



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“DISEÑO DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y CONTROL DE SALIDAS ANALÓGICAS DEL PLC”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

AUTOR:

Pillajo Chacua Oscar Willam

DIRECTOR:

Ing. Mauricio Vásquez

Ibarra, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Ing. MAURICIO VASQUEZ

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante **PILLAJO CHACUA OSCAR WILLAM** que han cumplido con las normas y las leyes de la Universidad Técnica del Norte, facultad de educación ciencia y tecnología, escuela de educación técnica en la elaboración del presente trabajo de grado pudiendo este realizar la defensa de la misma para la obtención del título de ingeniero en mantenimiento eléctrico.



.....
Ing. MAURICIO VASQUEZ

Ibarra, 2015

AUTORÍA

Yo, declaro bajo juramento que el presente trabajo de investigación es de nuestra total autoría, que no ha sido previamente presentado ante ningún tribunal de grado, ni clasificación profesional; y se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Firma.....

Nombre: Pillajo Chacua Oscar Willam

Cedula: 1003338553

DEDICATORIA

Deseo agradecer de todo corazón por el presente trabajo a Dios que siempre me ayudo a superar todas las dificultades de una manera linda y sencilla,

A mi familia.

A ti mamá Marina, a ti padre Víctor y a ti hermano Daniel, quienes son motor de mi existencia gracias por su amor incondicional, paciencia, entrega y sacrificios.

Pillajo Chacua Oscar Willam

AGRADECIMIENTO

Quisiera aprovechar estas líneas para mostrar mis más sinceros agradecimientos a nuestra prestigiosa Universidad Técnica del Norte, por haberme acogido y ayudarme en nuestra formación tanto personal como intelectual, sin olvidar a todas las personas que nos han brindado su apoyo y han contribuido con su rigor profesional para la realización de esta tesis.

A mi director de tesis:

Ing. Mauricio Vásquez por ser un excelente director y mejor persona, es para mí un orgullo y un privilegio haber contado con su asesoramiento y sus valiosas contribuciones en el apartado metodológico de este trabajo.

A mis maestros:

A todos los docentes de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico por haber contribuido a mi formación académica durante todos estos años gracias Ing. Ramiro Flores, Ing. Mauricio Vásquez, Ing. Pablo Méndez, Ing. Hernán Pérez.

Pillajo Chacua Oscar Willam

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY.....	xiv
PRESENTACIÓN.....	xv
CAPITULO I.....	1
1.EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.Antecedentes.....	1
1.2.Planteamiento del Problema.....	3
1.3.Formulación del Problema	4
1.4.Delimitación del Problema	5
1.4.1.Espacial.	5
1.4.2.Temporal.....	5
1.5.Objetivos.....	5
1.5.1.Objetivo general.....	5
1.5.2.Objetivos específicos.	5
1.6.Justificación	6
CAPÍTULO II.....	7
2.MARCO TEÓRICO	7
2.1.¿Qué es un PLC?	7
2.2.Historia.....	9
2.3.Tamaño del PLC	9
2.4.Estructura.....	10

2.4.1.Entradas y Salidas del PLC.	10
2.4.1.1.Entradas/salidas digitales.	12
2.4.1.2.Entrada/Salidas Analógicas.	13
2.4.1.3.Entradas/salidas de códigos numéricos.....	14
2.4.1.4.Entradas/Salidas Especiales.....	14
2.4.2.CPU.....	14
2.4.2.1.Procesador.....	15
2.4.2.1.1.Microprocesador	15
2.4.2.1.2.Generadores de pulsos.....	16
2.4.2.1.3.Chip auxiliar.	16
2.4.2.2.Memoria.	16
2.4.2.2.1.Memoria del Sistema.	16
2.4.2.2.2.Memoria de datos	18
2.4.2.2.3.Memoria de Usuario.....	18
2.4.3.Fuente de alimentación del PLC.....	19
2.4.4.Interfaces del PLC.	19
2.4.4.1.Unidad o terminal de programación PROFINET.	19
2.4.4.2.Periféricos.....	21
2.5.Funcionamiento del PLC.....	21
2.5.1.Etapa de adquisición.....	23
2.5.2.Etapa de procesamiento.	23
2.5.3.Etapa de actualización.....	23
2.6.Aplicaciones del PLC.	24
2.7.Lenguajes de programación.....	25
2.7.1.Lenguaje de escalera.....	25
2.7.2.Lenguaje de plano funciones.	27
2.7.3.Lenguaje de lista de instrucciones.	27
2.7.4.Lenguaje Grafcet.	28
2.7.5.Norma IEC 1131-3.	28
2.8.Ventajas y Desventajas del PLC.....	29
2.8.1.Ventajas del PLC.	29
2.8.2.Desventajas del PLC.	29
2.9.Advertencias y precauciones del PLC.	30

CAPITULO III.....	32
3.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1.Tipo de Investigación	32
3.1.1.Investigación bibliográfica y documental.....	32
3.1.2.Investigación de campo.	33
3.2.Métodos	33
3.2.1.Método inductivo deductivo.....	33
3.2.2.Método analítico sintético.....	33
3.3.Técnicas e Instrumentos.....	34
3.4.Eschema de la propuesta.	35
CAPITULO IV	36
4.PROUESTA TECNOLÓGICA.....	36
4.1.Tema.....	36
4.2.Justificación	36
4.3.Fundamentación	37
4.4.Objetivos.....	37
4.4.1.Objetivo general.....	37
4.4.2.Objetivos específicos.	37
4.5.Desarrollo de la Propuesta.....	38
4.5.1.PLC S71200 SIEMENS.....	38
4.5.2.Configuración TIA Step 7.	42
4.5.3.Prácticas de Salidas Analógicas.	60
4.5.4.Diseño del Módulo de Control del PLC	72
4.5.5.Construcción Módulo Control de Salidas Analógicas del PLC.	79
CAPITULO V	84
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1.Conclusiones	84
5.2.Recomendaciones	85
BIBLIOGRAFIA.....	86
LINKOGRAFIA:.....	86

ANEXOS.....	89
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS.....	90
ANEXO 2. TABLAS DE DATOS TÉCNICOS PLC S71200.....	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración No. 1. Partes de un sistema controlado con PLC.	8
Ilustración No. 2. Estructura del PLC.	10
Ilustración No. 3. Entradas/Salidas Discretas o Digitales	12
Ilustración No. 4. Entradas Analógicas	13
Ilustración No. 5. Terminal PROFINET	19
Ilustración No. 6. Conexión IP a través de PROFINET	20
Ilustración No. 7. Proceso Scan.....	23
Ilustración No. 8. Extensibilidad del S7200 vs S71200	38
Ilustración No. 9. TIA PORTA Configuraciones.	42
Ilustración No. 10. Paso Crear Proyecto.....	43
Ilustración No. 11. Datos del Proyecto.....	44
Ilustración No. 12. Paso configurar un dispositivo.	45
Ilustración No. 13. Paso Mostrar un dispositivo.	45
Ilustración No. 14. Controladores TIA Portal.....	46
Ilustración No. 15. CPU 1212C AC/DC/Rly.....	47
Ilustración No. 16. Explicación de dispositivos TIA Portal.....	47
Ilustración No. 17. Módulo de salidas.	48
Ilustración No. 18. Ventana de programación escalera.	49
Ilustración No. 19. Diagrama de enclavamiento.....	49
Ilustración No. 20. Dispositivos del proceso de enclavamiento.....	50
Ilustración No. 21. Paso Definir Variable.	51
Ilustración No. 22. Definición de Entradas.	51
Ilustración No. 23. Nombre de la Variable.	52
Ilustración No. 24. Definidas todas las variables.....	52
Ilustración No. 25. PLC S71200 Siemens.....	53
Ilustración No. 26. Conexión de alimentación.....	53
Ilustración No. 27. Diagrama de conexión PLC.	54
Ilustración No. 28. Cargar Dispositivo.....	54
Ilustración No. 29. Conexión de red.....	55
Ilustración No. 30. Interfaz PG/PL.....	55
Ilustración No. 31. Interfaz cargada.	56

Ilustración No. 32. Compilación del programa.	56
Ilustración No. 33. Optima compilación.....	57
Ilustración No. 34. Paso cargar la configuración.....	57
Ilustración No. 35. Advertencia de arranque.....	58
Ilustración No. 36. Carga Finalizada.	58
Ilustración No. 37. Icono de conexión Online.....	59
Ilustración No. 38. Simulación del programa.	59
Ilustración No. 39. Dispositivo MOVE.	62
Ilustración No. 40. Diagrama de entradas.....	65
Ilustración No. 41. MOVE a 60Hz y MOVE a 30Hz.....	66
Ilustración No. 42. Controlador de incremento y decremento.	68
Ilustración No. 43. Definición de rango.	69
Ilustración No. 44. Multiplicador.	70
Ilustración No. 45. Plano de ubicación del Módulo.	72
Ilustración No. 46. Foto del posicionamiento de dispositivos de control del tablero de control del PLC.	73
Ilustración No. 47. Plano salidas digitales.....	74
Ilustración No. 48. Salidas digitales que constan de relés auxiliares para rieldin Siemens.	74
Ilustración No. 49. Luces piloto y borneras NO y NC de las salidas digitales.....	75
Ilustración No. 50. Voltímetro y plano de entradas analógicas.	75
Ilustración No. 51. Plano de entradas analógicas.....	76
Ilustración No. 52. Selectores de entradas analógicas.	76
Ilustración No. 53. Potenciómetro.....	77
Ilustración No. 54. Plano del módulo vista frontal.	78
Ilustración No. 55. Módulo de Control del PLC Vista Frontal.....	79
Ilustración No. 56. Paso 1.....	79
Ilustración No. 57. Paso 2.....	80
Ilustración No. 58. Paso 3.....	80
Ilustración No. 59. Paso 4.....	80
Ilustración No. 60. Paso 5.....	81
Ilustración No. 61. Paso 6.....	81

Ilustración No. 62. Paso 7.....	81
Ilustración No. 63. Paso 8.....	82
Ilustración No. 64. Paso 8.....	82
Ilustración No. 65. Paso 9.....	82
Ilustración No. 66. Paso 10.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Velocidad de ejecución de datos.....	22
Tabla No. 2. Símbolos TIA PORTA STEP 7	26
Tabla No. 3. Capacidades del PLC S71200	39
Tabla No. 4. Tensiones Nominales	39
Tabla No. 5. Datos técnicos de la CPU del PLC S71200.....	40
Tabla No. 6. Datos de Comunicación.	41
Tabla No. 7. Fuente de alimentación.	41
Tabla No. 8. Alimentación de Sensores.....	41
Tabla No. 9. Entradas digitales	41
Tabla No. 10. Entradas analógicas.....	41
Tabla No. 11. Salidas digitales.....	42

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. # Decimal Máximo.	60
Ecuación 2. # Decimal a 6,8 V.....	61
Ecuación N°3. Frecuencia a 1m/s.	64
Ecuación N° 4 Voltaje a 30Hz.....	64
Ecuación N° 5 # Decimal a 5V.....	65
Ecuación N° 6. # Decimal a 1V.....	68

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, concluye con la construcción de un diseño de un módulo para la simulación y control de salidas analógicas de un PLC, consolidando los conocimientos de las nuevas tecnologías eléctricas que se pueden adaptar en el laboratorio universitario IME, consecuentemente complementar el perfil académico de los estudiantes de IME, podrán utilizar estos conocimientos y aplicarlos en el medio laboral. El objetivo de este estudio es brindar información acerca del PLC, sus partes, su programación y por ultimo su aplicación de salidas analógicas en el campo industrial, acoplándolo a un módulo de control para su correcto funcionamiento. La tesis se basó en el método científico general, se utilizó el PLC S71200 siemens, primeramente se realizó la compatibilidad entre direcciones IP (protocolo de ethernet) tanto del computador como de nuestro PLC que fueron asignadas por el servidor mediante técnica de escaneo de puertos, el software utilizado con el PLC S71200 es el TIA (automatización totalmente integrada) Portal V13 Step 7. Se utilizaron dos direcciones de protocolos de ethernet: para el PLC la IP: 192.168.0.1 y para el computador la IP: 192.168.0.241, en el desarrollo estas direcciones debían coincidir y ser iguales en los 6 primeros números para permitir la comunicación en red. Se simulo los procesos de salidas analógicas en motores eléctricos, utilizando el lenguaje de escalera como medio de programación, para lograr la interpolación en la conversión digital-analógica en la salida, utilizamos la transformación de numeración decimal de la resolución máxima y mínima del PLC en bits lográndose implementar la automatización de procesos industriales, el monitoreo y control de los procesos en una red tiene una eficiencia del 95%, cada PLC tiene una dirección IP, dinámica por la cual el funcionamiento es similar a un computador que se encuentre en la red. Como resultado del proyecto se obtuvo un módulo de control del PLC, que facilitara el diseño o aplicación de procesos industriales de acuerdo a como vea la necesidad el usuario, la utilización del PLC S71200 Siemens fue optima en las prácticas de simulación que se realizaron, debido a que es una versión moderna y nueva en el mercado, el rango de resolución es muy buena con 14 bits, así como también el software de programación es de rápida instalación, cómodo, y de poco espacio de utilización.

Palabras claves:

AI: Analog input o entrada analógica.

AO: Analog output o salida analógica.

CPU: Central process unit o unidad central de procesos.

MTU: Master terminal unit o unidad de terminal maestra

PLC: Programmable logic controllers o controlador lógico programable.

SRS: Software requirements specifications o especificaciones de requerimiento del software.

SUMMARY

This research project concludes with the construction of a design of a module for the simulation and control of analog outputs of a PLC, consolidating the knowledge of new electric technologies that can be adapted in the university laboratory IME consequently complement academic profile of the students of IME, they will use this knowledge and apply them in the workplace. The aim of this study is to provide information about the PLC, its parts, its programming and its application and at the end its analog output application in the industrial field, coupling it to a control module for a proper operation. The thesis was based on the general scientific method; the PLC S71200 Siemens was used, first the compatibility between IP addresses Protocol (Ethernet) were carried, in both the computer as our PLC that were assigned by the server, using scanning technique ports, the software used with PLC S71200 is the TIA (Totally Integrated Automation) Step 7. Portal V13 bi-directional Ethernet protocols were used: for the PLC the IP: 192.168.0.1 and the computer's IP: 192.168.0.241, in developing these addresses should match and be equal in the first 6 numbers to enable network communication. Analog output processes in simulated electric motors using the ladder language programming as a means to achieve interpolation in the digital-analog conversion in the output, use the decimal numbering transformation of the maximum and minimum resolution PLC achieving bits implement process automation, monitoring and control of processes in a network has an efficiency of 95%, each PLC has a dynamic IP address, which the operation is similar to a computer that is on the network. As a result of this project module PLC control, to facilitate the design and implementation of industrial processes according to how the user sees the need was obtained using the PLC Siemens S71200 was optimal in practical simulation performed due it is a modern and new version on the market, the range resolution is good rounding nearly 13 bits, as well as programming software is quick to install, use and 6,5Mb comfortable space.

