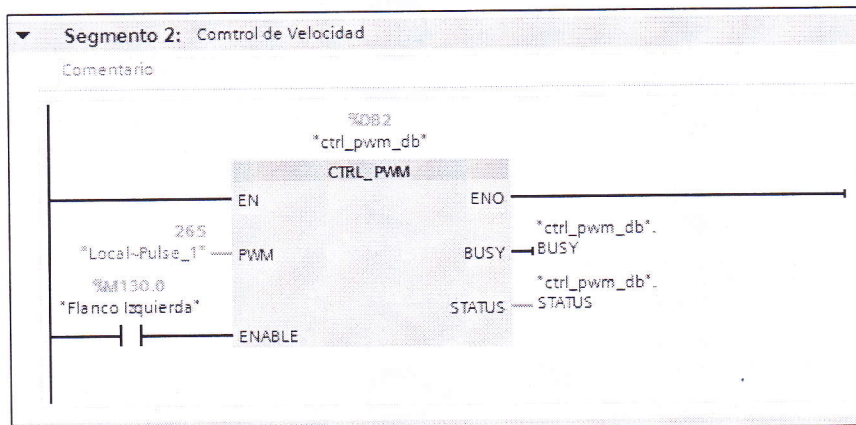


Figura 49: Configuración de la instrucción CTRL_PWM (Autor, 2017)

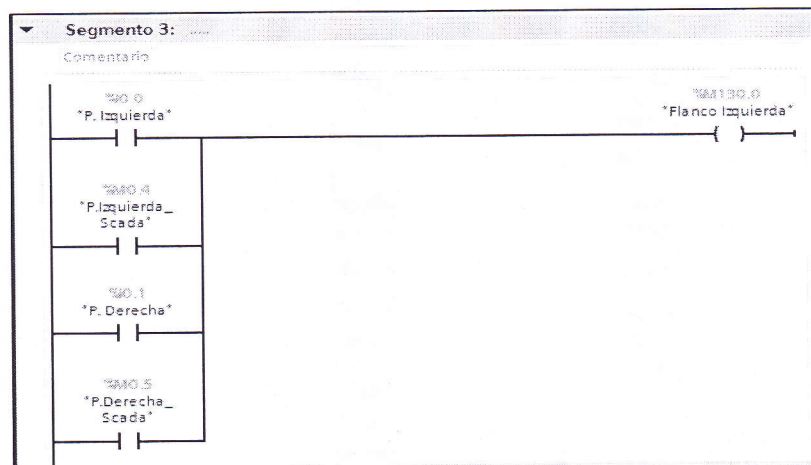


Figura 50: Comando de pulsadores con flanco. (Autor, 2016)

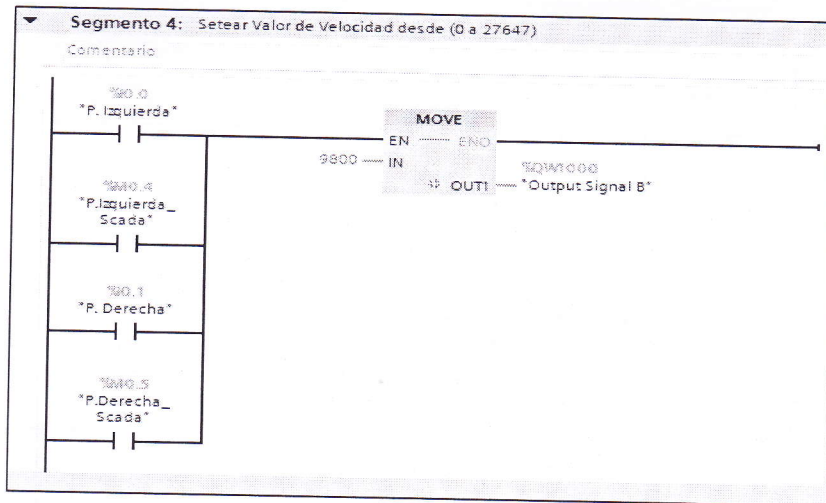


Figura 51: Seteo de valor de velocidad desde (0 a 27647) (Autor, 2017)

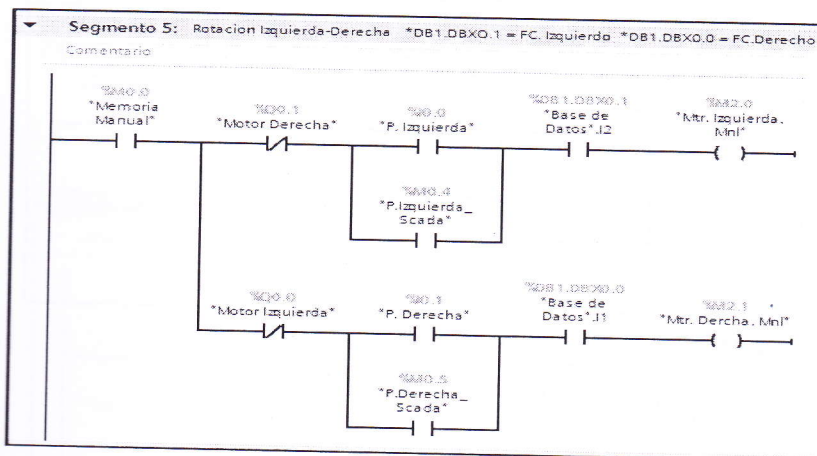


Figura 52: Rotación Derecha – Izquierda (Autor, 2017)

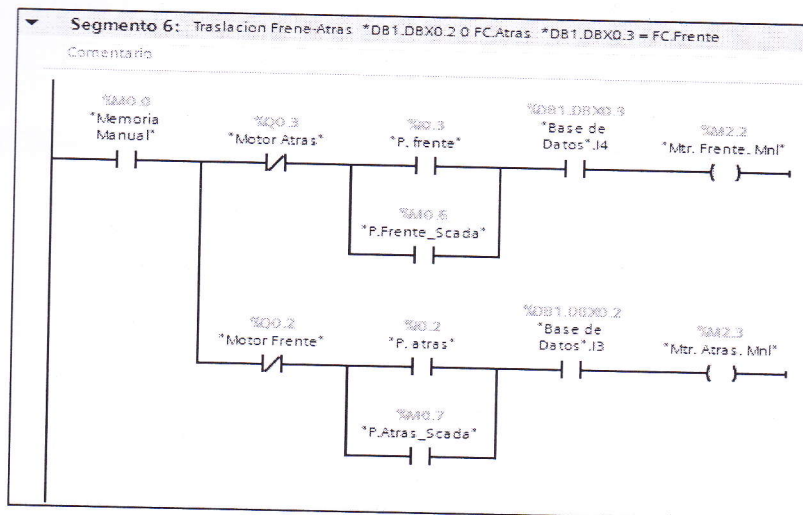


Figura 53: Traslación Frente – Atrás (Autor, 2017)

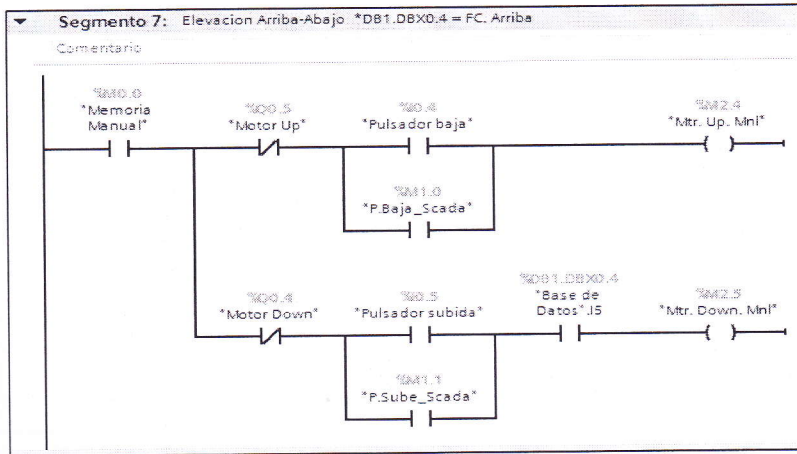


Figura 54: Elevación Arriba – Abajo (Autor, 2017)

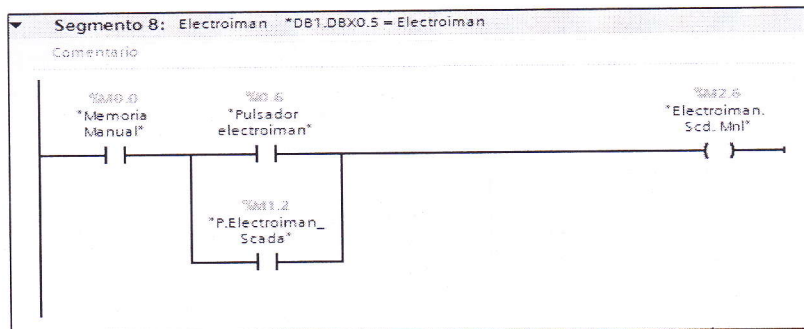


Figura 55: Encendido del Electroimán (Autor, 2017)

Programación Automática

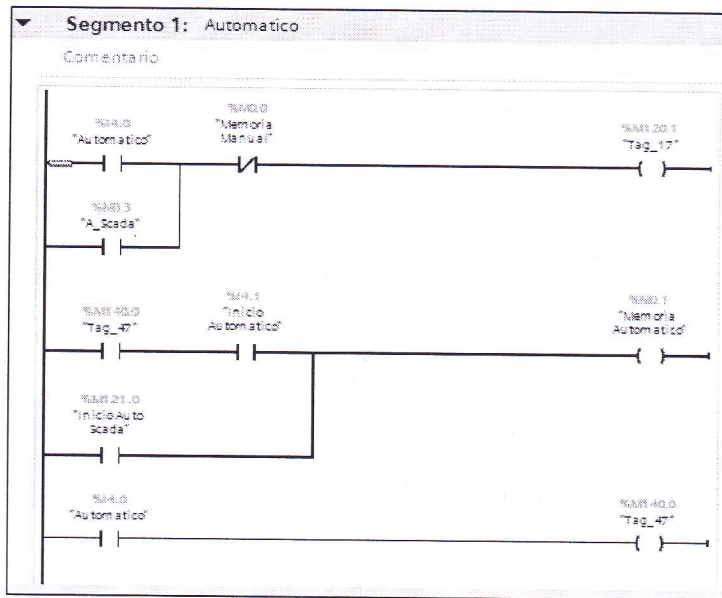


Figura 56: Modo Automático (Autor, 2017)

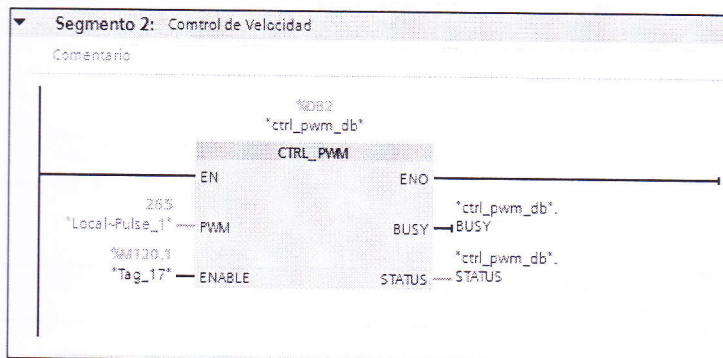


Figura 57: Configuración de la instrucción CTRL_PWM (Autor, 2017)

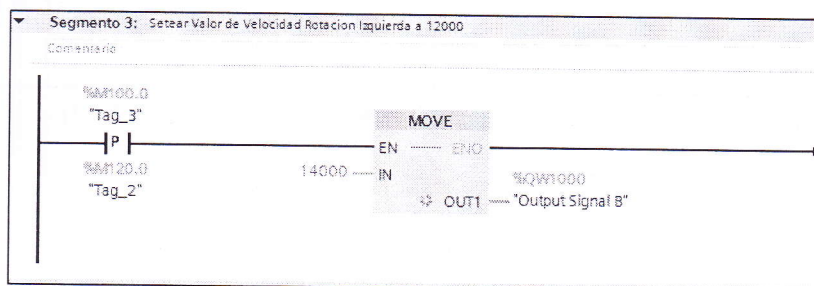


Figura 58: Setear valor de velocidad; Rotación Izquierda a 1400 (Autor, 2017)

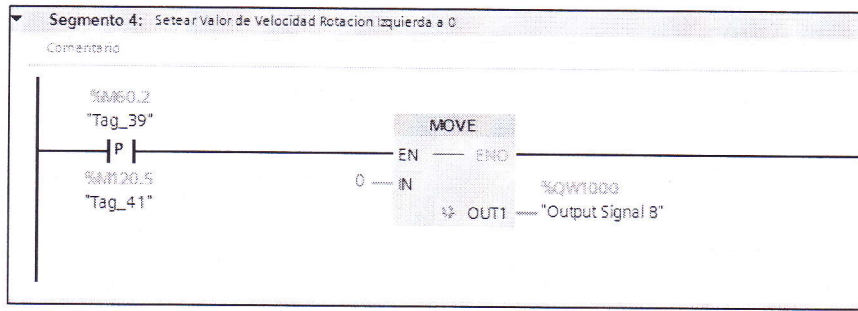


Figura 59: Setear Valor de velocidad; Rotación Izquierda a 0 (Autor, 2017)

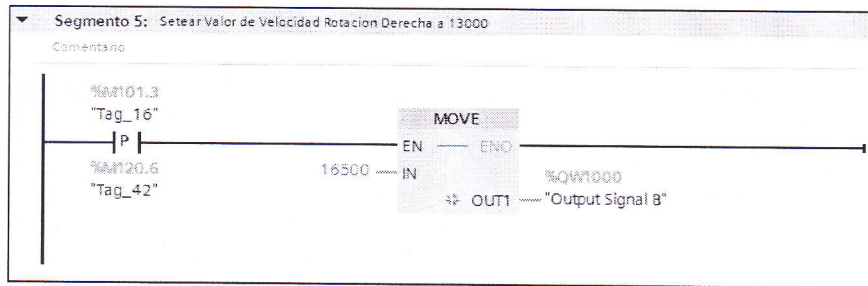


Figura 60: Setear valor de Velocidad; Rotación Derecha a 16500 (Autor, 2017)

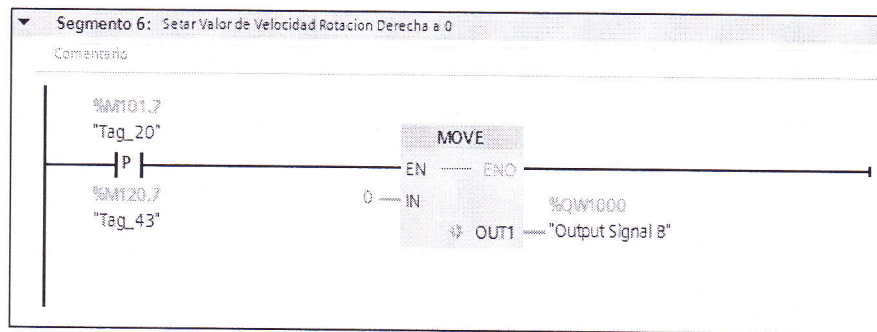


Figura 61: Setear Valor de velocidad; Rotación Derecha a 0 (Autor, 2017)

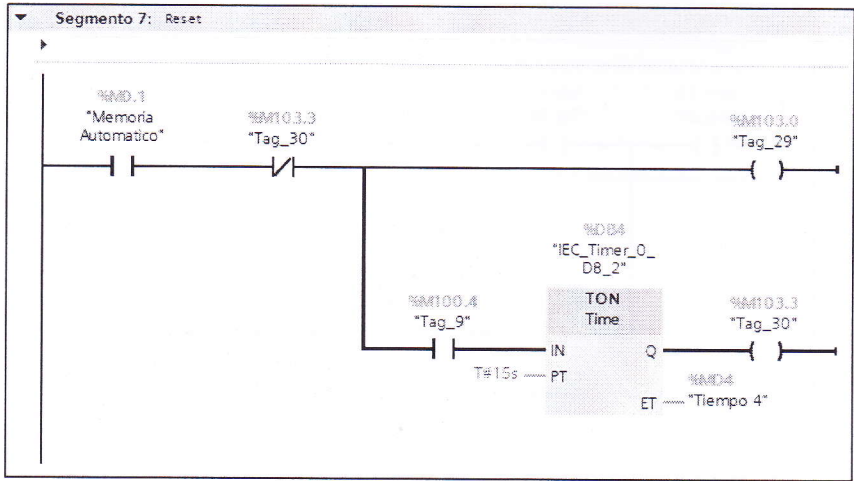


Figura 62: Reset (modo Automático) (Autor, 2017)

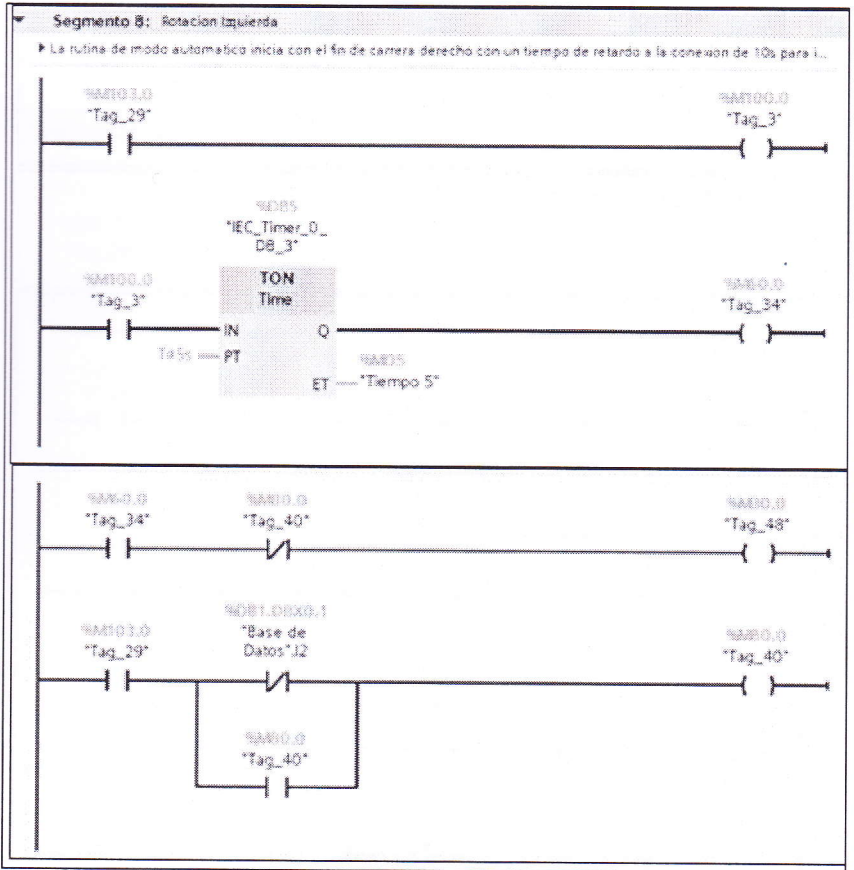


Figura 63: Rotación Derecha – Izquierda (Autor, 2017)

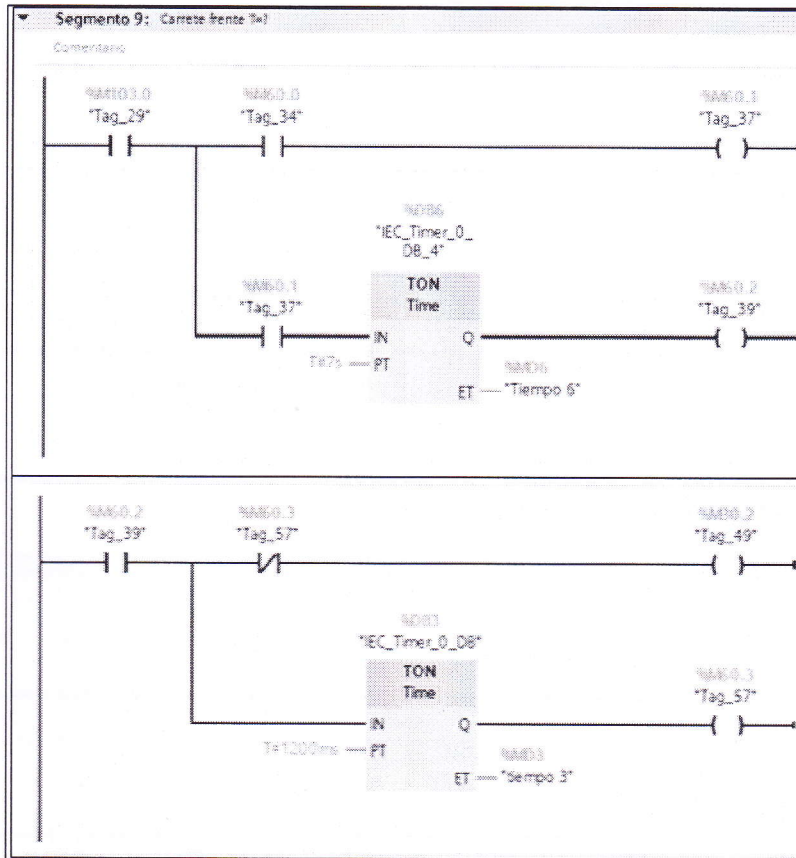


Figura 64: Carrete al frente en T=1200 (Autor, 2017)

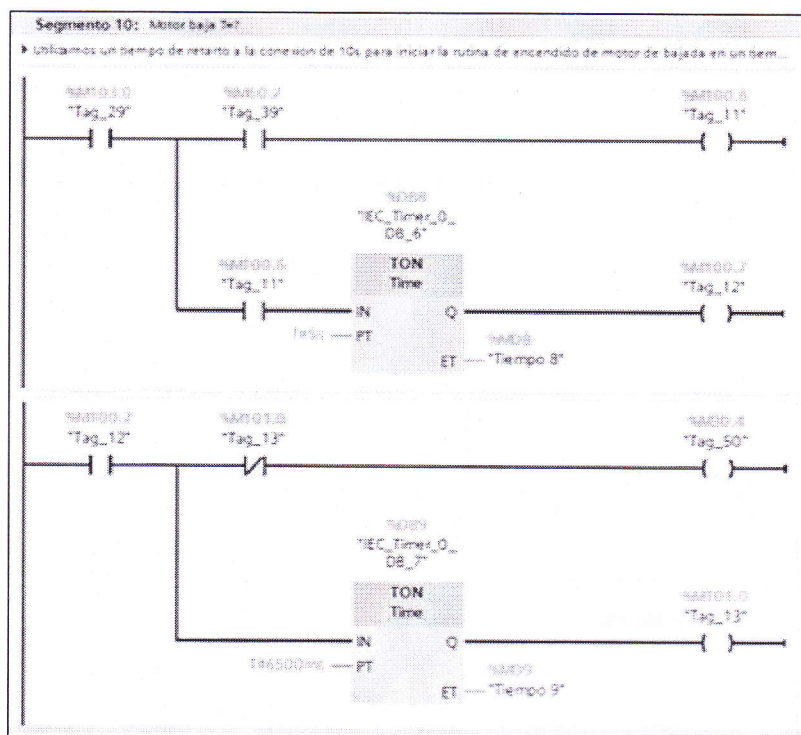


Figura 65: Motor bajada en T= 6500 (Autor, 2017)