Keywords:

AI: Analog Input.

AO: Analog Output.

CPU: Central Process Unit.

MTU: Master Master terminal.

PLC: Programmable Logic Controllers Programmable Logic Controller is.

SRS: Software Requirements Specifications is software requirement specifications.

PRESENTACIÓN

La presente investigación de un PLC, se orienta con el firme propósito de actualizar los conocimientos de dispositivos de automatización a nivel industrial modernos que cumplen determinadas tareas de control en las industrias y fábricas.

La investigación facilita conocer un PLC, su estructura, aplicación, programación y funcionamiento, como cualquier sistema de control, entrega determinados estados en sus salidas dependiendo del estado de sus entradas y de un proceso de funcionamiento de barrido denominado ciclo Scan, el software de programación que será cargado en su memoria debió ser diseñado para la aplicación en especial y ser compatibles entre sí.

Este proyecto consta de cinco capítulos, desarrollados de forma secuencial que ha permitido armar un módulo de control del PLC y desarrollar 3 prácticas experimentales de laboratorio, esenciales, básicas y fundamentales para comprender las salidas analógicas del PLC.

El capítulo uno detalla el motivo de la investigación.

El capítulo dos da a conocer los fundamentos teóricos de un PLC en general comenzando desde su definición hasta su programación.

El capítulo tres trata la metodología utilizada en este proyecto de investigación.

El capítulo cuatro se plantea la propuesta de la tesis que consta de dos partes: diseño y construcción; en el diseño tenemos la programación del software TIA Portal Step 7 y las 3 prácticas de simulación de salidas analógicas; y en la construcción tenemos los pasos a seguir para armar nuestro módulo de control del PLC.

El capítulo cinco constan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

Este estudio del PLC(Controladores lógicos programables) se desarrolla en la ciudad de Ibarra en la universidad Técnica del Norte en la facultad FECYT desde la fundación de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico, con el avance de las tecnologías, las empresas e industrias nacionales, necesitaban el requerimiento inmediato de innovar, facilitar, y automatizar los procesos industriales dejando atrás las anteriores y cotidianas tecnologías, como consecuencia el perfil del profesional en el área eléctrica necesitaba un cambio drástico por lo que conllevó al estudio teórico y tecnológico de PLC's para dar lugar a un mejoramiento en el control y automatización de los diversos procesos en las industrias, reemplazando de esta forma las circuiterías de relés electromecánicos, contactores, temporizadores, contadores, etc.

La universidad Técnica del Norte se crea mediante la “Ley 43 publicada en el registro oficial número 482 del 18 de julio de 1986” en este año se crea la carrera de licenciatura en artes industriales, perteneciendo a la facultad de ciencias de la educación, dicha carrera estuvo funcionando hasta 1998, en este año se cierra la carrera debido a q ya se había profesionalizado a los docentes de los colegios técnicos del norte del país y se crean dos carreras de tecnología; tecnología en mecánica automotriz y la tecnología en electricidad, iniciando en el año 1999 posteriormente se decide cambiar la denominación de facultad de ciencias de la educación a la facultad de educación, ciencia y tecnología (FECYT), el 26 de julio del 2000.

En el año 2004 se elaboró el proyecto de la creación de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico, en base a una investigación de mercado que se realizó en la zona norte del país, este proyecto fue aprobado por el honorable consejo universitario el 11 de febrero del 2005.

Conforme la carrera recibía nuevos estudiantes de ingeniería en mantenimiento eléctrico la necesidad en el fortalecimiento del estudio de PLC's crecía tanto en estudiantes como en docentes, los estudiantes necesitaban de asignaturas direccionadas al estudio de la programación de PLC así como también los equipos adecuados en un laboratorio para lograr realizar las debidas prácticas de las diferentes simulaciones del PLC, mediante gestiones de las autoridades y proyectos de los estudiantes graduados de la carrera se obtenía los equipos de control para el estudio de la automatización de procesos industriales y el laboratorio se iba fortaleciendo paso a paso en el transcurso del tiempo, mientras tanto los estudiantes recibían conocimientos teóricos y prácticos de control de relés electromecánicos, contactores, timers, contadores, llegando hasta lo que era el logotipo de un PLC.

Actualmente existen asignaturas direccionadas al estudio teórico de PLC, como la asignatura de laboratorios virtuales e informática aplicada, el laboratorio de la carrera en mantenimiento eléctrico consta de un equipamiento para realizar las prácticas de simulaciones de los diversos procesos industriales de PLC, pero, aun no es suficiente para la comodidad del aprendizaje de los estudiantes, en la carrera de ingeniería de mantenimiento eléctrico, también existen asignaturas direccionadas a la programación de PLC para realizar las simulaciones, como tenemos: el software Intouch y Labiew que se trata de programación en diagramas en escalera que simulan la circuitería de relés, contactores, contadores, bobinas, temporizadores y diversos dispositivos utilizados en el control y automatización de procesos industriales.

1.2. Planteamiento del problema

Las industrias locales y nacionales aun utilizan equipos de control electromecánicos como es la circuitería de relés, contactores, temporizadores contadores, etc. Actualmente esta circuitería se ha remplazado por la evolución de logos electrónicos llegando a tener un programador lógico programable o PLC, el problema en si se basa en que algunas industrias continúan funcionando con las instalaciones y equipos de circuitería electromecánica por lo que se ve la necesidad de innovar las industrias y fábricas hacia el futuro utilizando módulos sofisticados basados en PLC's para esto es necesario ampliar el conocimiento del estudiante en el área eléctrica, los egresados necesitan fortalecerse en el área de control y automatización, que al igual que las industrias y fabricas necesitan ir de la mano con el avance y evolución de nuevas tecnologías y equipos.

En los beneficios del PLC comparado con las antiguas circuiterías de relés tenemos:

- El PLC tiene más tiempo de duración a ambientes rudos de impacto, suciedad y ruido.
- El PLC logra la automatización de procesos industriales.
- Con el PLC se reducen costos en el mantenimiento, innovación y creación de nuevos procesos industriales
- La mano de obra reduce significativamente.
- La programación del PLC es fácil de acoplar a los diagramas eléctricos que utiliza cualquier personal eléctrico.
- Su tamaño es más reducido que una antigua circuitería de control electromecánico.
- Pueden realizar miles de operaciones matemáticas y controlar señales analógicas.

Dentro de las posibles limitaciones tenemos:

- Costo inicial de montaje elevado.
- Requiere de personal debidamente capacitado para operar.

Como se ha mencionado, actualmente la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico necesita profundizar el estudio de nuevas funciones específicas del PLC, si bien éste PLC es el dispositivo más utilizado actualmente en el proceso industrial, el estudiante necesita conocer más a fondo los procesos de programación y su funcionamiento de operación, profundizando los conocimientos en lo que respecta al estudio teórico y simulación de las salidas analógicas del PLC.

También, cabe recalcar que el laboratorio de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico necesita de una constante innovación de tecnologías, fortalecimiento y equipamiento de nuevos y sofisticados sistemas de control de PLC's para el debido aprendizaje y que el estudiante realice eficientemente sus prácticas experimentales y simulaciones.

En lo que respecta a la optimización de procesos industriales se desea fortalecer el conocimiento en general del PLC lo cual será reflejado en el avance tecnológico y económico de cualquier industria o empresa donde su principal medio de producción esté automatizado.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo diseñar un módulo para la simulación y control de salidas analógicas del PLC?

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Espacial.

El diseño de un módulo para la simulación y control de salidas analógicas del PLC, se ejecutó para el laboratorio de la especialidad de ingeniería en mantenimiento eléctrico de la universidad técnica del norte.

1.4.2. Temporal.

La investigación teórico práctica se la ejecutó entre Diciembre del 2014 hasta abril 2015, este diseño se lo realizó tomando en cuenta el tiempo estimado de prueba para el correcto funcionamiento del módulo tecnológico.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general.

- Realizar el diseño y construcción de un módulo para la simulación y control de salidas analógicas del PLC.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Analizar teórica y tecnológicamente el PLC.
- Realizar el diseño del módulo de control del PLC.
- Implementar el módulo de salidas analógicas del PLC con funciones establecidas por cualquier usuario.
- Redactar el manual de prácticas de simulación de salidas analógicas del PLC.

1.6. Justificación

Es importante que los estudiantes de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico fortalezcan sus conocimientos conforme se innovan y evolucionan los avances tecnológicos para que estén familiarizados con los nuevos equipos y sistemas de control como son los PLC's, con la creación de este módulo de salidas analógicas del PLC el estudiante complementa el estudio de control y automatización en el área industrial para desenvolverse de la mejor manera en su vida laboral.

Como beneficiarios directos con la culminación de este proyecto del diseño del módulo de simulación de salidas analógicas del PLC y su respectivo manual tenemos a los estudiantes de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico.

Los estudiantes se beneficiarán con la ilustración completa de un manual para realizar sus prácticas en el laboratorio en lo que respecta a las salidas analógicas del PLC, donde estarán detallados los fundamentos teóricos del PLC desde su definición básica hasta lo que realmente nos interesa que es la programación y simulación de aplicaciones de salidas analógicas del PLC, además del manual el estudiante tendrá acceso al tablero de control del PLC que será donado al laboratorio de la carrera, mismo que necesita ser innovado y fortalecido constantemente con el transcurso y avance del desarrollo tecnológico.

Con la creación de este módulo y su respectivo manual el estudiante tiene una herramienta práctica y teórica para realizar las prácticas de laboratorio para realizar simulaciones de control industrial, el manual consta de pasos prácticos para la respectiva programación en el software para realizar las simulaciones del PLC.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

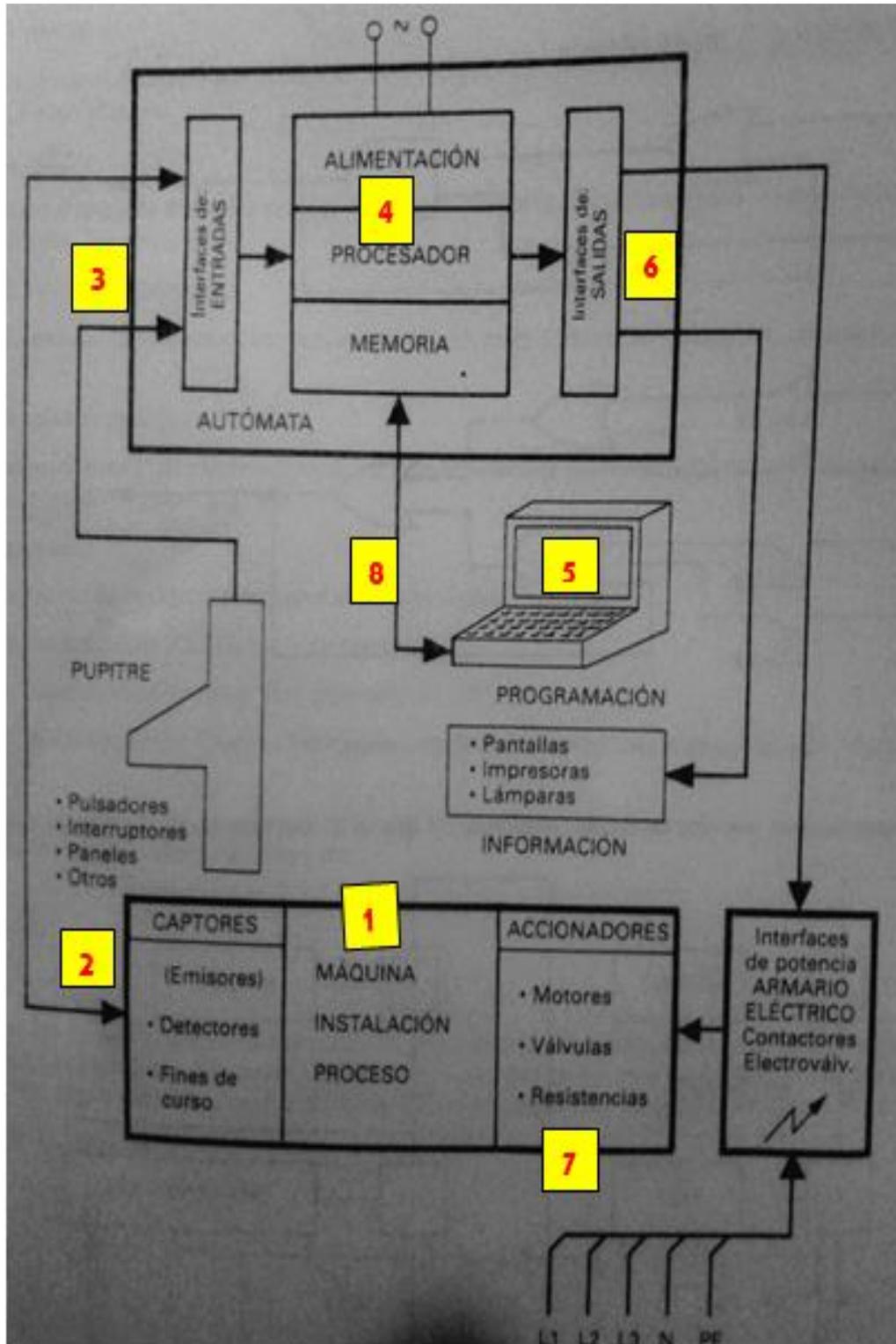
2.1. ¿Qué es un PLC?

PLC significa controlador lógico programable, es un dispositivo utilizable en base a una lógica determinada. Un controlador lógico es una computadora industrial, recibe señales de pulpitos de operación y dispositivos de campo genera señales de salida para controlar maquinas o procesos. Cuenta con características especiales en su unidad central de procesamiento.

Un sistema controlado con PLC se puede dividir en ocho partes principales:

1. Proceso bajo control, proceso industrial
2. Entrada/ sensores dispositivos de retroalimentación al PLC
3. Módulos de entrada Interface acondiciona la señal de entrada a niveles que el controlador pueda procesar.
4. Sistema de control o PLC formado por módulos de comunicación, unidad central de proceso, (CPU) memoria y fuente de alimentación
5. Programa de aplicación comportamiento del proceso que se almacena en la memoria
6. Módulos de salida /interface acondiciona la señal de salida
7. Elementos finales de control, solenoides, motores, lámparas, válvulas proporcionales
8. Interface hombre maquina programa, monitorea el controlador y el proceso.

Ilustración No. 1. Partes de un sistema controlado con PLC.



Fuente: Roldán Vildria-Automatismos y cuadros eléctricos, 2010.

2.2. Historia

Según (Ocampo C, 2010) considera al MODICOM 084 como el primer PLC producido comercialmente en el mundo. Hacia 1973 aparecen los primeros PLC con posibilidad de comunicarse con otros dispositivos (MODBUS DE MODICOM) conectando varios PLC entre sí, permitiendo que cualquiera de ellos conociera el estado de los demás, así como su reprogramación.

Para la década de los 90 la estandarización de los protocolos de comunicación y de los lenguajes de programación hace posible que cualquier PLC pueda integrarse a determinada red.

Una recomendación Internacional, la IEC 11 31-3, normaliza el aspecto hardware y los lenguajes de programación de los PLC. Gracias a ello se ha logrado independizar del fabricante la utilización de los PLC en la actualización industrial.

2.3. Tamaño del PLC

La clasificación de los PLC'S en cuanto a su tamaño se realiza en función del número de sus entradas/salidas. Son admitidos los tres grupos siguientes:

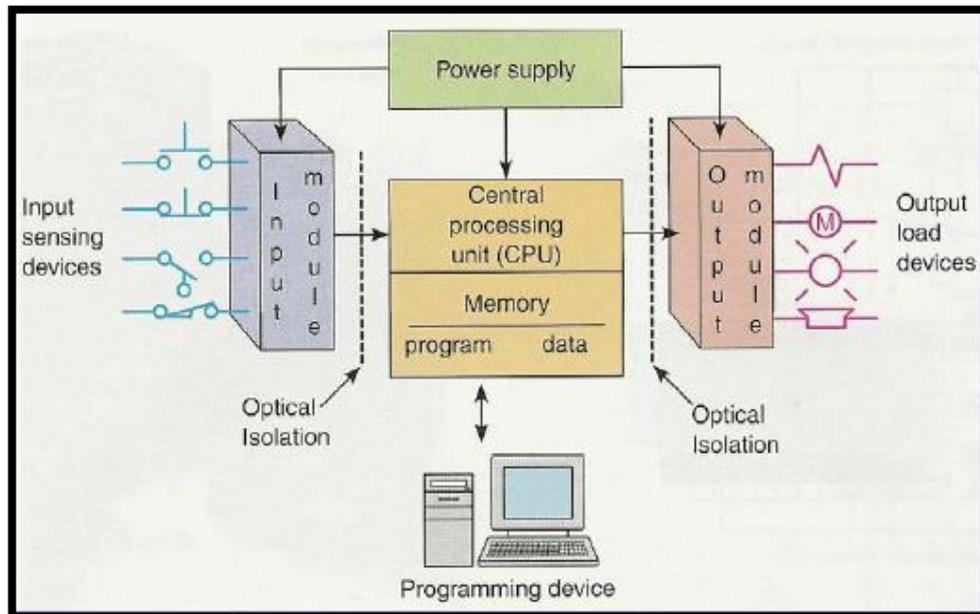
- a) **Gama baja.**- Hasta un máximo de 128 entradas/salidas. La memoria de usuario suele alcanzar un valor máximo de 4000 instrucciones.
- b) **Gama media.**- De 128 a 512 entradas/ salidas. La memoria de usuario suele alcanzar un valor máximo de 16000 instrucciones.
- c) **Gama alta.**- Más de 512 entradas/salidas. Su memoria de usuario puede superar las 100000 instrucciones.

2.4. Estructura

Un PLC básicamente está conformado de cuatro partes fundamentales que son:

- Entradas y salidas.
- Unidad central de proceso.
- Fuente de alimentación.
- Interfaces.

Ilustración No. 2. Estructura del PLC.



Fuente: **Bernard Pavel Barreto Véliz-Controladores programables, 2009.**

2.4.1. Entradas y salidas del PLC.

Son circuitos, que permiten al sistema comunicarse con el exterior, están incorporadas en el propio PLC o presentarse en forma modular.

Se debe proporcionar un aislamiento eléctrico en estos circuitos para el óptimo funcionamiento del microprocesador.

Las entradas permiten al PLC comunicarse con las señales de sensores que provienen de los captadores del sistema de automatización, la CPU resuelve la secuencia del programa y actualiza el estado de módulos de salida, acondicionan las diversas señales del exterior eliminando interferencias y ruido, estas señales provienen de pulsadores, interruptores, dispositivos de estados análogos y digitales.

Las salidas permiten adecuar las señales de salida para el funcionamiento correcto de los actuadores, incluyen solenoides, relés, arrancadores de motores, electroválvulas, alarmas e indicadores.

Las entradas requieren para su funcionamiento una fuente de polarización interna o externa, que puede ser de corriente alterna o de corriente directa. Las unidades con fuente interna se conocen como unidades libres de tensión. Y en cuanto a los niveles de la tensión de trabajo, tenemos: 24V (CD/CA), 48V (CD/CA) ,110VCA y 220VCA. El optoacoplador puede ofrecer una protección de hasta 6000 volts en la entrada sin producir daño alguno en la circuitería interna del PLC.

Las salidas utilizan 3 dispositivos de acuerdo a la aplicación de AC o DC: por relés, por TRIAC'S y por transistores. Por transistores se utilizan cuando los actuadores son de corriente directa. Por triac's se utilizan para actuadores de AC. Las salidas por relés se utilizan cuando los actuadores son tanto de corriente alterna como de corriente directa. Las unidades de salida, los voltajes de trabajo típicos son hasta 60V DC para transistor, hasta 48V AC para TRIAC'S o desde 24 a 220V CA para relé.

Dentro de las entradas y salidas tenemos cuatro clases:

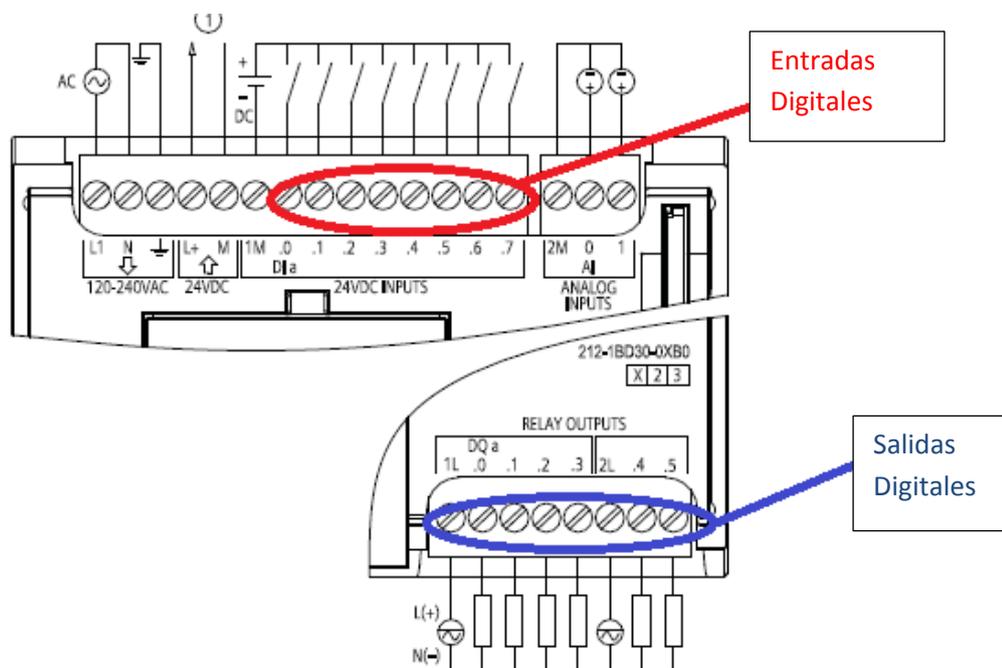
- Entradas y salidas digitales.
- Entradas y salidas analógicas.
- Entradas y salidas de códigos numéricos.
- Entradas y salidas especiales.

2.4.1.1. Entradas/salidas digitales.

Definidas como presencia o ausencia de un nivel de voltaje ya sea de corriente alterna o directa, funcionan como cero lógico que significa estado de apagado o uno lógico que representa un estado de encendido, estas señales son más fáciles de operar que las analógicas. Las señales de entrada de esta clase provienen de sensores discretos que pueden ser de tipo manual (pulsadores, conmutadores, selectores, etc.) o automático (finales de carrera, interruptores de nivel, etc.). Las señales de salida digital son enviadas a los actuadores del sistema que pueden ser contactores, relés, lámparas indicadoras, electroválvulas, sirenas etc.

El PLC S71200 siemens con CPU 1212C AC/DC/relay con Referencia 6ES7212-1BD30-OXB0, tiene 8 entradas digitales con tensión nominal 24V DC a 24V, consta de 6 salidas digitales con rango de tensión de 5 a 30V DC y 5 a 250V AC, la intensidad máxima es de 2 A.

Ilustración No. 3. Entradas/salidas discretas o digitales



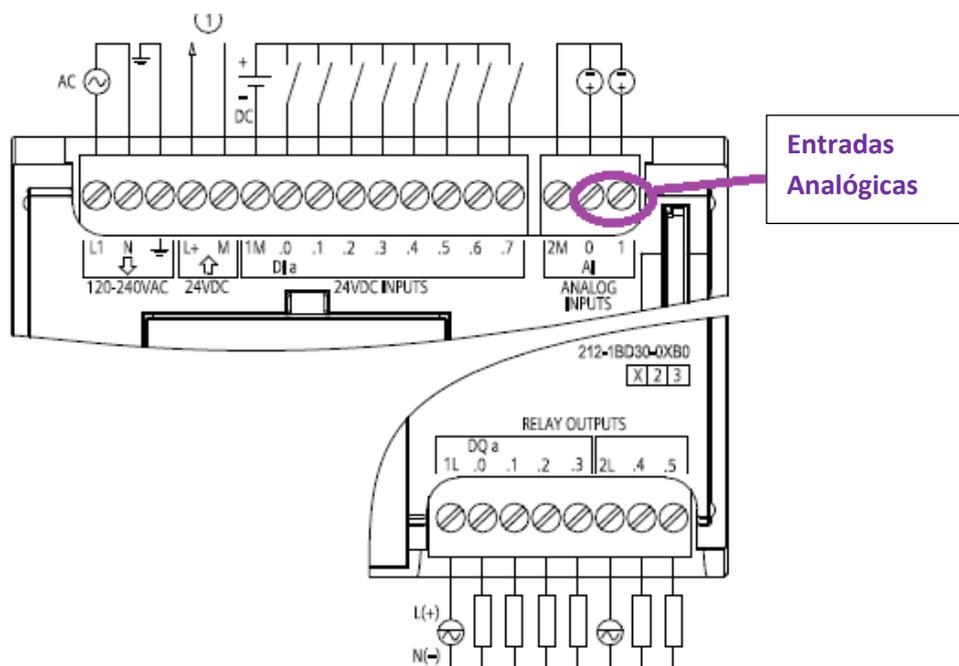
Fuente: Manual Siemens S71200, 2014

2.4.1.2. Entrada/salidas analógicas.

Son módulos con convertidores análogo-digitales destinados a la conversión de una magnitud análoga de entrada en otra equivalente de tipo digital, así como una magnitud digital de salida en otra equivalente de tipo análogo. Las señales análogas de entrada provienen de transductores continuos de presión, sensores de desplazamiento, celdas de carga, termopares, etc. Las señales análogas de salida se utilizan como señales de control continuo para variadores de velocidad, servoválvulas, servomotores, calefactores, etc.

El PLC S71200 Siemens con CPU 1212C AC/DC/relay con referencia 6ES7212-1BD30-0XBO, tiene 2 entradas analógicas con un rango de tensión de 0 a 10V, un rango de datos de 0 a 27648 con una resolución de 10bits.

Ilustración No. 4. Entradas analógicas



Fuente: Manual Siemens S71200, 2014

2.4.1.3. Entradas/salidas de códigos numéricos.

Para la adquisición de datos proporcionados por medio de codificadores rotativos y para generar información numérica a dispositivos visualizadores y otros equipos electrónicos, los autómatas utilizan módulos de E/S numéricas, generalmente para el código BCD.

2.4.1.4. Entradas/salidas especiales.

Exigen mayor cantidad de instrucciones y/o de elementos también como módulos inteligentes, que permiten descargar el trabajo del procesador. Entre este grupo de módulos especiales podemos citar:

- Entradas para termocuplas
- Salidas para motores de paso
- Salidas para servomotores
- Salidas con código ASCII

2.4.2. CPU.

De acuerdo a (Ocampo C, 2010) “Es el cerebro del controlador, está diseñado a base de microprocesadores y memorias contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control, y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad”.

Consta de dos partes:

- El procesador
- La memoria.

2.4.2.1. Procesador.

Además (Ocampo C, 2010) afirma que “Está constituido por un microprocesador (mP), un reloj o generador de pulsos y algún chip auxiliar, lectura de las instrucciones del programa del usuario y su resolución mediante el empleo de los estados de las entradas y salidas del sistema”.

Para reducir el tiempo de ejecución, algunas CPU pueden tener dos o más procesadores trabajando simultáneamente. También existe la tendencia a descargar el trabajo de la CPU mediante la incorporación de módulos inteligentes dedicados a tareas específicas.

El procesador se comunica con los componentes de la CPU a través de un bus o barra de datos, bus de direcciones y señales de control.

Este procesador consta de tres partes:

- Microprocesador
- Generador de pulsos
- Chip auxiliar

2.4.2.1.1. Microprocesador

Es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático, se le suele llamar el cerebro de un computador.

Es el encargado de ejecutar los programas desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario, solo ejecuta instrucciones en lenguaje de bajo nivel, realiza operaciones aritméticas, lógicas y simples, lógicas binarias y accesos a memoria.