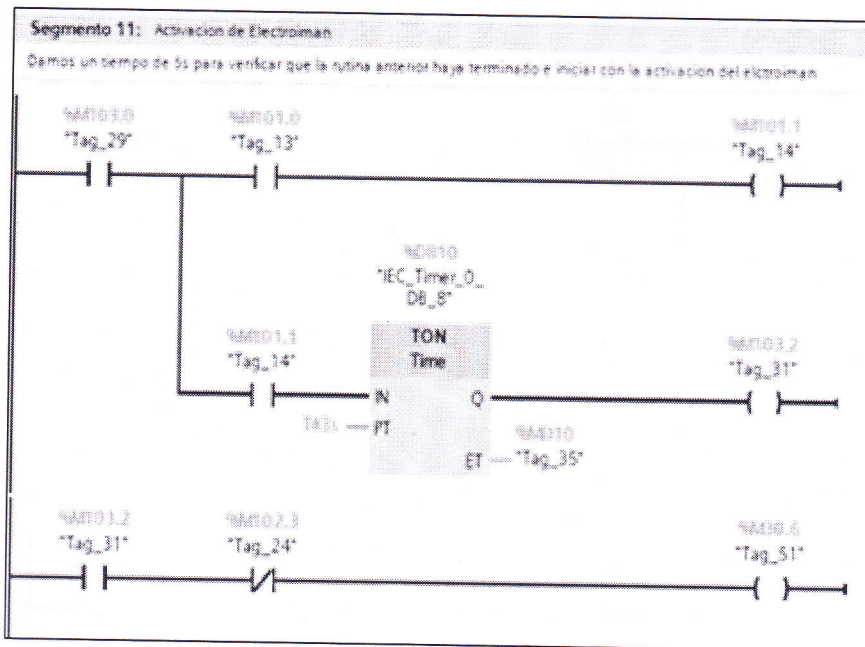


Figura 66: Activación del electroimán (Autor, 2017)

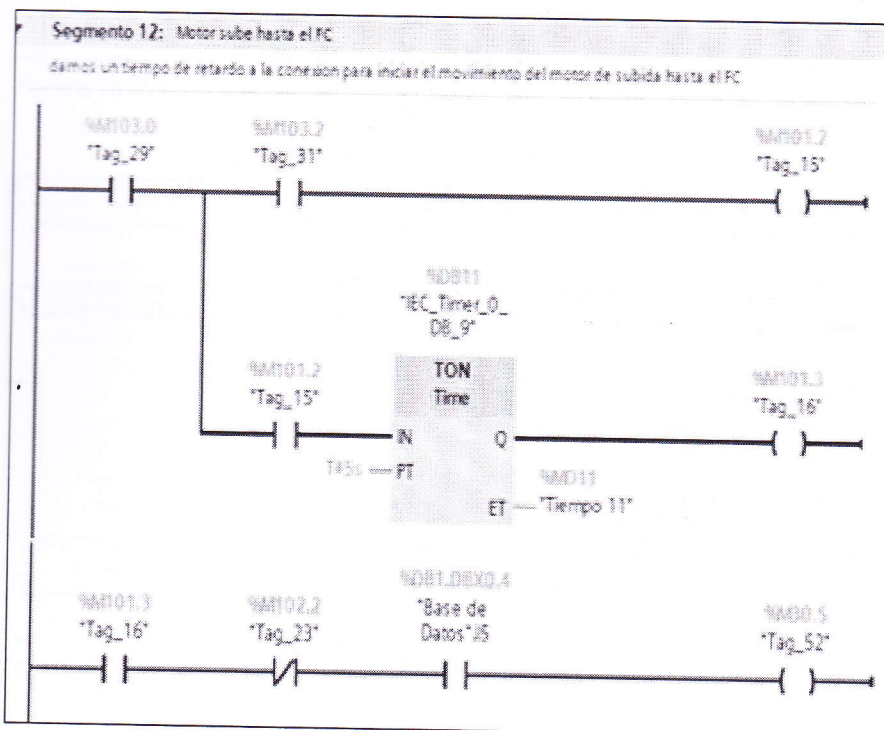


Figura 67: Motor sube hasta el final de carrera (Autor, 2016).

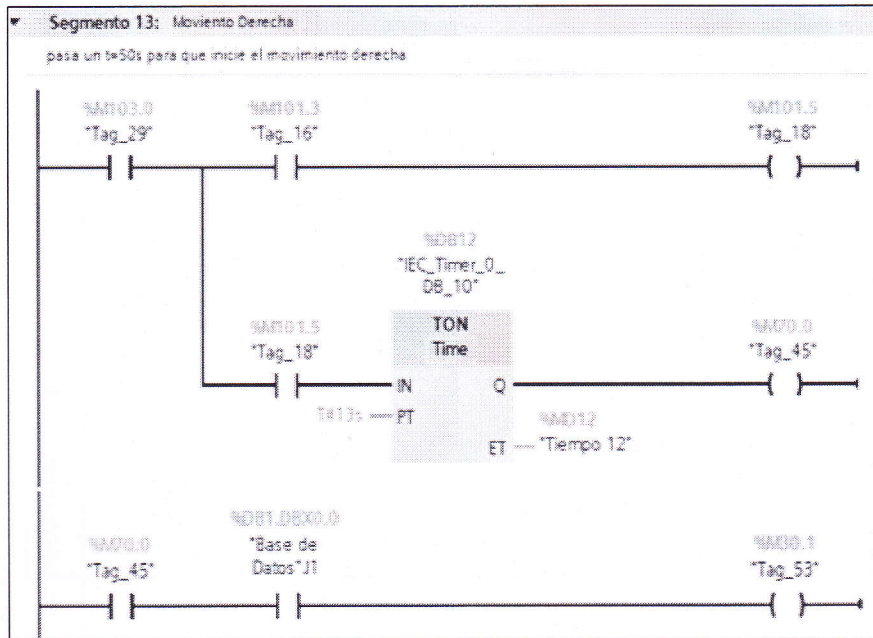


Figura 68: Movimiento hacia la derecha del brazo de la pluma grúa con carga (Autor, 2107)

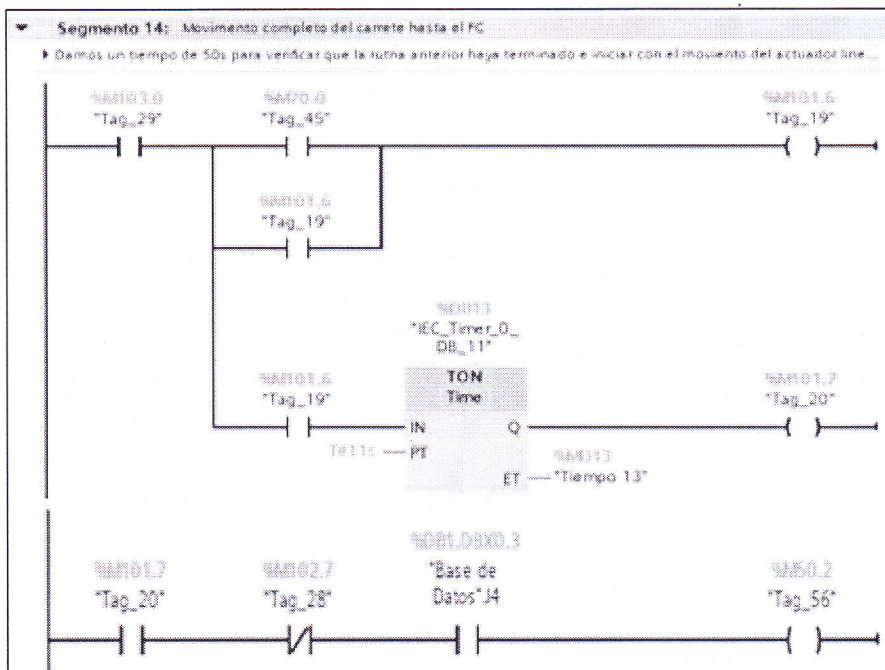


Figura 69: Movimiento completo del carrete hasta el final de carrera (Autor, 2017)

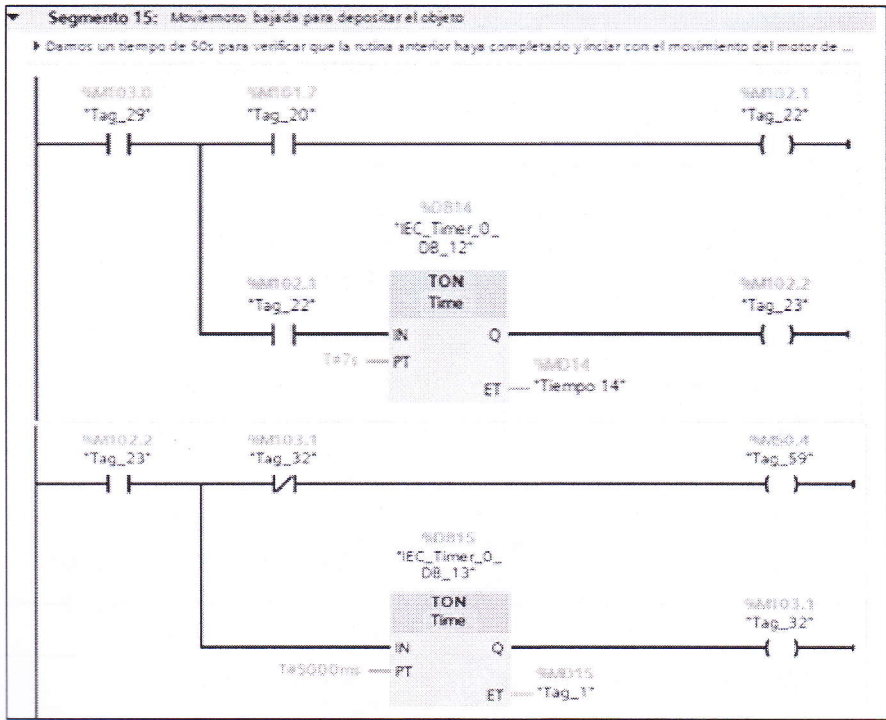


Figura 70: Movimiento de bajada del motor para depositar el objeto (Autor, 2017)

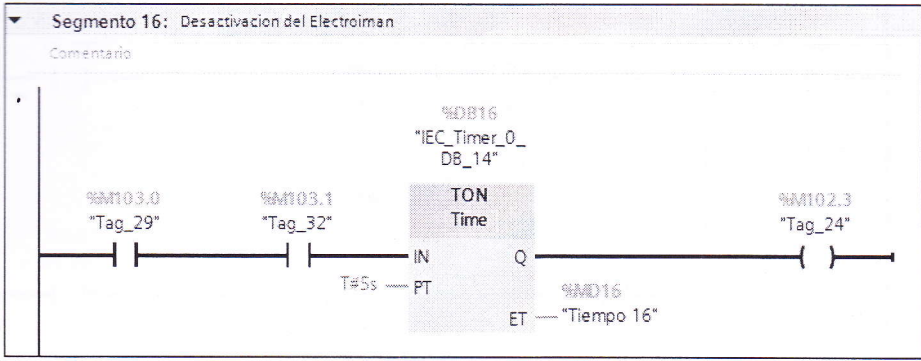


Figura 71: Desactivación del Electroimán (Autor, 2017)

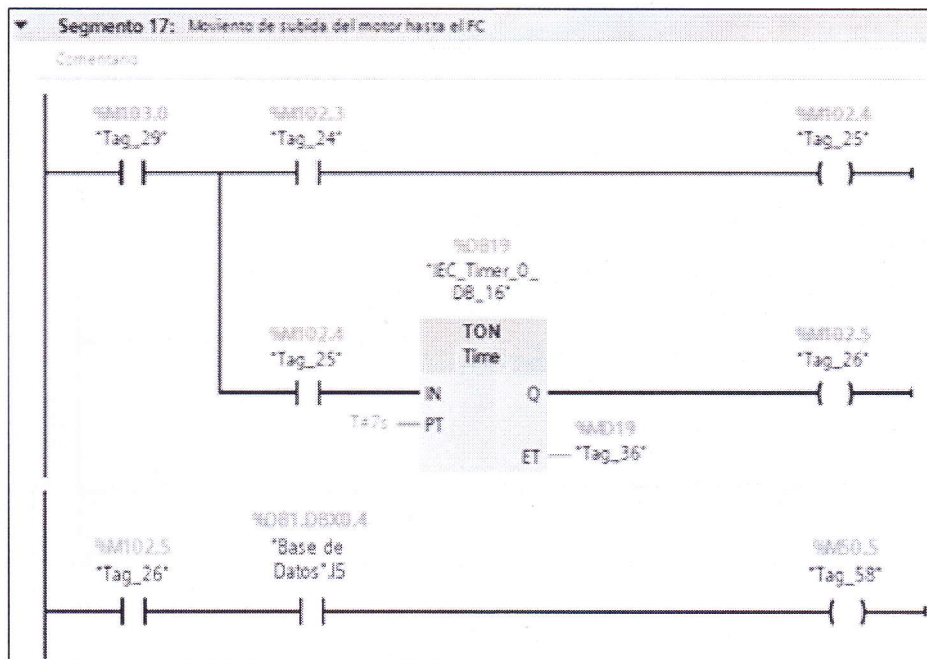


Figura 72: Movimiento de subida del motor sin carga (Autor, 2017)

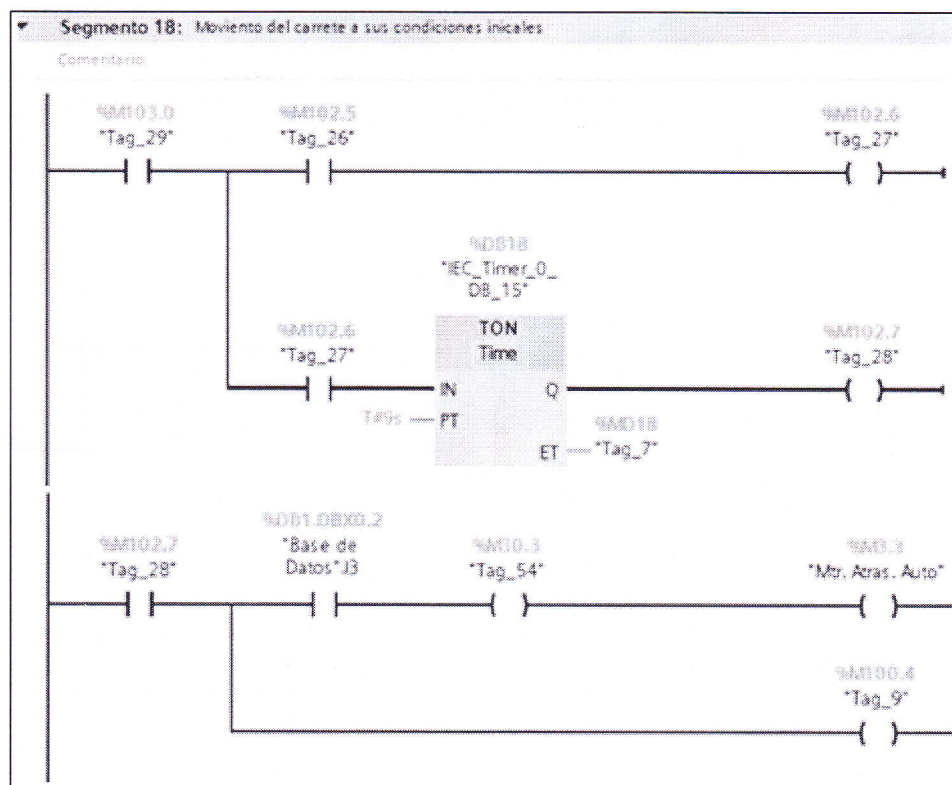


Figura 73: Movimiento de carrito a sus condiciones iniciales (Autor, 2017)

CONFIGURACIÓN SIGNAL BOARD (SEÑAL PWM).

Configuración Signal Board (Señal PWM).

Para la configuración de la signal board se procede a seguir los siguientes pasos.

- 1.- Abra la configuración de la CPU del S7-1200 en el proyecto del STEP7 V13.
- 2.- cambie ahora al registro "Propiedades en la ventana de inspección"
- 3.- Dentro del registro de "Propiedades" seleccione, a través de la navegación de zonas, el registro inferior "Generador de impulsos (PTO/PWM)- PTO1/PWM1-General ", avive la opción "Activar este generador de impulso."

En la figura 74, muestra las propiedades del PLC- Generador de impulso para iniciar con la configuración de la señal PWM.

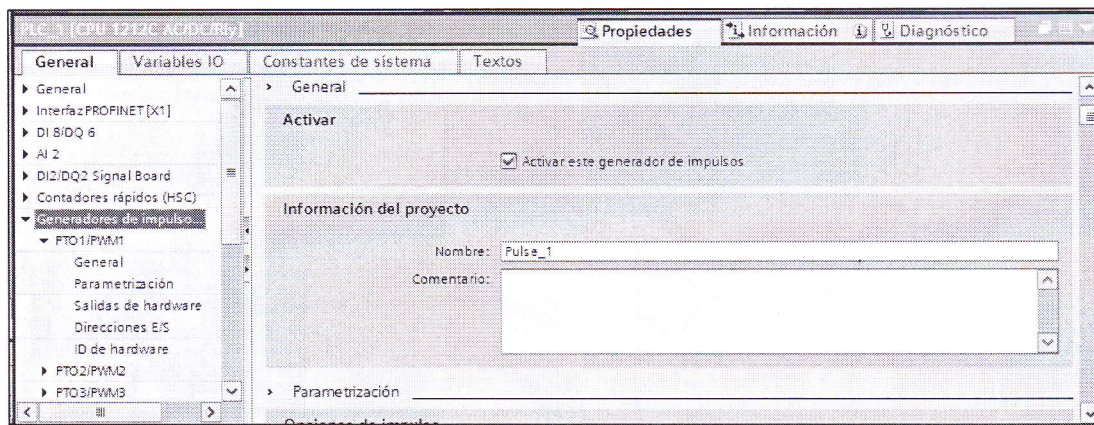


Figura 74: Propiedades de PLC (CPU 1212C AC/DC/Rly) (TIA PORTAL, 2017)

- 4.- dentro del registro "propiedades" seleccione, a través de la navegación de zonas, el registro inferior "Generador de impulsos (PTO/PWM)- PTO1/PWM1- Direcciones E/S. en esta parte del proceso de definen las direcciones de salida. En la figura 75, se muestra un ejemplo donde define y ocupa la palabra de salida AW1000 como dirección de salida."

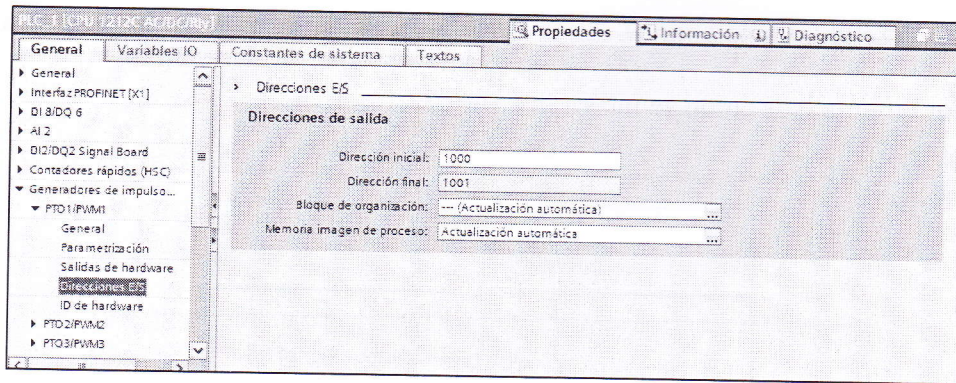


Figura 75: Configuración de salidas (TIA Portal V13).

5.- El generador de impulsos activado en este ejemplo tiene el siguiente identificador

Hw:

- 266 (Decimal)= 10A (Hexadecimal).

El identificador Hw del generador de impulsos esta creado en la tabla de variables de PLC de la CPU S7-1212 AC/DC/Rly como constante del sistema como se muestra en la figura 76.

PLC-Variablen				
	Name	Data type	Value	Comment
1	PLC_1	Hw_SubModule	50	
2	PROFINET-Schnittstelle_1	Hw_Interface	64	
3	HSC_1	Hw_Hsc	258	
4	HSC_2	Hw_Hsc	259	
5	HSC_3	Hw_Hsc	260	
6	HSC_4	Hw_Hsc	261	
7	HSC_5	Hw_Hsc	262	
8	HSC_6	Hw_Hsc	263	
9	AI2_1[AI]	Hw_SubModule	264	
10	DI8_DQ6_1[DI/DO]	Hw_SubModule	265	
11	Pulse_1[PTO/PWM]	Hw_Pwm	266	
12	Pulse_2[PTO/PWM]	Hw_Pwm	267	
13	OB_Main	OB_PCYCLE	1	

Figura 76: Variables de del generador de impulso (Autor, 2016)

6.- Inserte la instrucción MOVE en el punto del programa del usuario en el que se debe modificar la longitud de impulso. La instrucción MOVE está disponible en la pestaña de tareas "Instrucciones", paleta "transferencia". La nueva longitud de impulso se introduce en la entrada IN (Rango de valores: 0 a 27647). En la salida OUT1 introduzca la palabra

de salida AW1000. La palabra de salida AW1000 es la palabra de salida ocupada por el generador de impulsos como se indica la figura 77.

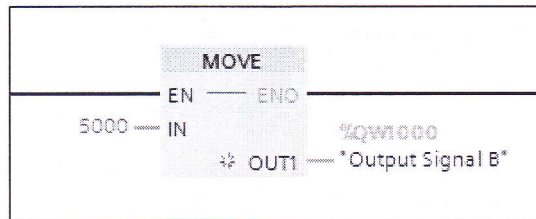


Figura 77: Instrucción MOVE configurada (TIA Portal, 2017)

7.- Inserte la instrucción CTRL_PWM detrás de la instrucción MOVE. La instrucción CTRL_PWM está disponible en la pestaña de tareas "Instrucciones", paleta "Instrucciones avanzadas"- Impulso. En la entrada PWM introduzca el identificador Hw del generador de impulsos. Para el identificador Hw del generador de impulsos seleccione, desde la lista desplegable, la correspondiente constante del sistema, como muestra la figura 78.

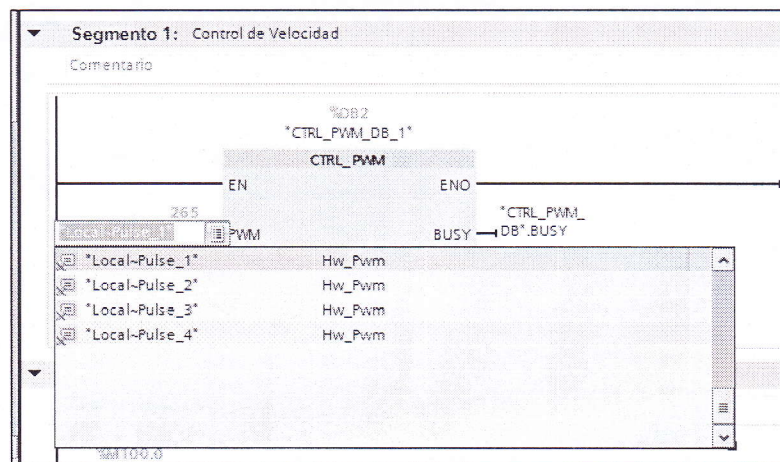


Figura 78: Identificador Hw del generador de impulsos (TIA Portal, 2017)

8.- El generador de impulsos se activa y desactiva a través de la entrada ENABLE. En la figura 79, nuestra como la instrucción CTRL_PWM que da configurada.