2.4.2.1.2. Generadores de pulsos.

Se lo define como un dispositivo electromecánico que transforma la posición angular de un eje a un código digital. Se utiliza para dar la posición, velocidad y aceleración del rotor de un motor. Se aplica en robótica, tecnología industrial, lentes fotográficas etc.

2.4.2.1.3. Chip auxiliar.

Es el conjunto de circuitos integrados diseñados con base en la arquitectura de un procesador, permitiendo que este tipo de procesadores funcionen en una placa base. Sirven de puente comunicador con el resto de componentes de placa como son la memoria, las tarjetas de expansión, los puertos USB, ratón, teclado, etc.

2.4.2.2. Memoria.

Según (Ocampo C, 2010) deduce que “El PLC dispone de una memoria organizada en zonas de trabajo específicas”.

Nuestro PLC consta de 3 tipos de memorias:

- Memoria del sistema.
- Memoria de datos.
- Memoria de usuario.

2.4.2.2.1. Memoria del sistema.

El primer lugar está la memoria del sistema en donde el fabricante almacena los programas ejecutivos (firmware), memoria de

almacenamiento temporal. Los programas ejecutivos o memoria del sistema son los que hacen que el Up realice las tareas propias del PLC no deben ser modificadas por el usuario, la memoria utilizada es de tipo ROM, en algunos PLC tipo EEPROM de modo que se puedan modificar el programa del sistema previo el borrado del anterior por medio rayos ultravioleta.

Afirma (www.unicrom.com, 2014) que existen cuatro tipos de datos que se pueden almacenar en la memoria del sistema:

- **Entradas anteriores.** La HP30s lleva un registro de todas las entradas que se han realizado (hasta un máximo de 230 caracteres) Estas entradas se guardan incluso después que se haya apagado la calculadora. Para desplazarse por la lista de entradas pulse las teclas de cursos arriba o cursor abajo. Las entradas anteriores que se han almacenado en la memoria del sistema de la calculadora pueden reutilizarse o editarse cuando se encuentra en la línea de entrada.
- **Ultima respuesta.** Para recuperar la última respuesta procedemos de la siguiente manera: pulse 2END y a continuación ANS (ANS aparece en la línea de entrada). Y pulse ENTER para ver el valor de la última respuesta.
- **Soluciones lineales.** Los resultados que se obtienen al resolver un conjunto de ecuaciones lineales se almacenan en las variables “x” y “y”.
- **Soluciones cuadráticas.** Los resultados que se obtienen al resolver un conjunto de ecuaciones cuadráticas se almacenan en las variables x1 x2 o Y1 Y2.

2.4.2.2.2. Memoria de datos

El segundo lugar la memoria de datos conformada por dos áreas, la una almacena información de las variables de entrada y de salida (variables externas) y otra área en la que se almacena información sobre estados intermedios o auxiliares (variables internas) y números o datos (variables numéricas) puede ser direccionada en función de bits o de bytes y es una memoria de lectura /escritura, tipo RAM.

2.4.2.2.3. Memoria de Usuario

Finalmente se considera una zona de memoria del usuario, donde éste graba las instrucciones que definen el algoritmo de control. Es una memoria RAM variado a voluntad mediante la unidad de programación. Puesto que es una memoria volátil es necesario que el PLC tenga una batería de soporte que impida su borrado cuando se desconecta la fuente de alimentación. En algunos PLC la memoria RAM se auxilia en una memoria sombra del tipo EEPROM.

En general, la memoria está registrada en palabras y registros formados por un cierto número de bits: 8, 12,16, o 32. Cada uno de las palabras o registros contiene una información completa de una instrucción o un dato numérico, o bien los estados de entradas y salidas. La cantidad de palabras que caben en la memoria se expresa en unidades de millar o K. En realidad K es igual a $2^{10} = 1024$. Un conjunto de 8bites= 1 byte. Por eso suele hablarse de una memoria de 16 Kbytes o de 32Kbytes, un ejemplo: Las palabras tiene 2 bytes, es decir, por 16 bits.

2.4.3. Fuente de alimentación del PLC.

Es el dispositivo que convierte la tensión alterna de la red (AC) en tensión directa (DC) para la alimentación de nuestro PLC.

En nuestro caso para nuestro PLC S71200 necesitamos convertir los 120V (AC) de la red en 24V (DC) como alimentación principal para el correcto funcionamiento.

2.4.4. Interfaces del PLC.

Es una conexión entre dos máquinas de cualquier tipo a las cuales les brinda un soporte para la comunicación a diferentes estratos (el lugar donde se desarrolla la interacción y el intercambio).

En este proyecto estas interfaces nos permiten la comunicación entre la CPU con:

- La unidad de programación
- Y los periféricos

2.4.4.1. Unidad o terminal de programación PROFINET.

Ilustración No. 5. Terminal PROFINET



Fuente: Manual Siemens S71200, 2014

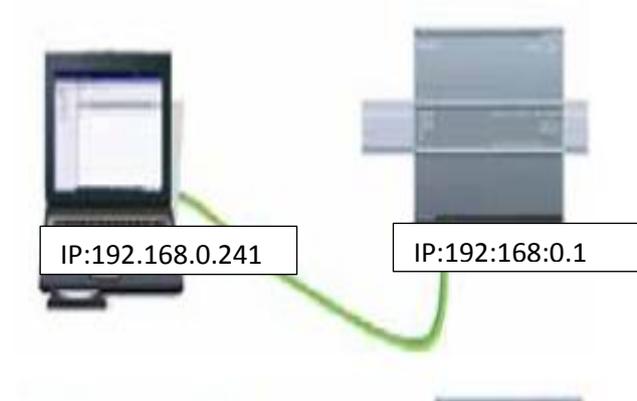
Este medio permite introducir en la memoria del PLC las instrucciones de un proceso industrial, como por ejemplo definir las entradas para que se carguen y actúen en nuestras salidas en un lenguaje que no es directamente reconocido por el procesador, la unidad de programación traduce las instrucciones del operario a esos códigos binarios, en otras palabras es el medio de comunicación entre el operador y el procesador.

También es posible monitorear con este terminal los estados actuales y ver el funcionamiento de las entradas y salidas del PLC.

Con este terminal de programación se puede introducir, modificar e innovar el programa de usuario, también se tiene un acceso a todas las variables para visualizar su estado y proceder a la impresión del mismo.

El lenguaje de programación puede ser booleano, de escalera, de flujo, literal, grafico etc.

Ilustración No. 6. Conexión IP a través de PROFINET



Fuente: Manual Siemens S71200, 2014

El PLC S71200 tiene una conexión RJ45 (conector para cableado de internet) inmune a perturbaciones con función Autocrossing, esta permite 16 conexiones Ethernet con una velocidad de datos de 10/100 Mbits/s.

2.4.4.2. Periféricos.

Los Periféricos son todos los dispositivos que no forman parte de los circuitos internos y sirven para documentar los programas o para hacer supervisión del proceso.

- Impresora
- Graficadores
- Grabadora-reproductoras de cinta
- Visualizadores alfanuméricos
- Unidad de disco
- Teletipo o telefax
- Puerto de salida para comunicación con otros equipos

2.5. Funcionamiento del PLC

El PLC tiene un ciclo ordenado de instrucciones que por lo general son secuenciales para su funcionamiento.

Entre los pasos que tiene el ciclo de funcionamiento se cita los siguientes:

- En un inicio al encender el procesador, este efectúa un chequeo de encendido y se deshabilita las salidas. Entra en modo de ciclo normal.
- Lee el estado de las entradas, primeramente lee las entradas digitales luego lee las entradas analógicas y las almacena en la memoria llamada tabla de imagen de entradas.
- Se procesa el programa, el PLC modifica una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
- El procesador actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas

controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.) primeramente escribe las salidas digitales y luego escribe las salidas analógicas.

- Regresa al ciclo y vuelve a leer las entradas.

A este ciclo se le denomina ciclo de barrido o ciclo Scan.

El tiempo total del ciclo SCAN se suele medir en mili-segundos y dependerá de la capacidad de proceso CPU así como de lo grande que sea el programa.

Una característica de la capacidad de proceso que tienen las CPU es el tiempo que tarda en ejecutar diferentes instrucciones booleanas de movimiento de datos o de operaciones matemáticas.

Tabla No. 1. Velocidad de ejecución de datos.

TIPO DE DATO	VELOCIDAD DE EJECUCION (μ s)
Booleano	0,1
Transferencia de palabras	12
Funciones matemáticas de números reales	18

Fuente: El Autor, 2015.

Para un mejor entendimiento se puede resumir al ciclo Scan en tres etapas de funcionamiento:

- Etapa de adquisición
- Etapa de procesamiento
- Etapa de actualización

2.5.1. Etapa de adquisición.

Esta etapa actúa desde el inicio de cada ciclo del procesador, consulta el estado de las entradas y almacena la información en los registros de entrada.

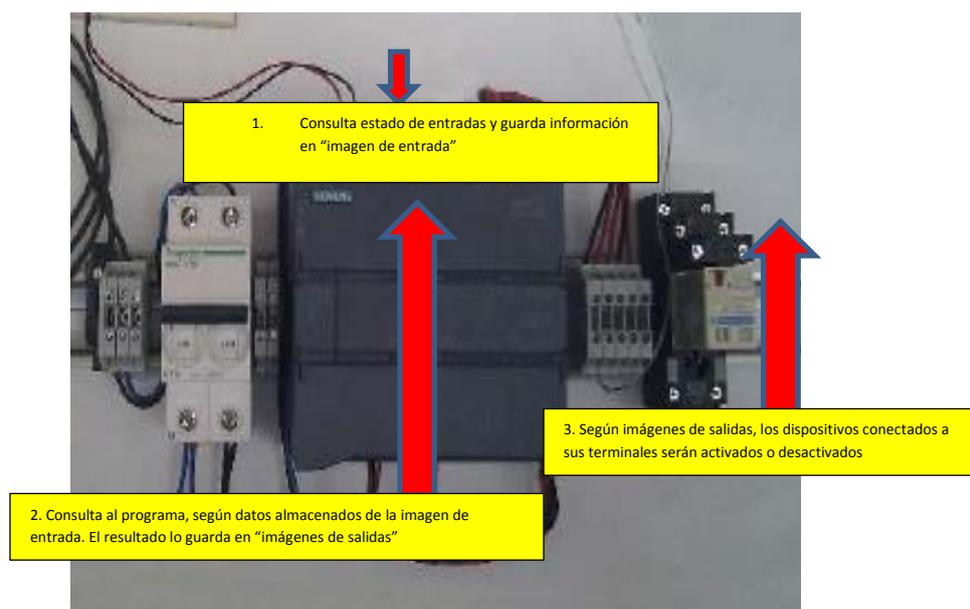
2.5.2. Etapa de procesamiento.

En esta etapa se almacenan los acumuladores y se memorizan los datos de la memoria central, esta los interpreta produce los resultados del programa y estos resultados se copian en los registros de salida.

2.5.3. Etapa de actualización.

Terminada la interpretación de las instrucciones se efectúa la actualización de las salidas, a través de la transferencia de información de los registros de salida hacia los terminales de salida.

Ilustración No. 7. Proceso Scan.



Fuente: Bernard Pavel Barreto Véliz-Controladores Programables, 2009.

2.6. Aplicaciones del PLC.

De acuerdo a (Ocampo C, 2010) dice que “Comprenden desde equipos pequeños con 10 entradas/salidas con memoria de 2K hasta grandes controladores capaces de manejar hasta 10000 entradas /salidas con memoria de 2566K”.

Dentro de las diversas aplicaciones del PLC podemos citar las siguientes:

- Control de movimiento en máquinas herramienta
- Control de máquinas prensadoras, estampadoras, trefiladoras, embutidoras, der soldadura de inyección, de moldeo, etc.
- Procesos de fabricación como embotellado, empaquetado, etiquetado, pesaje y dosificación.
- Aplicaciones donde se requiere el control de automatismos lógicos tales como ascensores, bombas, compresores, hornos industriales, industria química, metalúrgica, de madera, vidrio.
- Señalización, (semáforos), grupos electrógenos, (centrales eléctricas) manejo de materiales (metalúrgica, siderurgia, sector químico y petroquímico), calderas, lavadoras industriales, control de motores).
- Subestaciones eléctricas control de actuadores, seccionados e interruptores y coordinación de protecciones en fallas de tensión.
- Sistemas de regulación de procesos físico químicos cuando el controlador es configurable con bloques funcionales del tipo PID.

En este proyecto, el PLC S71200, fue aplicado para simular salidas analógicas básicas, se aplicó a tres prácticas de laboratorio de uso estudiantil:

La primera práctica del presente proyecto fué sacar un voltaje de salida diferente al de nuestra entrada.

La segunda práctica fué conseguir en la salida dos valores diferentes de voltaje para tener un motor a dos velocidades.

La tercera práctica fué conseguir que un motor realice 10 velocidades equivalentes en grada con un pulsador de incremento de velocidad y otro pulsador de decremento.

2.7. Lenguajes de programación.

Es la codificación que hace que el mensaje del emisor sea comprensible con el mensaje del receptor en un intercambio de información, el lenguaje de comunicación permite al usuario comunicarse con el PLC para indicarle las instrucciones de control que debe realizar en un conjunto de pasos secuenciales para definir una tarea específica.

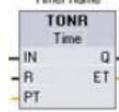
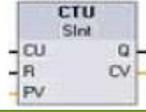
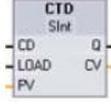
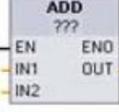
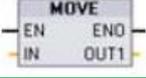
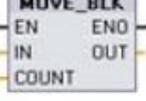
En las clases de lenguaje puedo citar las siguientes:

- Lenguaje de escalera.
- Lenguaje de plano de funciones.
- Lenguaje de lista de instrucciones.
- Lenguaje Grafcet.

2.7.1. Lenguaje de escalera.

Lenguaje de contactos, lenguaje grafico que mediante símbolos permite definir la condición de estado de una variable de salida. Los símbolos representan contactos, solenoides, bobinas, lámparas enlaces, etc.

Tabla No. 2. Símbolos TIA PORTAL STEP 7

SÍMBOLO	ELEMENTO
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO	
CONTACTO NOT	
BOBINA	
BOBINA NEGADA	
TIMER TP	
TIMER TONR	
CONTADOR CTU	
CONTADOR CTD	
CONTADOR CTUD	
ADICION	
COPIAR VALOR	
COPIAR AREA	

Fuente: El Autor, 2015.