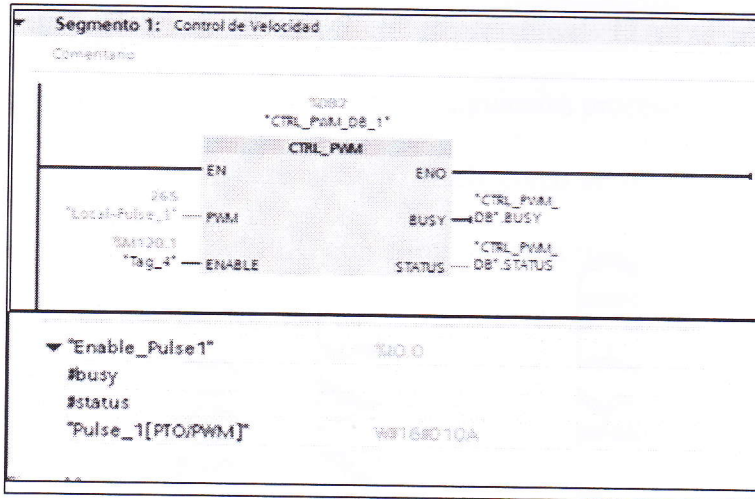


Figura 79: Configuración de la instrucción CTRL_PWM (TIA Portal, 2017).

**CONFIGURACIÓN DE LA RED
ETHERNET
EN STEP 7 PROFESSIONAL
TIA PORTAL V13- S7-1200**

Configuración de la Red Ethernet en Step7 Professional- TIA Portal V13- S7-1200:

De acuerdo a (InfoPLC, 2011) ordena seguir el siguientes proceso. Par empezar se debe crear una configuración de hardware en Step7 Basic como se muestra en la figura 80, en la cual configuramos el CPU del PLC con el que se va a trabajar, de la misma manera configuramos módulos de expansión en caso de que existan.

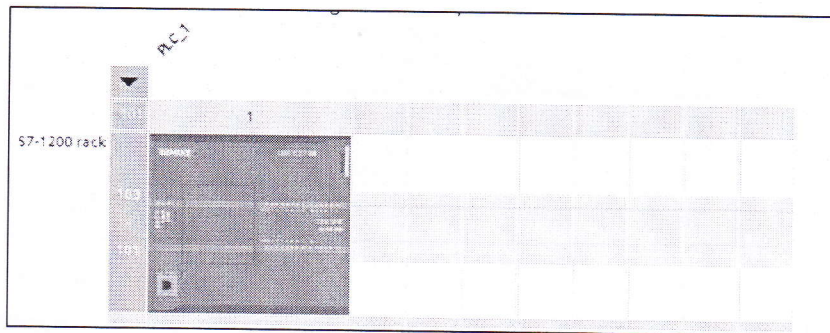


Figura 80: Hardware en Step7 Basic PLC S7-1200 (Siemens infopl, 2011)

A continuación se introduce la dirección IP en las propiedades de la CPU en "Interfaz PROFINET" y añade una nueva Subred como se muestra en la figura 81.

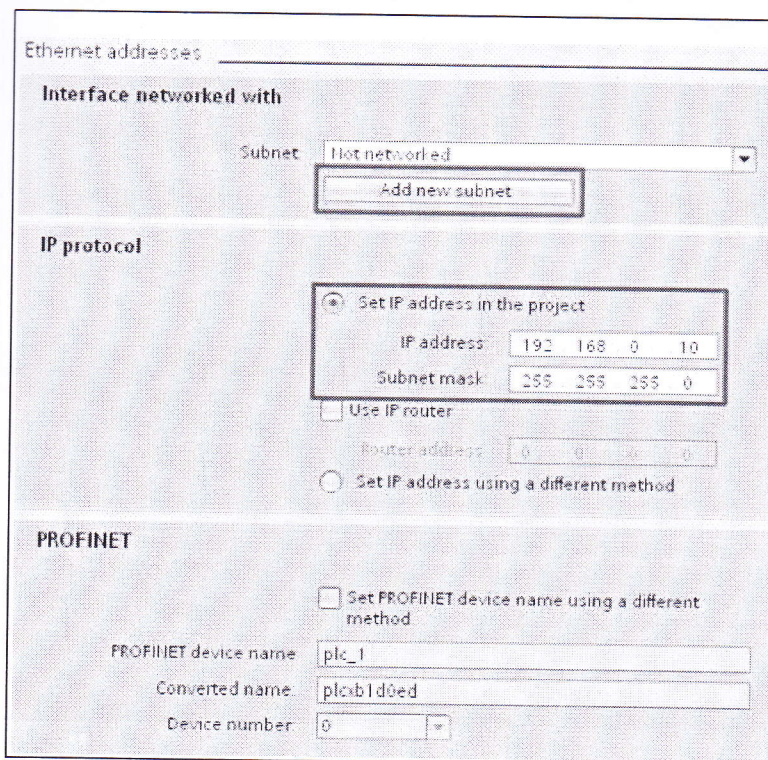


Figura 81: Configuración IP (Siemens Infopl, 2011)

En el autómata tenemos que configurar la conexión S7.

Para ello, desde la vista de redes y una vez seleccionado el PLC, en la ventana de conexiones, elegimos la conexión S7, tal y como indica la figura 82.

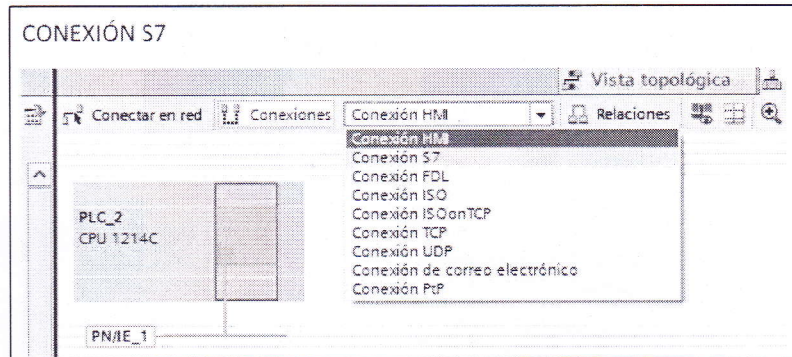


Figura 82: Conexión S7 (Autor, 2017)

Hacemos clic en el PLC, botón derecho y agregar conexión, como se muestra en la figura 83.

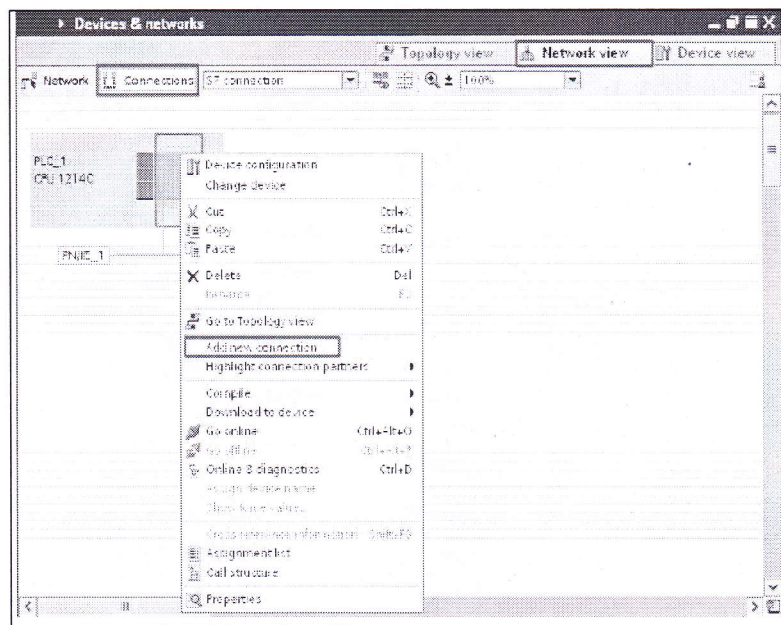


Figura 83: Agregar nueva conexión en el PLC S7-1200 (Autor, 2017)

En la figura 84, indica como agregamos una nueva conexión y cerrar la ventana.

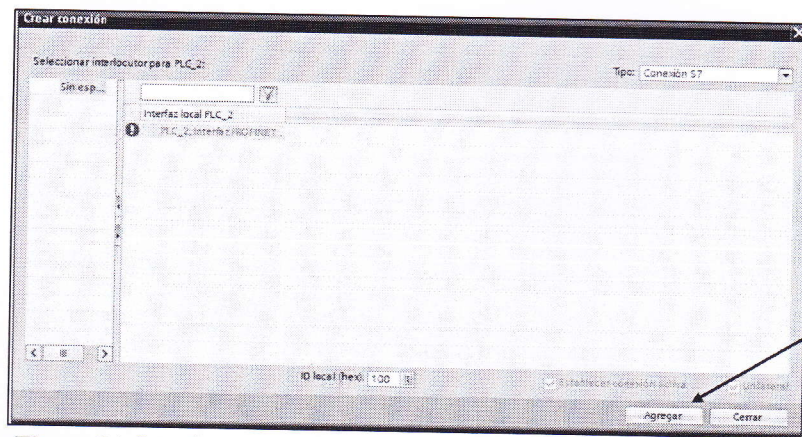


Figura 84: Interfaz Profinet (Autor, 2017)

Damos clic en la red, botón derecho propiedades. Doble clic sobre S7_Conexion_1 y aparece la ventana de configuración de la conexión S7 como se muestra en la figura 85.

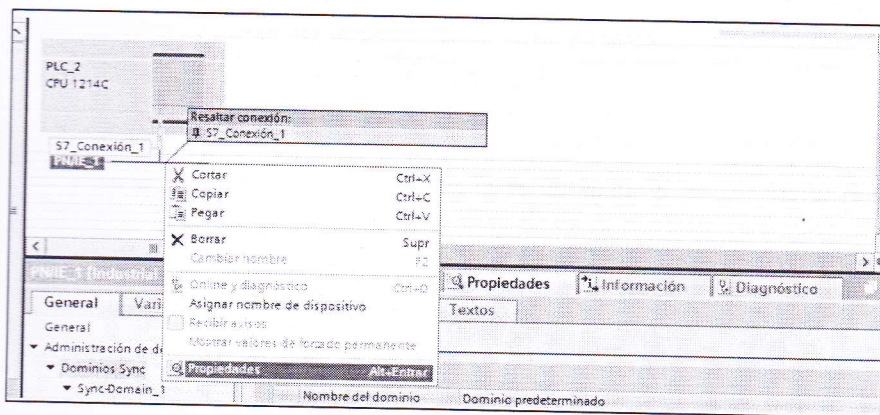


Figura 85: Conexión S7 creada (Autor, 2017)

En la ventana de configuración se coloca la dirección IP del interlocutor (LOGO) tal y como se muestra en la figura 86.

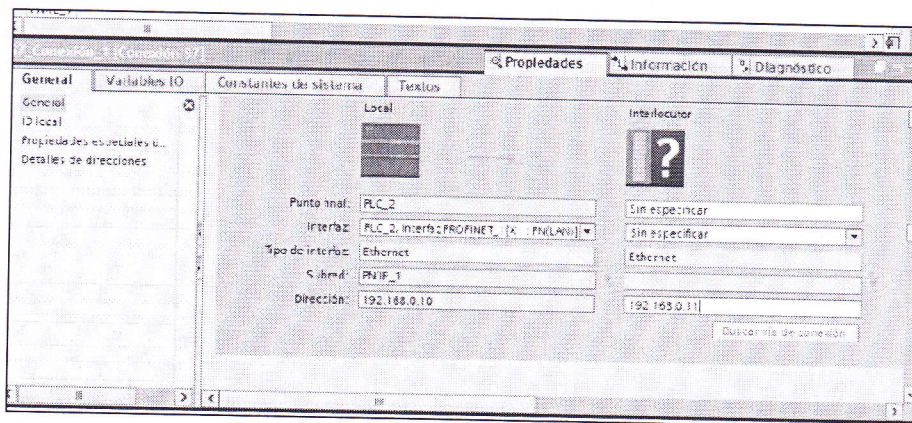


Figura 86: Configuración para el LOGO (Autor, 2017).

En la figura 87, muestra la asignación de direcciones TSAP local y del LOGO

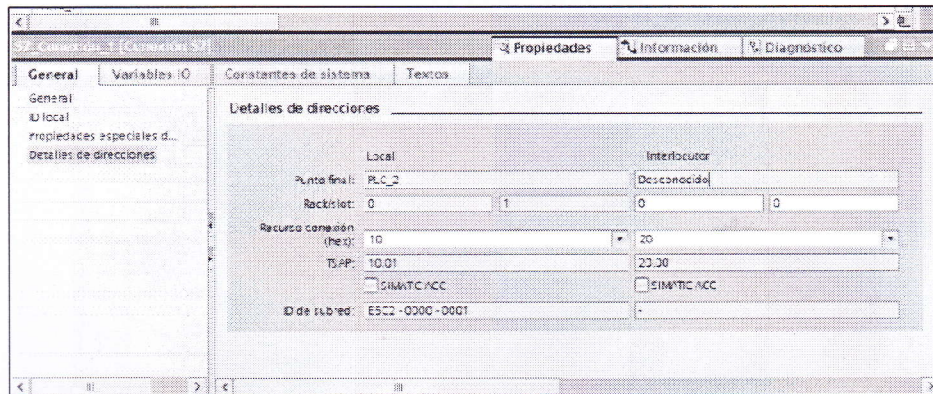


Figura 87: Direcciones TSAP (Autor, 2017)

Desactivamos establecimiento activo de la conexión tal y como se indica en la figura 88

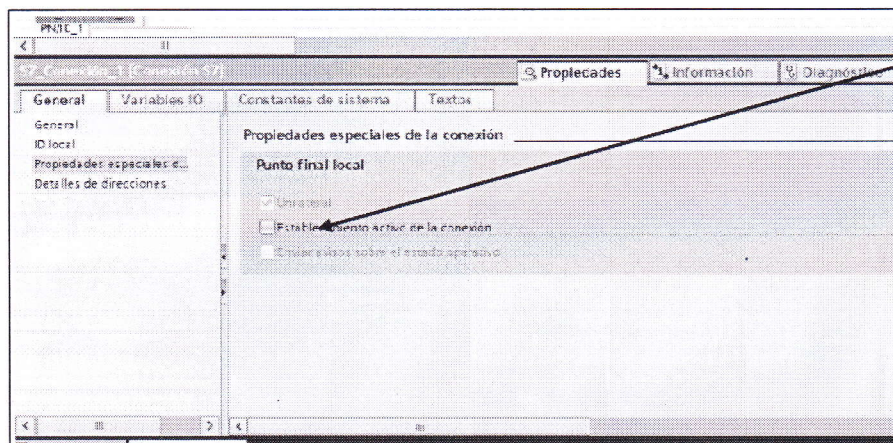


Figura 88: Establecimiento activo de la conexión (Autor, 2017)

Para finalizar, es muy importante, en propiedades del PLC, protección, activamos la pestaña permitir acceso vía de comunicación PUT/GET del interlocutor remoto como se muestra en la figura 89.

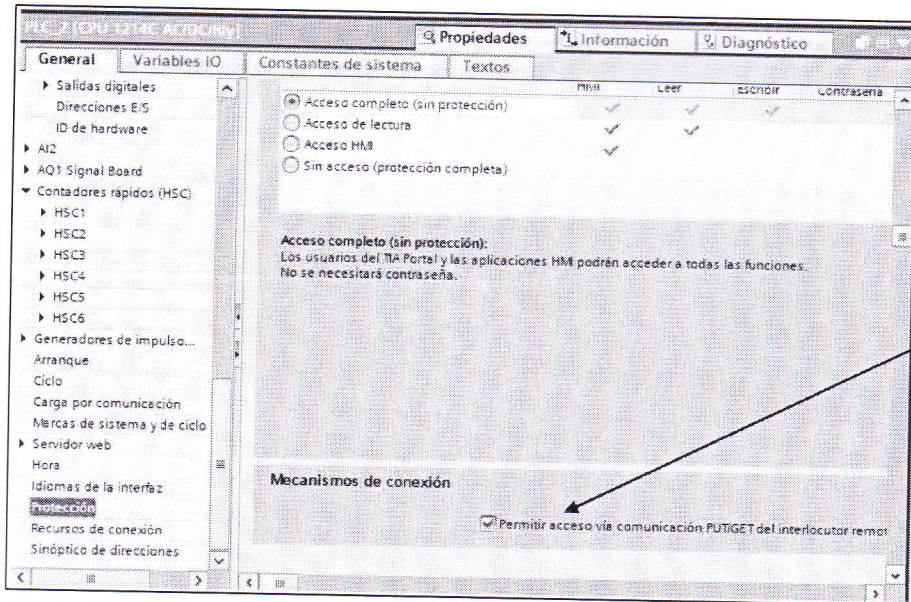


Figura 89: Vía comunicación PUT/GET (Autor, 2107)

CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET EN MLP LOGO V8:

Configuración de la red Ethernet en MLP LOGO V8:

En la figura 90, indica la configuración de la comunicación Ethernet del LOGO V8

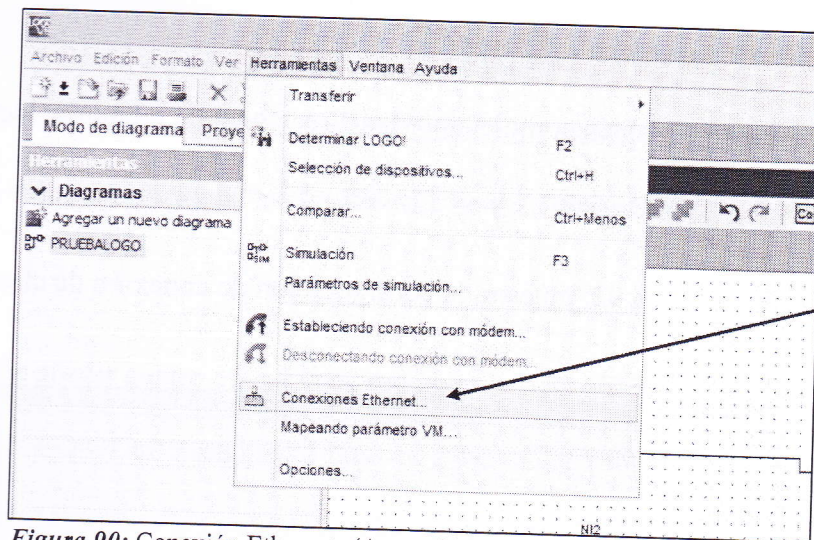


Figura 90: Conexión Ethernet. (Autor, 2017)

Se agrega una conexión de cliente como se enseña en la figura 91.

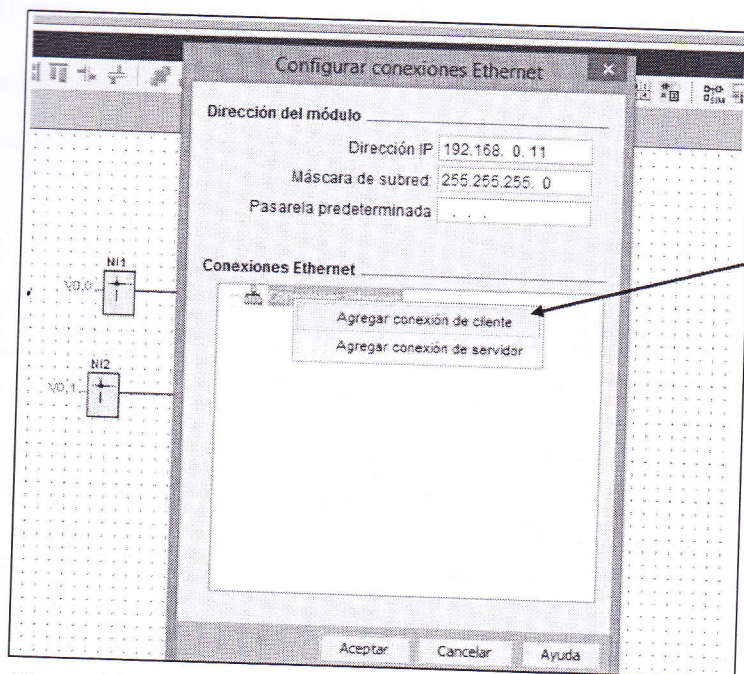


Figura 91: Conexión de Cliente (Autor, 2017)

En la ventana de configuración de esta conexión se asigna los siguientes parámetros:

- TSAP del servidor y del cliente. (El TSAP del LOGO ya viene configurado)

El TSAP es una dirección a nivel de transporte y es análoga a lo que sería el puerto de una conexión TCP/ IP.

- Dirección IP del servidor (S7-1200)
- En esta ventana también completamos las direcciones de memoria, local y remota, donde se escriben los datos y la de los datos que son enviados.

A continuación en la figura 92, muestra la configuración de conexión de cliente

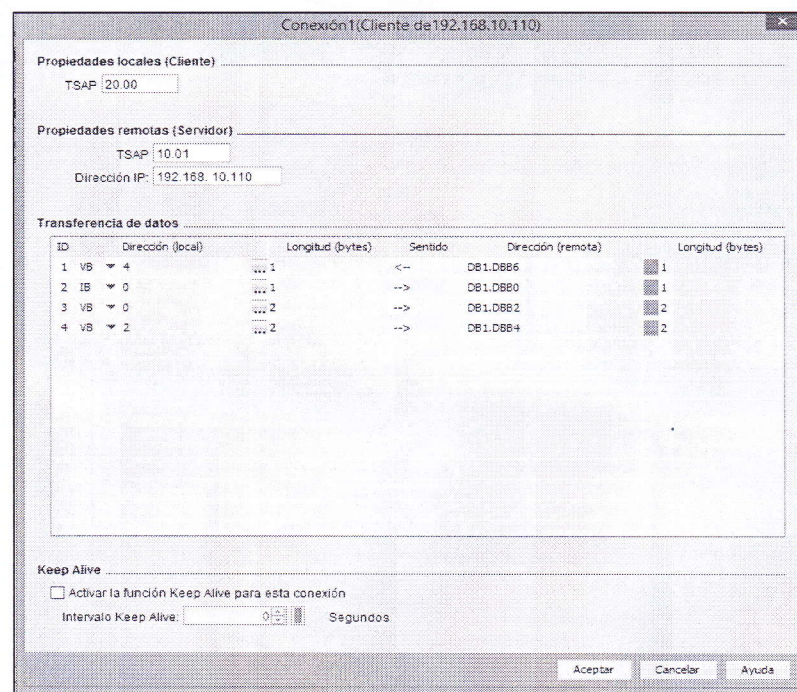


Figura 92: Configuración de conexión cliente (Autor, 2017)

Explicación figura 92.

- Línea 1: Desde el bloque de datos 1 del S7-1200, los datos (1 byte) se leen del byte de bloque de datos 6 y enviado al byte variable 4 de LOGO V8 .Las salidas de LOGO V8 se fijan posteriormente desde el byte variable 4.
- Línea 2: El byte de entrada 0 (I1 a I8) de LOGO V8 se escribe en el tipo de bloque de datos 0 en el bloque de datos 1 del S7-1200.