Para la realización de tareas de cierta complejidad se hace necesaria otras funciones como temporizaciones, conteo, comparaciones, operaciones aritméticas, etc.

Es un lenguaje excelente para aplicaciones en procesos discretos, este lenguaje es el más utilizado para ingenieros y tecnólogos eléctricos, debido a que es más comprensible por su fácil utilización ya que simplemente se transfigura los esquemas eléctricos de mando de cualquier proceso industrial.

Este lenguaje se utilizó para la programación de nuestro PLC S71200, mediante el software Tia Portal step 7, el cual se detalla en la propuesta del capítulo 5.

2.7.2. Lenguaje de plano funciones.

Este lenguaje tiene semejanza con los símbolos lógicos o puertas lógicas que usualmente se utiliza en electrónica, este lenguaje fue particularmente fabricado para aplicaciones en procesos continuos.

2.7.3. Lenguaje de lista de instrucciones.

Funciones lógicas o ecuaciones de Boole que definen la secuencia de control. Conformado por una serie de instrucciones o nemónicos. Cada instrucción ocupa una línea de programación, la operación o código y el operando o datos. La operación indica lo que se debe hacer y el operando donde se debe hacer.

El código puede introducirse en forma alfabética o en forma numérica, dependiendo de la marca PLC.

Los datos son códigos propios de cada PLC y se introducen en forma numérica o alfanumérica.

Este es un lenguaje de bajo nivel que permite optimizar el desempeño de la programación.

2.7.4. Lenguaje Grafcet.

Un lenguaje utilizado fundamentalmente en los procesos secuenciales (no combinatorios) y es un diagrama funcional, una representación gráfica de las secuencias a efectuar por la CPU, el Grafcet despliega una carta de flujo desarrollada específicamente para sistemas de control industrial.

Es de anotar que no todos los PLC permiten la programación que utilizan lenguaje Grafcet están configurados con un menú de símbolos normalizados que se trasladan a la pantalla por medio de la correspondiente tecla de comando y se posicionan a voluntad para configurar el diagrama funcional deseado.

El lenguaje Grafcet es especialmente útil en aplicaciones de control de procesos secuenciales.

2.7.5. Norma IEC 1131-3.

Publicada en 1992 la norma incorpora los cuatro lenguajes considerados anteriormente (Escalera, lista de Instrucciones, plano de funciones y grafcet) más un lenguaje de texto estructurado (ST).

El lenguaje de programación ST es un lenguaje de alto nivel muy útil en sistemas que requieran solución de ecuaciones, manipulación de datos o que presenten algoritmos muy complejos. Actualmente la mayoría de

fabricantes de PLC ofrecen paquetes de software utilizando por lo menos dos lenguajes diferentes. Adicional a esto, este software puede permitir la reversibilidad de los programas, es decir que las instrucciones creadas en un lenguaje pueden convertirse automáticamente en instrucciones de otro lenguaje y viceversa.

2.8. Ventajas y desventajas del PLC.

2.8.1. Ventajas del PLC.

- Menor tiempo de trabajo en las conexiones
- Facilidad de realizar cambios durante la operación del sistema
- Independencia con respecto al cableado (hardware)
- Reducción de espacio
- Facilidad en la prueba y puesta en marcha
- Rápida detención de fallas y averías.- tanto del programa de control como del controlador.
- Independencia de voltajes.- los voltajes de operación de los emisores son distintos de los voltajes de operación de los elementos finales.

2.8.2. Desventajas del PLC.

Las desventajas que se presentan son casi nulas, pero, entre las que podría citar son dos principalmente:

- El costo inicial para adaptar un PLC a un proceso industrial es costoso, pero, como vimos en las ventajas nos damos cuenta que es una inversión a largo plazo y si bien en un inicio es un esfuerzo económico vemos que en el transcurso del tiempo nos ahorraremos dinero al tener fácil acceso para monitoreo, localización de fallas, innovación de algún nuevo proceso o incluso activar más

entradas/salidas para acoplar nuevos captadores/actuadores, correspondientemente.

- Otro inconveniente sería la capacitación del operador para adaptarse al funcionamiento y programación del PLC, aunque también en estos tiempos sabemos que existe la formación adecuada en institutos y universidades, así como también la constante capacitación en las industrias para personal técnico.

2.9. Advertencias y precauciones del PLC.

- Indicaciones de peligro y medidas de seguridad.

Han de entenderse como directivas generales para su accionamiento en combinación con otros dispositivos. Es estrictamente necesario tenerlas en cuenta al proyectar, instalar, y poner en servicio la instalación electrotécnica.

- Indicaciones especiales de peligro para el usuario.

Hay que observar las normas de seguridad y de prevención de accidentes vigentes en cada caso concreto. El montaje y cableado de los módulos, elementos constructivos y dispositivos tienen que llevarse siempre a cabo estando libres de tensión.

Los módulos elementos constructivos y dispositivos tienen que instalarse dentro de una carcasa, en este caso nuestro PLC y los dispositivos de protección estarán instalados en una caja térmica para extender su vida útil.

Compruebe regularmente que los cables y líneas unidas a los dispositivos no tienen defectos de aislamiento o roturas, Si se detecta algún fallo en el cableado hay que cortar inmediatamente la tensión de los

dispositivos y del cableado, y recambiar el cableado defectuoso del módulo de control del PLC.

Antes de la puesta en servicio hay que asegurarse de que el rango de tensión de red permitido concuerda con la tensión de red local.

Según DIN VDE 0641 parte 1-3 los dispositivos de protección de corriente no son suficientes si se emplean como única protección para contactos indirectos en combinación con controladores lógicos programables. Para ello hay que tomar otras medidas de protecciones diferentes u adicionales.

Los dispositivos PARADA DE EMERGENCIA E N60204/IEC 204 VDE0113, tiene que ser efectivos en todos los modos de servicio del PLC. Un desbloqueo del dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA no debe dar lugar a ninguna puesta en marcha incontrolada o indefinida.

Hay que tomar las medidas de seguridad pertinentes tanto de parte del software como del hardware para que una rotura de línea o de conductor no pueda dar lugar a estados indefinidos en el control.

Al emplear los módulos hay que prestar atención siempre a las observaciones de los datos característicos para magnitudes eléctricas y físicas.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación que es un proyecto de carácter tecnológico esta acordada por la indagación de datos o la búsqueda de soluciones para ciertos inconvenientes. Se destaca que una investigación .en específico en el plano científico, es un proceso sistemático obtiene información a partir de un plan preestablecido que una vez asimilada y examinada, modificara o añadirá conocimientos a los ya existentes, organizado es necesario especificar los detalles vinculados al estudio y objetivo sus conclusiones no se amparan en un parecer subjetivo, sino en episodios que previamente han sido observados y evaluados.

Es importante mencionar que toda la investigación se generaliza de acuerdo a los objetivos que se plantean en el trabajo de investigación, es por esto que se utilizó la investigación bibliográfica o documental y la investigación de campo para presentar el proyecto.

3.1.1. Investigación bibliográfica y documental.

La investigación bibliográfica y documental ayudo a cubrir el proyecto desde el punto de vista teórico y técnico, ya que se realizó diversas consultas en libros ,revistas, manuales catálogos, folletos y páginas de internet; los cuales ayudaron a tener una idea más clara y precisa sobre el campo de PLC utilizados para controlar aquellas máquinas que deben seguir procesos secuenciales a nivel industrial, tales como empaque de

productos, control de motores, monitoreo de sensores, monitoreo o control de armado de partes, etc.

3.1.2. Investigación de campo.

La investigación de campo es la que se realiza en el lugar de los hechos, esta investigación se la utiliza para verificar cada una de las necesidades existentes y así brindar una pronta solución.

3.2. Métodos

3.2.1. Método inductivo deductivo.

El método mencionado va de lo general a lo particular y algo que tenemos que tomar muy en cuenta es que este método se basa en datos teóricos y reales. Este método contribuyo con verdades y hechos previamente comprobados, como un inicio general para especificar los aspectos, supuestos, destrezas y mecanismos particulares que constituyeron esta investigación, esto estuvo enfocado a determinar los correctivos en el diseño del PLC.

3.2.2. Método analítico sintético.

El método analítico sintético consiste en la separación de un todo en sus partes, para observar su naturaleza u origen; este método permitió investigar de una forma individual cada uno de los elementos del PLC.

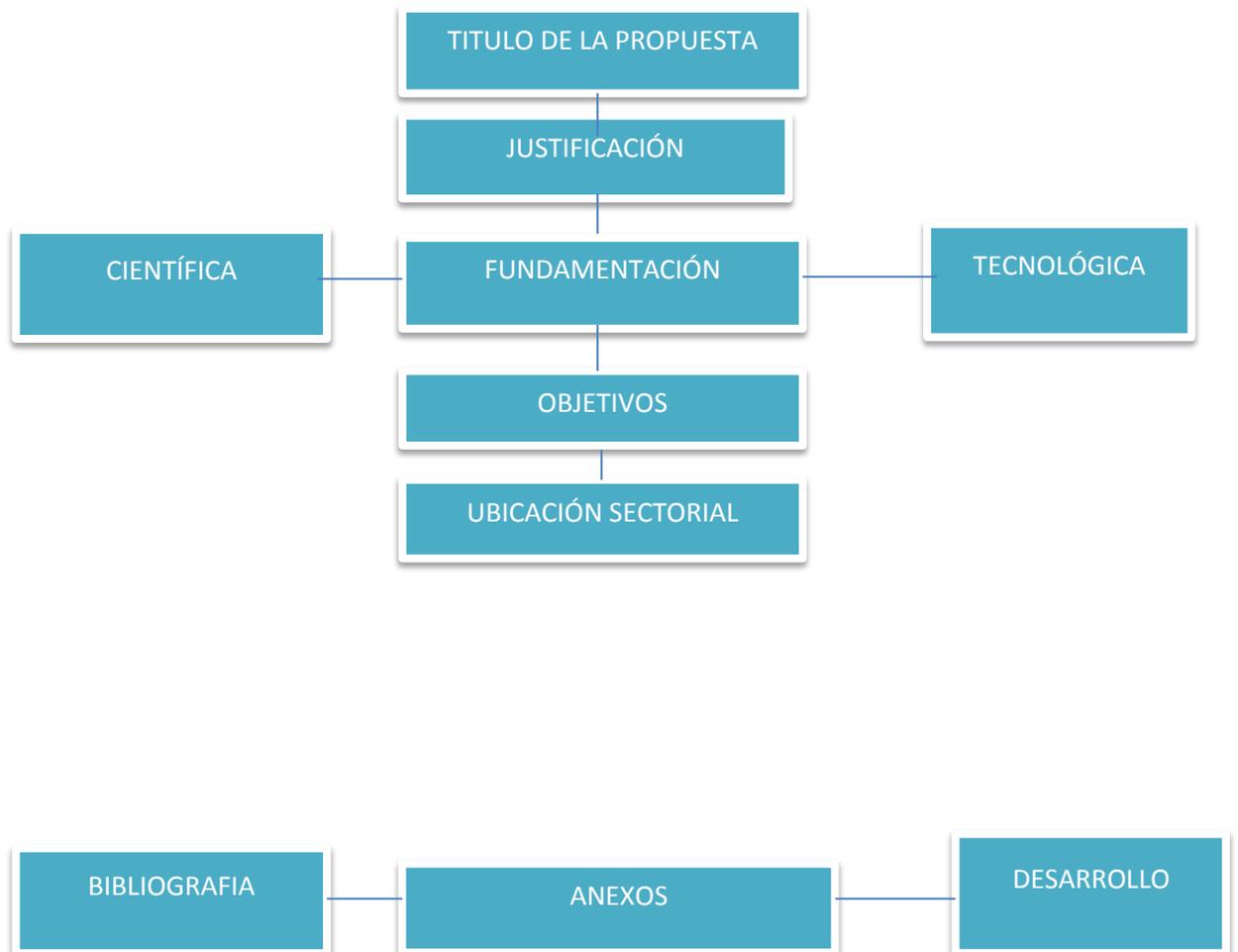
3.3. Técnicas e instrumentos

Existen diversas técnicas e instrumentos de investigación, pero en este proyecto se utilizó la técnica de observación, la cual consiste en observar con el fin de obtener utilizados para controlar aquellas máquinas que deben seguir procesos secuenciales a nivel industrial, tales como empaque de productos, control de motores, monitoreo de sensores, monitoreo o control de armado de partes, etc. E información explícita para la investigación del PLC.

Las encuestas receptaron información mediante un cuestionario que fue previamente procesada para conocer el criterio de los encuestados, el cuestionario contó con preguntas claras, precisas y fáciles de contestar, evitando el empleo de términos que son incomprensibles para las personas.

Las entrevistas y criterio de expertos ayudaron a consultar los diversos puntos de vista que tienen las personas que están involucradas en el campo de la enseñanza, acerca del problema que estamos tratando.

3.4. Esquema de la propuesta.



Fuente: El autor, 2015.

CAPITULO IV

4. PROPUESTA TECNOLÓGICA

4.1. Tema

- Propuesta de aplicación del PLC en base de un manual de prácticas de simulación de salidas analógicas e Implementación del módulo de salidas analógicas del PLC con funciones establecidas por cualquier usuario.

4.2. Justificación

La universidad Técnica del Norte se dispone en buscar y emprender las nuevas tendencias tecnológicas en generación eléctrica y especialmente implementando PLC'S demostrando a nuestra comunidad universitaria y de especialidad que nos encontramos en una zona privilegiada para imponer nuevas tecnologías de control eléctrico, que hoy en día serian de gran ayuda en las industrias.

El modelo de aplicación del PLC en base de un manual de prácticas de simulación de salidas analógicas e implementación del módulo de salidas analógicas del PLC con funciones establecidas por cualquier usuario implementado en el taller de especialidad de ingeniería en mantenimiento eléctrico de la universidad Técnica del Norte tendrá como principales beneficiados a los estudiantes y docentes que desempeñan su vida cotidiana.

4.3. Fundamentación

Al fomentar con los compañeros las ideas de imponer nuevas tecnologías dando realce de concientizar y comprometernos en ser parte del cambio que el mundo lo tiene como un reto apoyándonos en estos tipos de innovación como los PLC'S que serán los que reemplacen a los sistemas tradicionales de automatización que actualmente en las industrias del Ecuador y alrededor del mundo aún se utilizan ,con esta iniciativa de carácter tecnológico quedará plasmada una de las muchas formas de control eléctrico y de fácil adaptación de nuestro medio.