- Línea 3: Los datos del amplificador analógico B001 del byte variable 0 del LOGO V8 que lleva el del valor de la entrada analógica AI1, se escribe en el byte de bloque de datos 2 (2 bytes).
- Línea 4: Los datos del amplificador analógico B002 del byte variable 2 de LOGO V8 que lleva el valor de la entrada analógica AI2, se escribe en el byte de bloque de datos 4 (2 bytes).

También debe añadir cuatro entradas de red en el LOGO V8 programa y vincularlos con las salidas Q1 a Q4. Debe establecer bits 4.0 a 4.3 en las propiedades de las entradas de red porque los datos para las salidas del bloque de datos 1 del S7-1200 se leen en el byte variable 4 de LOGO (ver tabla para la transferencia de datos). A continuación en la figura 93, muestra el diagrama de funciones de las entradas y salidas. Este diagrama se toma como ejemplo a seguir, y se aclara que la información de esta figura no es parte de la programación en el trabajo de grado

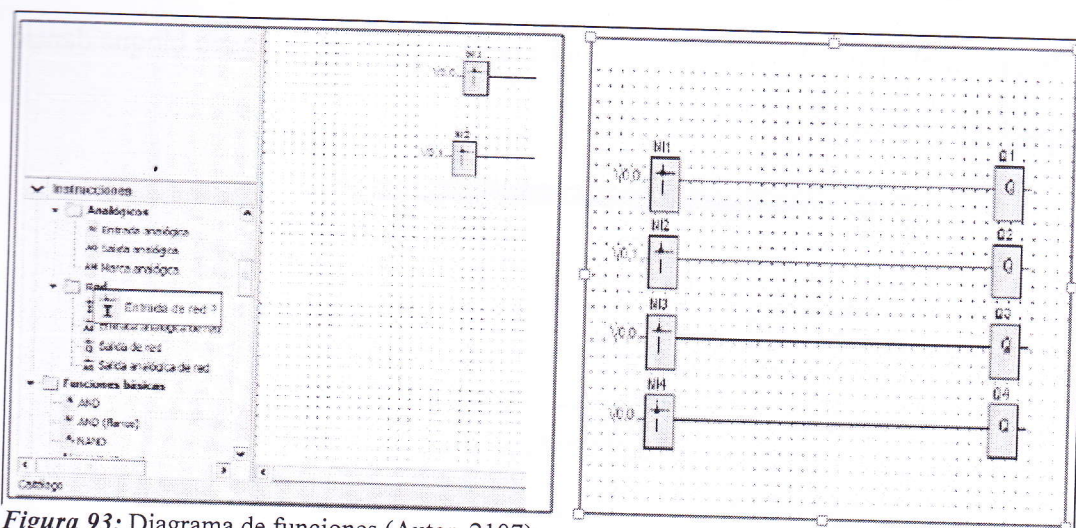


Figura 93: Diagrama de funciones (Autor, 2107)

Una vez configurado la parte de entradas y de salidas en el LOGO V8 se procede a realizar la conexión y configuración de los diferentes autómatas. En la figura 94, se observa cómo se agrega los dispositivos que van a trabajar como servidor y cliente.

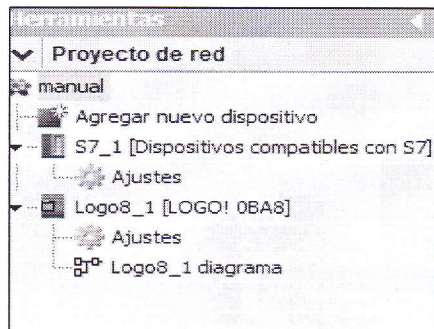


Figura 94: Agregar nuevo dispositivo (Autor, 2017).

En la figura 95, muestra la conexión o diagrama de los autómatas PLC S7-1200 y MLP Logo V8.

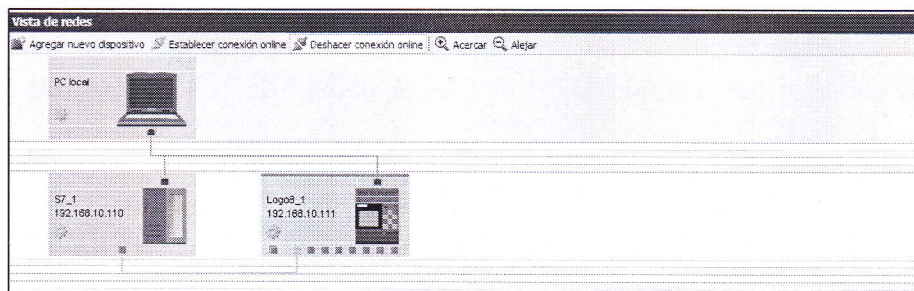


Figura 95: Conexión de los Autómatas (Autor, 2017).

Un bloque de datos con acceso de bloque estándar debe ser agregado en Step7 Basic V13 bajo "Programa bloques". En la figura 96, muestra como se crea un nuevo bloque dentro del programa TIA Portal V13.

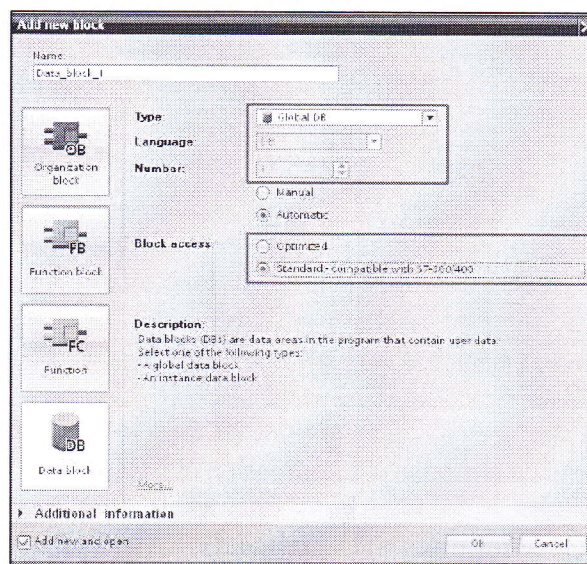


Figura 96: Programa Bloques (Autor, 2017).

Las líneas de acuerdo con la tabla de transferencia de datos tienen que ser creadas en este bloque de datos como se muestra en la figura 97.

Base de Datos								
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en...	Valor de a...
1	▼ Static							
2	■ I1	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	■ I2	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	■ I3	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	■ I4	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	■ I5	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	■ Q1	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 97: Bloque de datos (Autor, 2017)

Ahora puede crear un programa en Step7 Basic V13. Si desea acceder a LOGO V8 datos o dirección LOGO V8 sólo tiene que configurar el bit o la palabra correspondiente en los datos de bloque. En la figura 98, muestra un ejemplo de la programación en Step7 Basic.

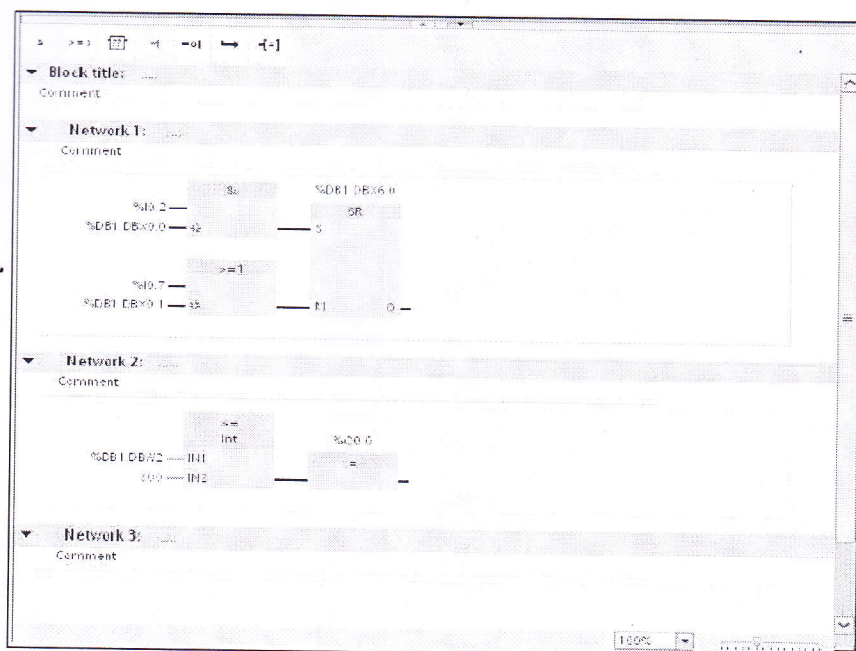


Figura 98: Programa en Step7 Basic (InfoPLC, 2011)

Explicación:

- Red 1: Si hay una señal 1 en la entrada I0.2 del S7-1200 y en la entrada I1 de LOGO V8 salida Q1 de LOGO V8 está ajustado. Si una señal 1 está presente en la entrada I0.7 del S7-1200 y en la entrada I2 de LOGO V8, salida Q1 de LOGO V8 se restablece.
- Red 2: La salida Q0.0 del S7-1200 se direcciona si el valor de la entrada analógica AI1 de LOGO V8 es mayor o igual a 500 ($AI1 \geq 5V$). Se aclara que la información de esta figura 98 no es parte de la programación en el trabajo de grado.

FOTOGRAFÍAS
PLUMA GRÚA



Figura 131: Torre de la pluma grúa.



Figura 132: Torre y brazo de la pluma grúa (vista lateral.)



Figura 133: Eje axial de la pluma grúa.



Figura 134: Carrete y poleas ensambladas.

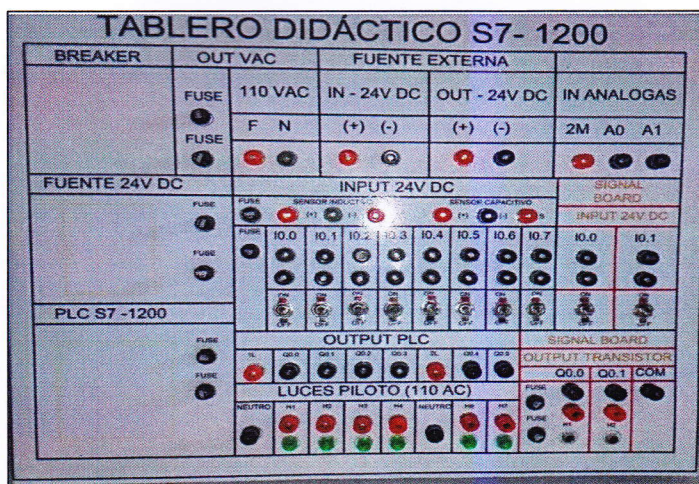


Figura 135: Tablero didáctico S7-1200

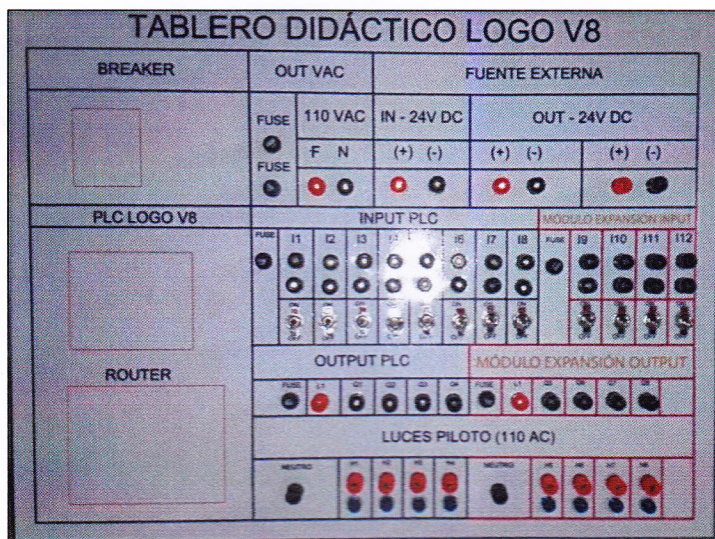


Figura 136: Tablero didáctico LOGO V8



Figura 137: Elaboración de la caja de control de la pluma grúa

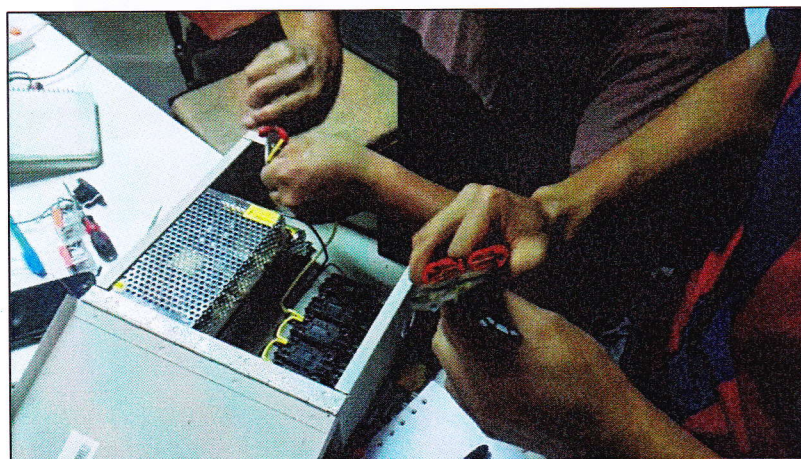


Figura 138: Instalación de las fuentes DC y relés

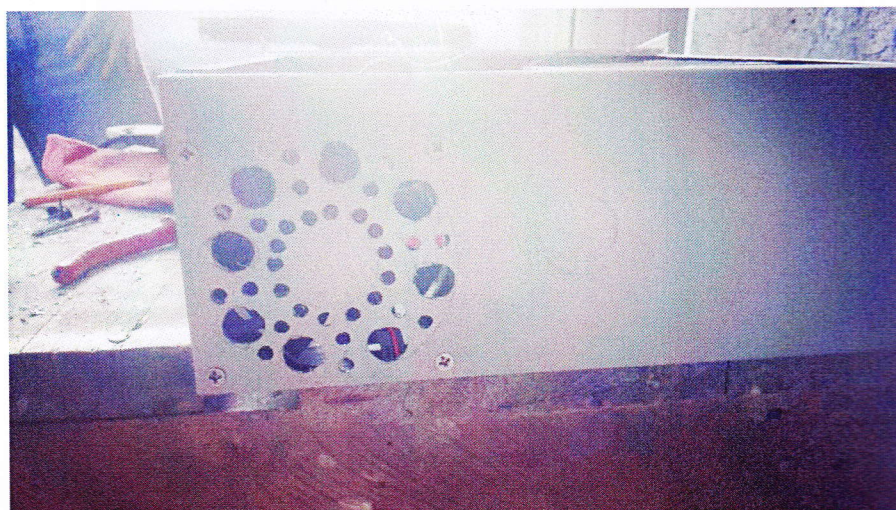


Figura 139: Instalación del ventilador en la caja de control



Figura 140: Elaboración de la tapa de la caja de control

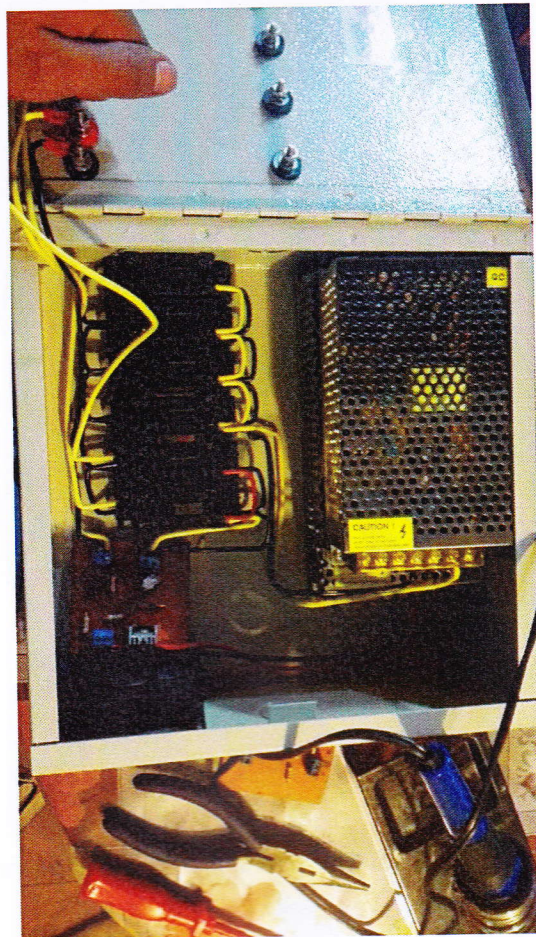


Figura 141: Instalación de los relés y placa electrónica

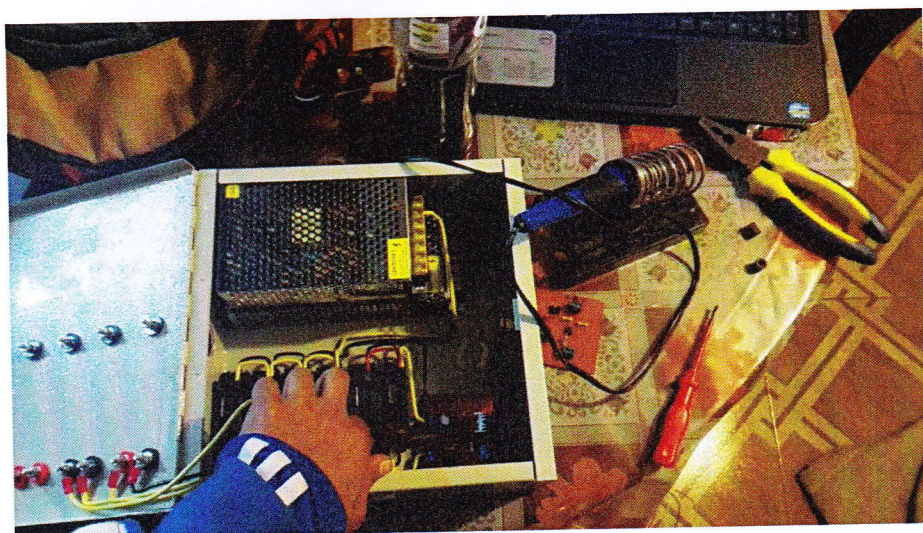


Figura 142: Cableado a la tapa de la caja de control



Figura 143: Instalación de la alimentación a 110 VAC de la caja de control

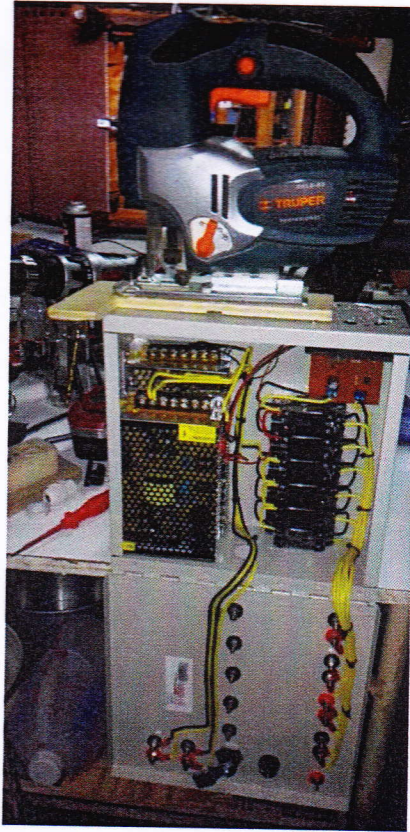


Figura 144: Vista Frontal interna de la caja de control



Figura 145: Vista frontal externa de la caja de control



Figura 146: Botonera o control de mandos



Figura 147: Carrete y electroimán

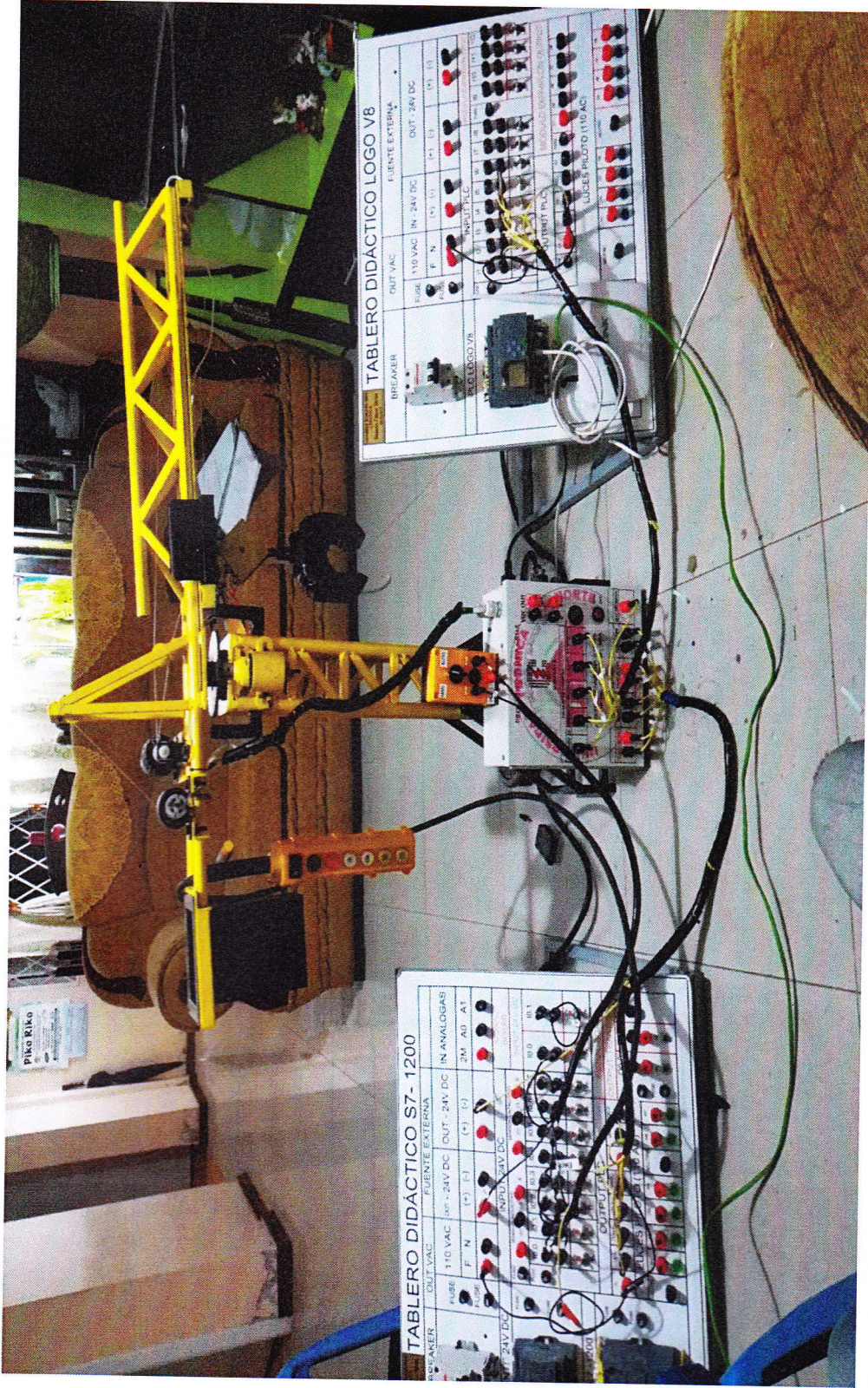


Figura 148: Módulo pluma grúa