4.4. Objetivos

4.4.1. Objetivo general.

- Aplicar el PLC en base de un manual de prácticas de simulación de salidas analógicas así como también la implementación del módulo de control de salidas analógicas del PLC con funciones establecidas por cualquier usuario.

4.4.2. Objetivos específicos.

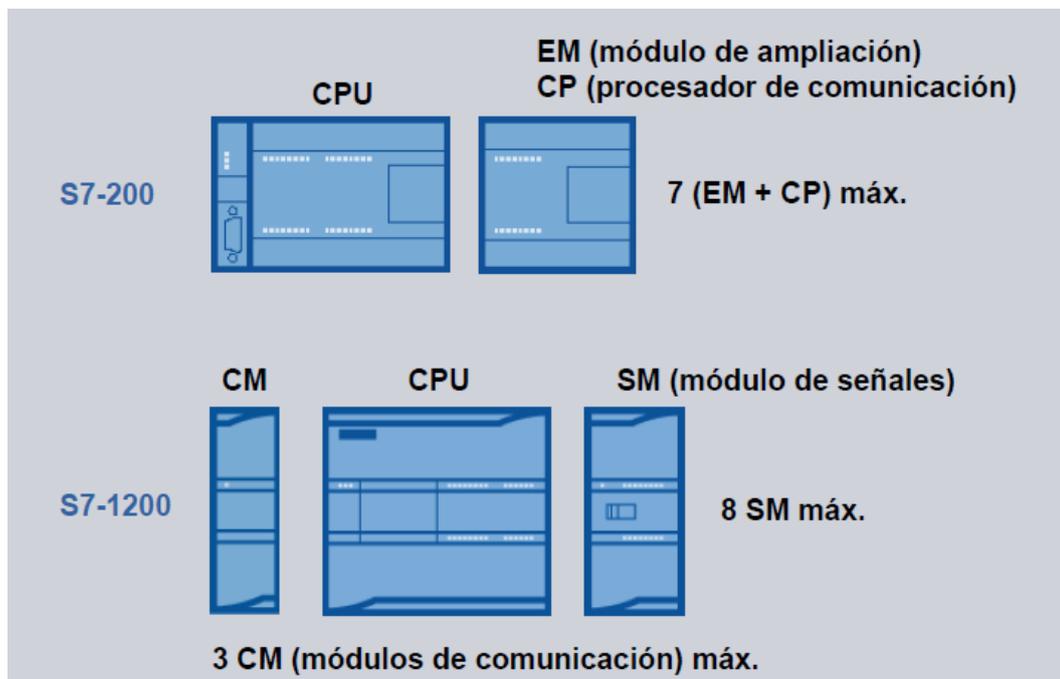
- Obtener un documento orientador de carácter sencillo de aplicación que permita una mayor eficiencia y eficacia en el PLC.
- Elaborar esquemas que faciliten la comprensión de los procesos del PLC.
- Proporcionar información de factores que identifiquen y analicen riesgos relevantes del PLC para el logro de los objetivos.

4.5. Desarrollo de la propuesta

4.5.1. PLC S71200 SIEMENS

El PLC S71200 es el sucesor de S7200 y ha estado en el mercado desde el año 2009, el PLC S71200 es modular y compacto creado para satisfacer necesidades de sistemas de control muy cotizado por su tamaño reducido, su bajo costo y sus potentes funcionalidades.

Ilustración No. 8. Extensibilidad del S7200 vs S71200



Fuente: Manual de transición S7200-S71200, 2009.

El totally integrated automation Portal (TIA Portal) ha destinado al programa STEP 7 como software de programación para este PLC.

A continuación una tabla en la cual se detalla las capacidades de las funciones del PLC S71200:

Tabla No. 3. Capacidades del PLC S71200

FUNCIÓN	CAPACIDAD
Dimensiones físicas	90*100*75
Memoria de usuario: <ul style="list-style-type: none">• Memoria de carga• Memoria de trabajo• Memoria Remanente	25 Mb 1Mb 2Mb
E/S integrales <ul style="list-style-type: none">• Digitales• Analógicas	8 entradas/6 salidas 2 entradas
Memoria de proceso	1024 bytes para I/Q
Área de marcas	4096 bytes
Módulos de comunicación	3 en el lado izquierdo
PROFINET	1
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas de números reales	18μ por instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,1μ por instrucción

Fuente: El autor, 2015

Tabla No. 4. Tensiones nominales

Tensión nominal	Tolerancia
24 V DC	20,4 V DC a 28,8 V DC
120/230 V AC	85 V AC a 264 V AC, 47 a 63 Hz

Fuente: Manual S71200, 2014.

Tabla No. 5. Datos técnicos de la CPU del PLC S71200

Modelo	CPU 1212C AC/DC/relé
Referencia	6ES7 212-1BD30-0XB0
Dimensiones A*A*P (mm)	90*100*75
Peso	425 gramos
Disipación de potencia	11w
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1000 mA máx. (5 V DC)
Intensidad disponible (24V DC)	300 mA máx. (alimentación de sensores)
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4mA/entrada utilizada
Ampliación con módulos de señales	2 SMs máx.
Contadores rápidos	4 en total Fase simple: 3 a 100KHz de frecuencia de reloj Fase en cuadratura: 3 a 80 KHz de frecuencia de reloj
Salida de impulsos	2
Entrada de captura de impulsos	8
Memory card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Velocidad de ejecución booleana	0,1 μ s/ instrucción
Velocidad de ejecución de transferencia de palabras	12 μ s/instrucción
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 μ s/instrucción

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 6. Datos de comunicación.

Tipo	Ethernet
Conexiones	<ul style="list-style-type: none">• 3 para HMI• 1 para la programadora• 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario• 3 para CPU a CPU
Transferencia de datos	10/100
Aislamiento (señal externa)	Aislado por transformador, 1500 V DC

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 7. Fuente de alimentación.

Rango de tensión	85 a 264 V AC
Intensidad de entrada CPU a carga máxima	80mA a 120 V AC 40mA a 240 V AC
CPU con todos los accesorios de Ampliación a carga máxima.	240mA a 120 V AC 120mA a 240 V AC
Corriente de interrupción (máx.)	20 A a 264 V AC
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional.	0,5 mA máx.

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 8. Alimentación de sensores

Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC
Intensidad de salida nominal	300mA protegido contra cortocircuito

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 9. Entradas digitales

Número de entradas	8
Tensión nominal	24 V DC a 4mA, nominal
Tensión continua admisible	30V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35V DC durante 0,5 seg.
Señal 1 lógica (mín.)	15V DC a 2,5mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 10. Entradas analógicas.

Número de entradas	2
Rango	0 a 10V
Rango Total(palabra de datos)	0 a 27648
Resolución	10 bits

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

Tabla No. 11. Salidas digitales

Número de salidas	6
Rango de tensión	5 a 30 V DC ó 5 a 250 V AC
Intensidad (máx.)	2 A

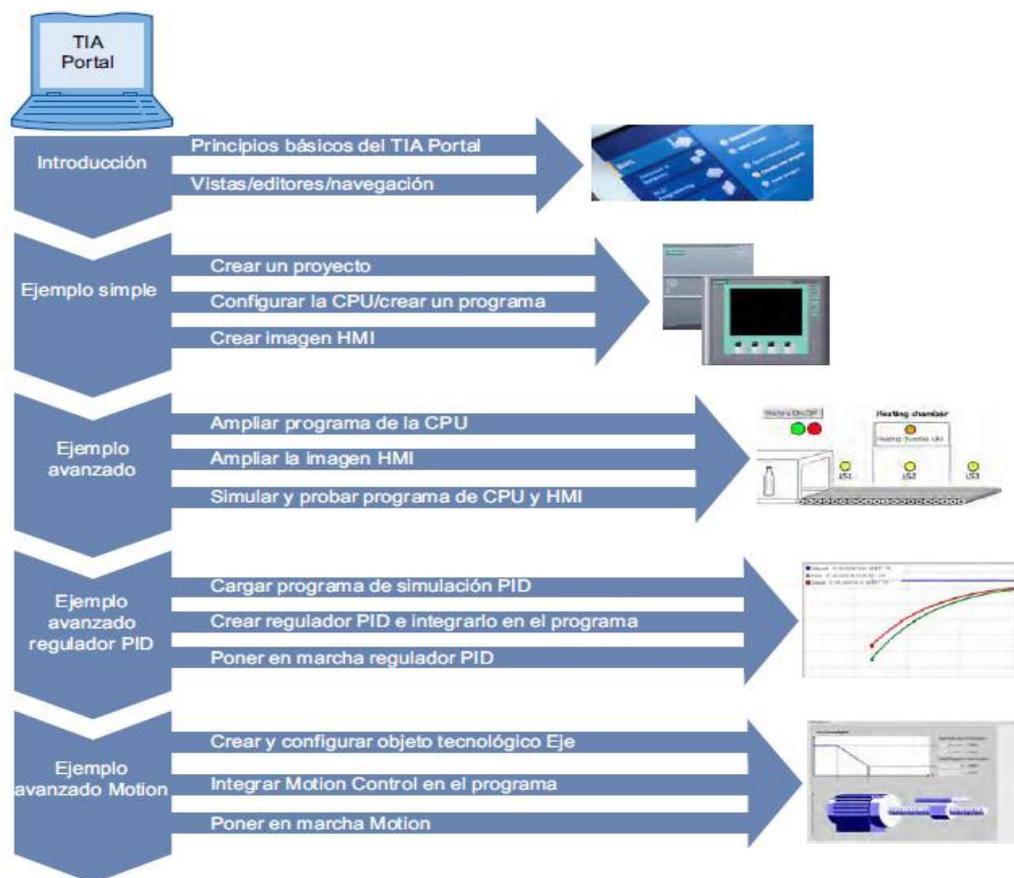
Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

4.5.2. Configuración TIA Step 7.

El TIA Portal es un software integral de Siemens que permite configurar PLC's, redes entre PLC's y con dispositivos Siemens como variadores HMI's, entre otros.

Para el PLC S7-1200 CPU 1212C AC/DC/RLY 6ES7 212-1BD40-0XB0, que tiene la versión 4.0 de firmware solo se puede utilizar el TIA PORTAL V1

Ilustración No. 9. TIA PORTAL configuraciones.



Fuente: Introducción al TIA PORTAL Manual, 2014.

Los principales pasos de configuración del TIA PORTAL son:

- Creación del proyecto
- Configuración del hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programación del controlador
- Configuración de la visualización
- Carga de los datos de configuración
- Uso de las funciones Online y diagnóstico

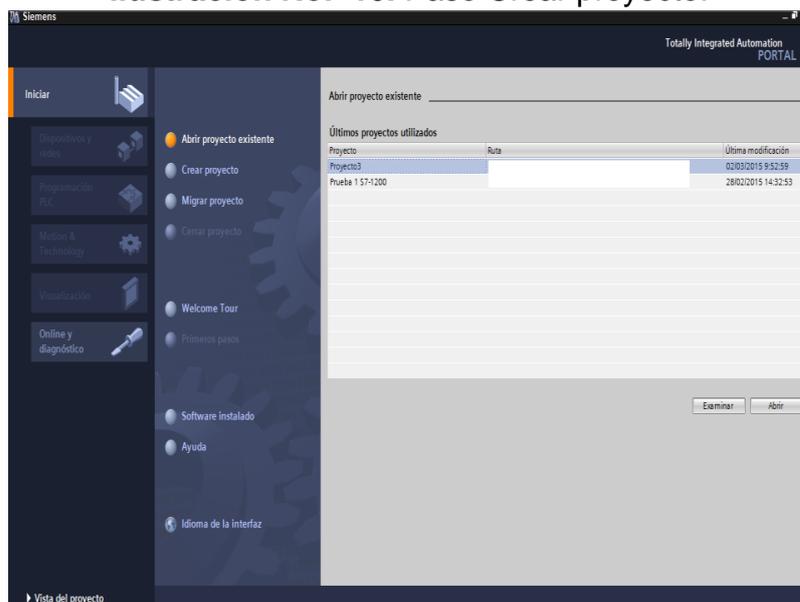
A continuación se detalla la creación de un proyecto para comprender más fácilmente los pasos a seguir del manejo de TIA PORTAL, el proyecto que sigue a continuación es el típico sistema básico de enclavamiento de una bobina, mediante 21 pasos claros y sencillos.

1.- Al abrir el icono de TIAV13 en el PC aparece la primera ventana en cual aparecen las siguientes opciones:

- Abrir proyecto
- Crear proyecto
- Migrar proyecto
- Como no se tiene ningún proyecto existente se da click en abrir proyecto.

Dar click en Crear proyecto

Ilustración No. 10. Paso Crear proyecto.



Fuente: El Autor, 2015.

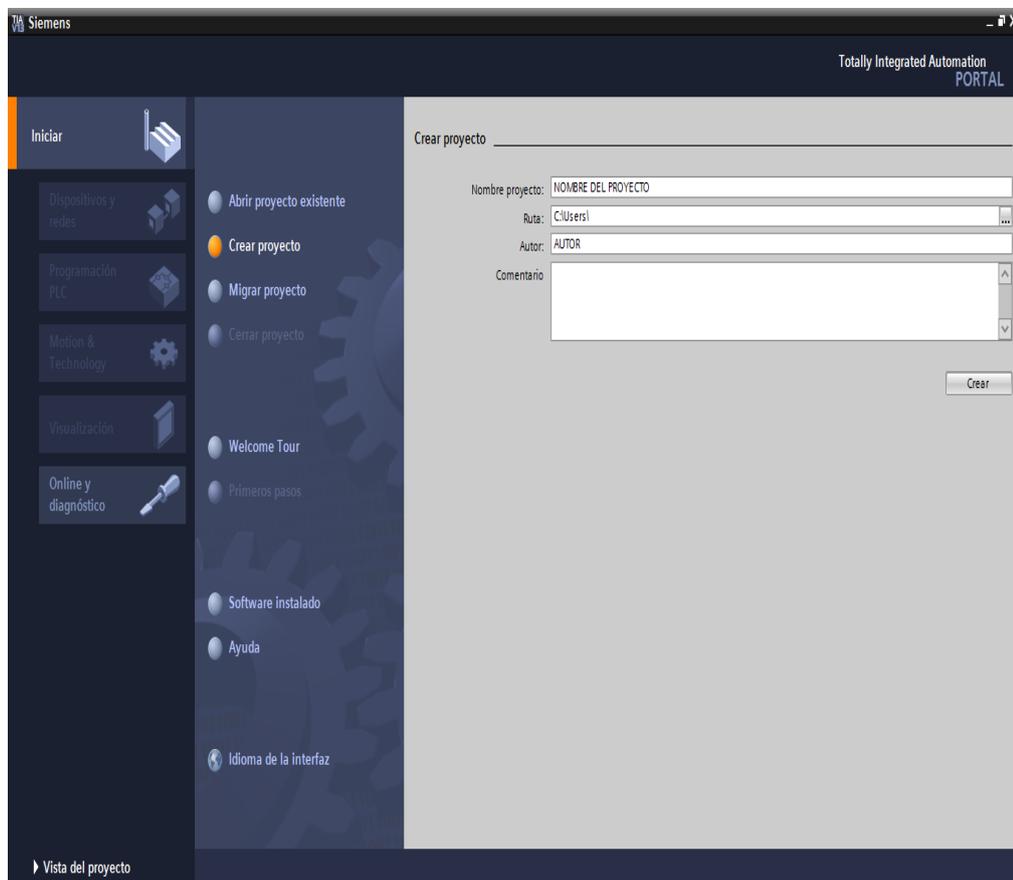
2.- Al dar click en crear proyecto se abre los datos del proyecto:

- Nombre del proyecto
- Ruta
- Autor
- Comentario

Se escribe el nombre del proyecto, la ruta donde se guardara el proyecto, el nombre del autor, algún comentario si se desea.

Dar click en crear

Ilustración No. 11. Datos del proyecto.



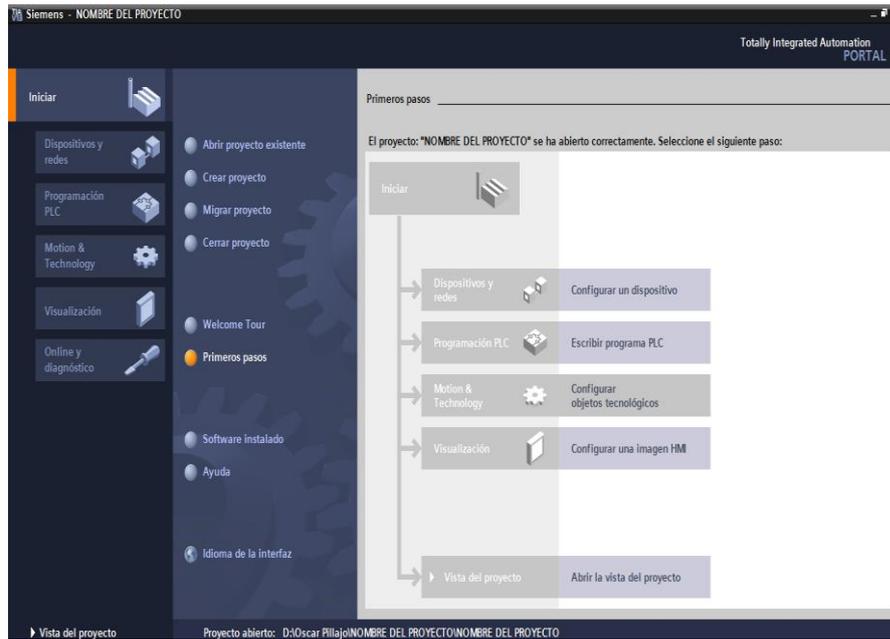
Fuente: El autor, 2015.

3.- La siguiente pantalla que se abre consta de las siguientes opciones:

- Configurar un dispositivo.
- Escribir programa PLC.
- Configurar objetos técnicos.
- Configurar una imagen HIM.
- Abrir la vista del proyecto.

Dar click en configurar dispositivo.

Ilustración No. 12. Paso configurar un dispositivo.



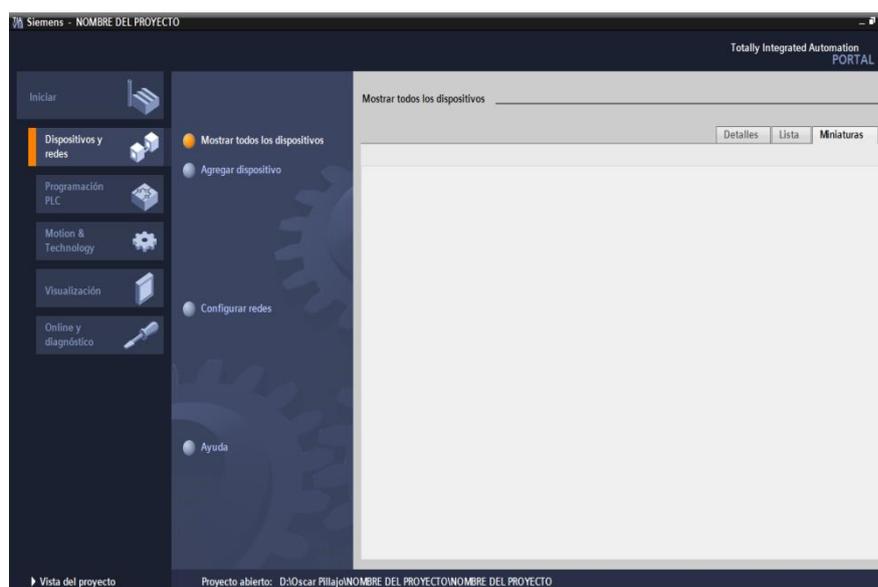
Fuente: El autor, 2015.

4.- Luego la siguiente pantalla consta de las siguientes opciones:

- Mostrar todos los dispositivos
- Agregar dispositivo
- Configurar redes
- Ayuda

Dar click agregar dispositivo.

Ilustración No. 13. Paso mostrar un dispositivo.



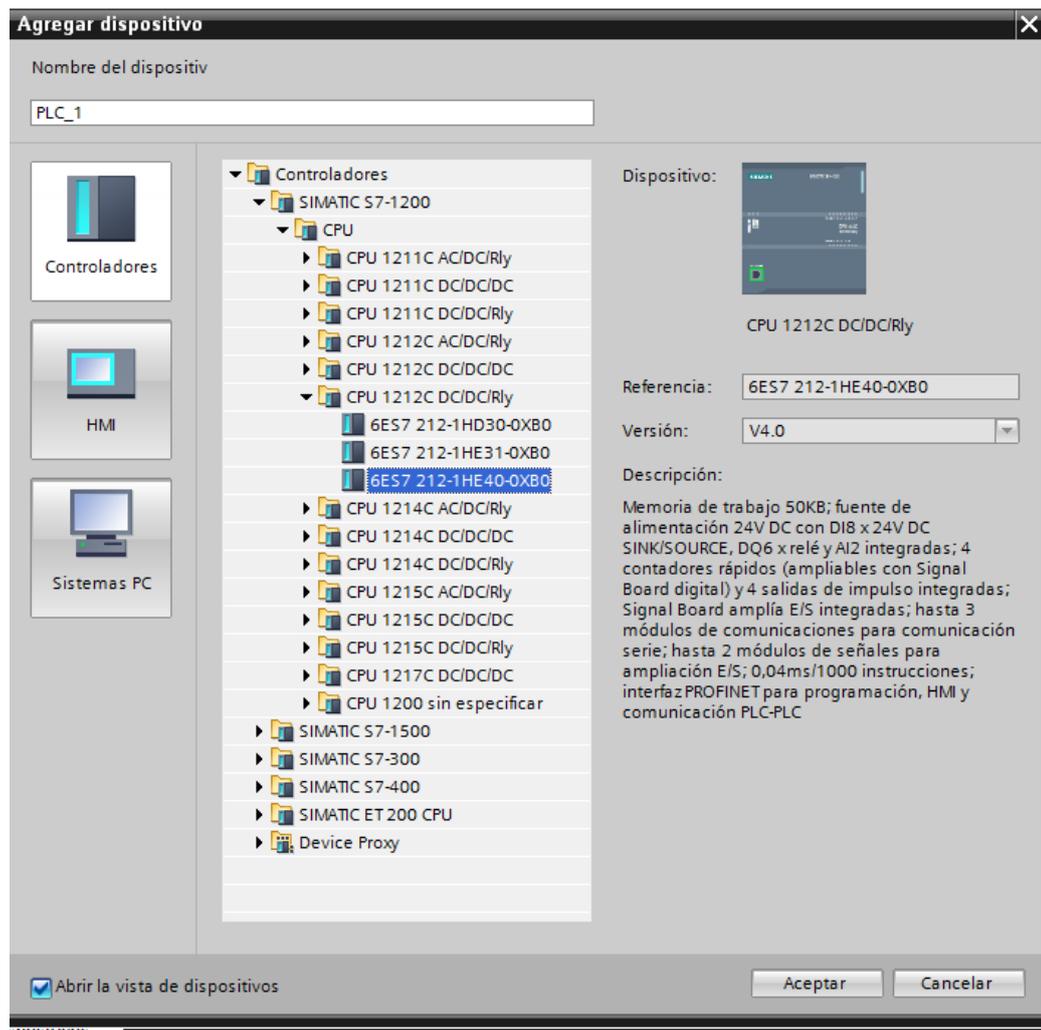
Fuente: El autor, 2015.

5.- La siguiente ventana consta de estas opciones:

- SIMATIC S7-1200
- SIMATIC S7-1500
- SIMATIC S7-400
- SIMATIC S7-300
- SIMATIC ET 200 CPU
- Device proxy

Se escoge el SIMATIC S7-1200

Ilustración No. 14. Controladores TIA Portal.



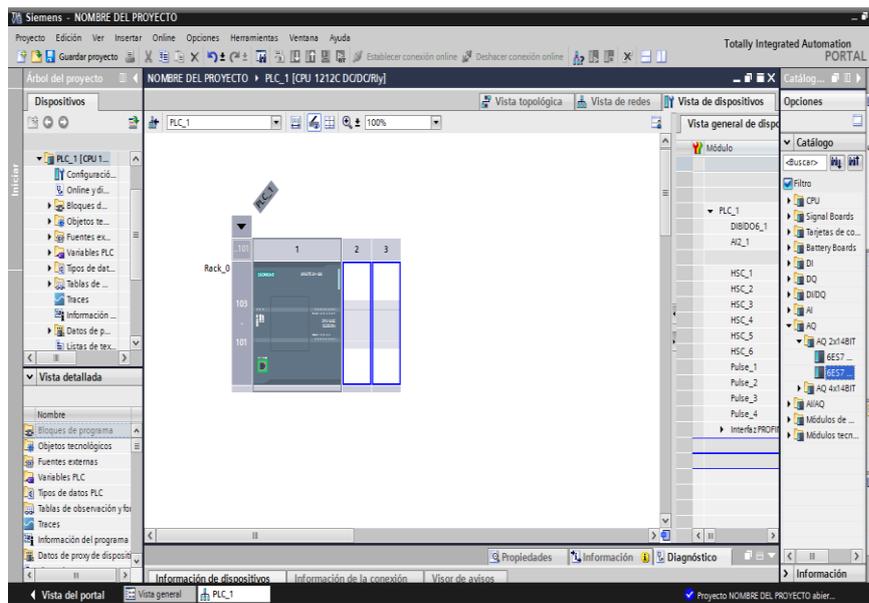
Fuente: El autor, 2015

Luego se escoge el CPU que corresponde que es 1212C y por último se escoge la referencia 6ES7 212-1BD40-0XB0.

6.- A continuación se despliega la siguiente pantalla, donde se muestra el PLC, en la parte derecha se tiene todos los módulos compatibles con el CPU, en el caso del presente proyecto se tiene que agregar el módulo de

salidas analógicas 6ES7 232-4HB30-0XB0 esta numeración es para salidas analógicas, que está en la pestaña AQ y se arrastra el modulo hacia el slot que se encuentra a la derecha de la CPU, o se da doble click en el módulo y automáticamente este se agrega al proyecto. Cabe acotar que los módulos de expansión de salidas y entradas tanto digitales como analógicas van a la derecha del CPU y los módulos de comunicación van a la izquierda del CPU.

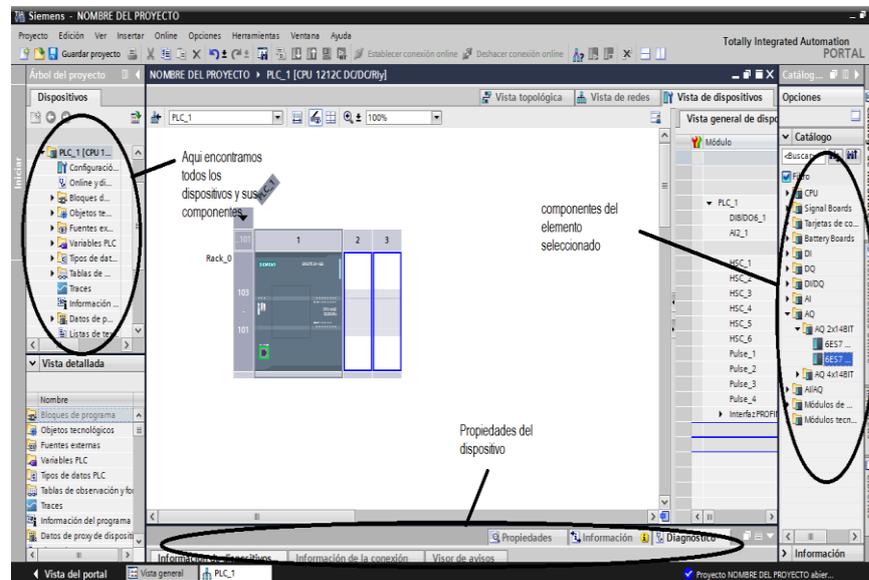
Ilustración No. 15. CPU 1212C AC/DC/Rly



Fuente: El autor, 2015.

7.- Esta última pantalla se distinguen las siguientes zonas.

Ilustración No. 16. Explicación de dispositivos TIA Portal.

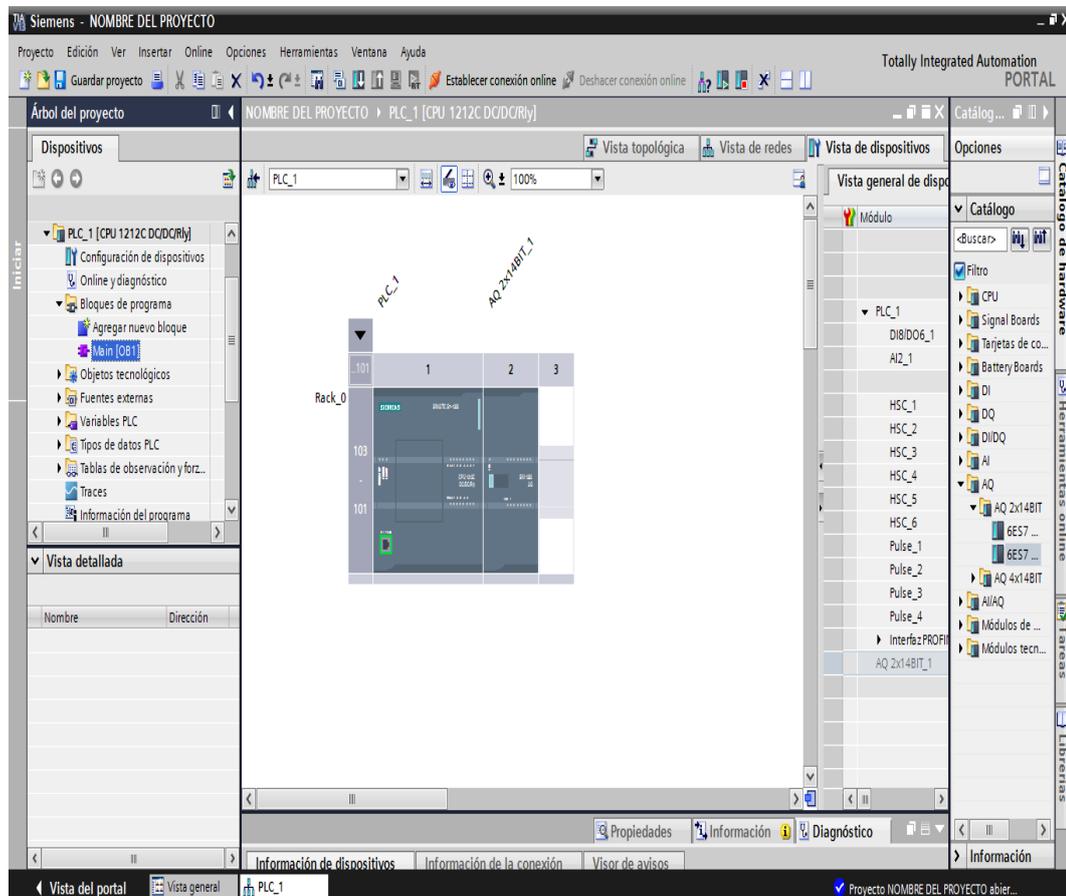


Fuente: El Autor, 2015.

8.- Después de haber agregado el PLC con el respectivo módulo de salidas analógicas al programa, se procede a crear el programa esto se hace buscando en la pestaña dispositivos en la parte izquierda en luego en PLC_1, se entra en Bloques de programa, en Main OB1, este último es el programa principal, doble click sobre Main OB1.

En el programa principal se puede realizar la programación del proceso que se quiera que realice nuestro PLC, en esta ventana realiza la circuitería en lenguaje escalera de dispositivos.

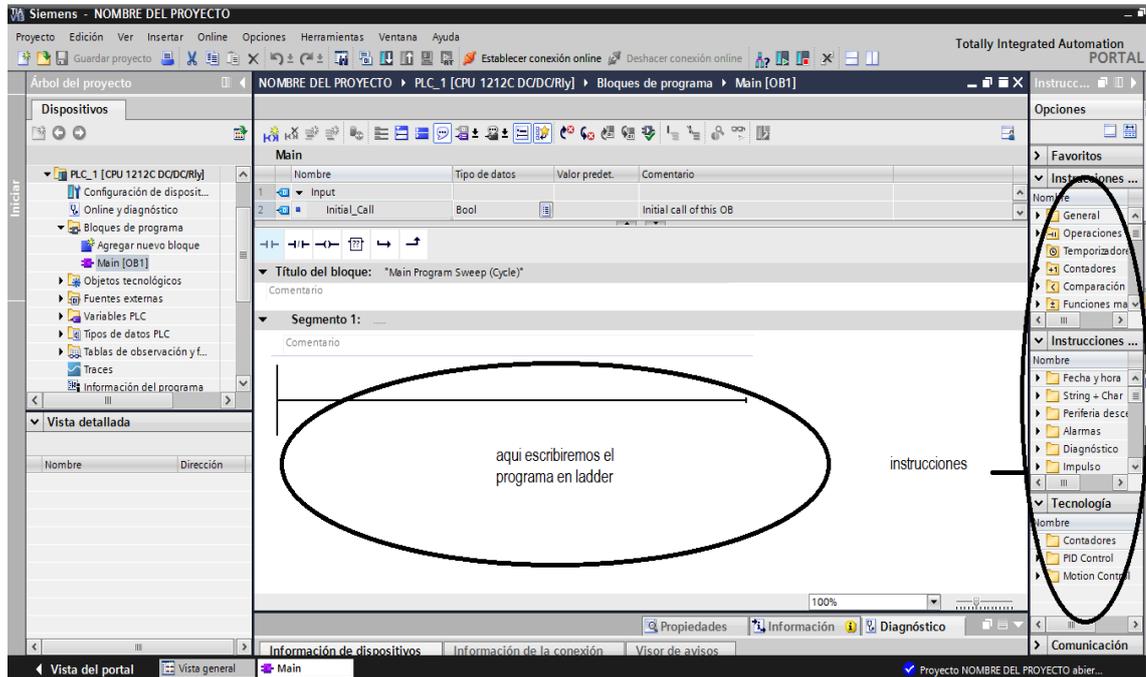
Ilustración No. 17. Módulo de salidas.



Fuente: El autor, 2015.

9.- Se despliega a continuación una pantalla donde se puede programar, por default estará en lenguaje escalera.

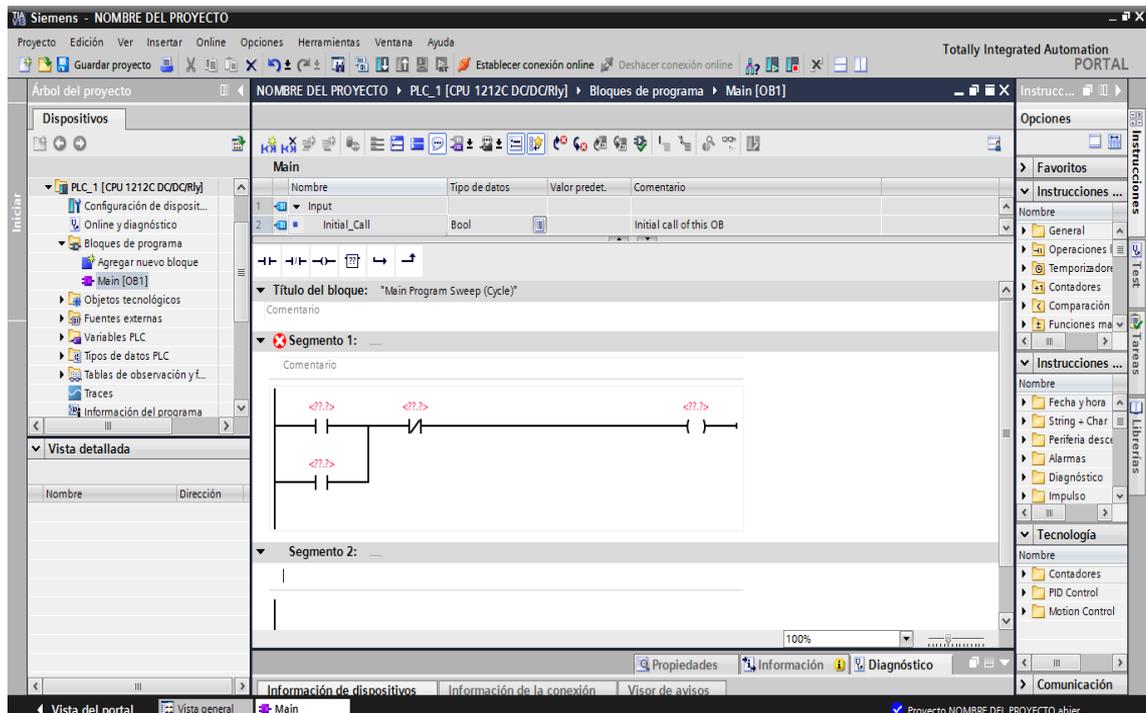
Ilustración No. 18. Ventana de programación escalera.



Fuente: El autor, 2015.

10.- Por motivos didácticos se ha realizado un programa simple de enclavamiento con las indicaciones como programar.

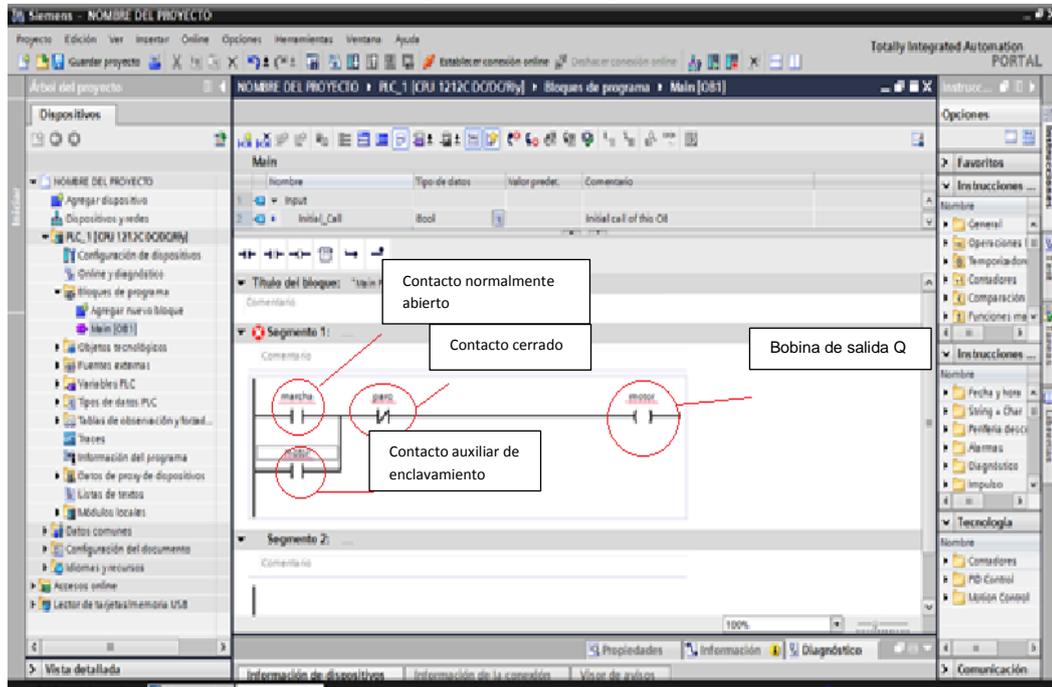
Ilustración No. 19. Diagrama de enclavamiento.



Fuente: El Autor, 2015.

11.- Los contactos del programa tienen una etiqueta en rojo, esto significa que no se ha definido ni el nombre ni la variable a los que están asociados los contactos, para esto se da doble click sobre los signos de interrogación rojos y se escribe un nombre asociado a cada contacto.

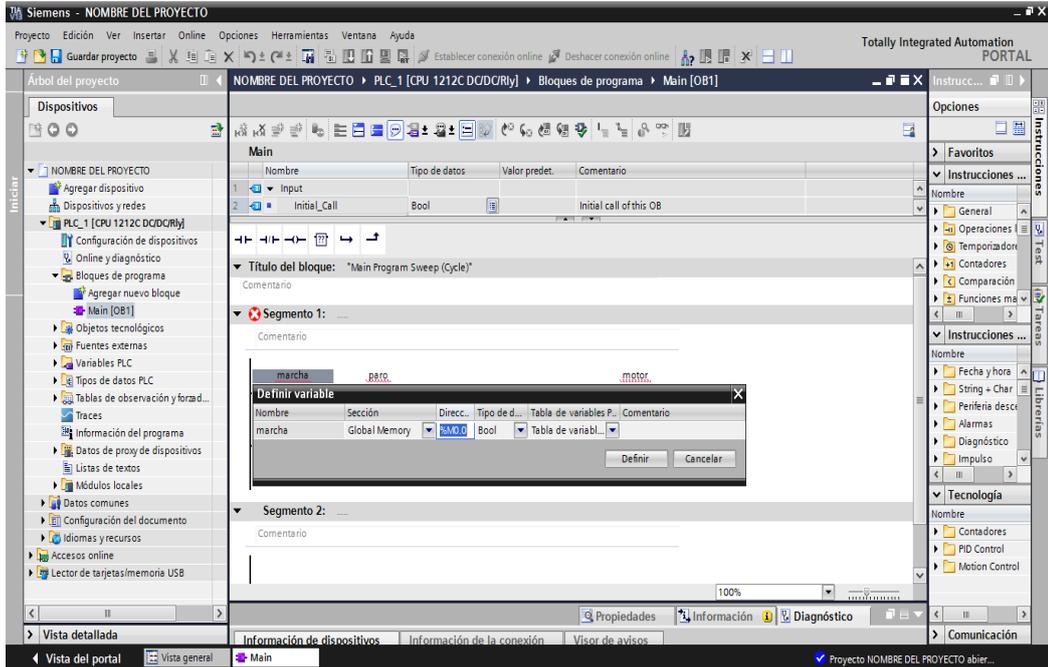
Ilustración No. 20. Dispositivos del proceso de enclavamiento.



Fuente: El autor, 2015.

12.- Ahora se ve que aparece una línea roja bajo las etiquetas que se le puso al programa, esto quiere decir que aún no se define las variables del PLC al que se asocian las etiquetas, para ello se da click derecho sobre la etiqueta a definir y se escoge definir variable, se despliega una pantalla en donde se pide la información de la variable, si esta es variable local, global de memoria, entrada o salida en este caso para el contacto normalmente abierto se quiere que sea entrada digital del PLC y que sea la entrada %I0.0 se designa el nombre marcha.

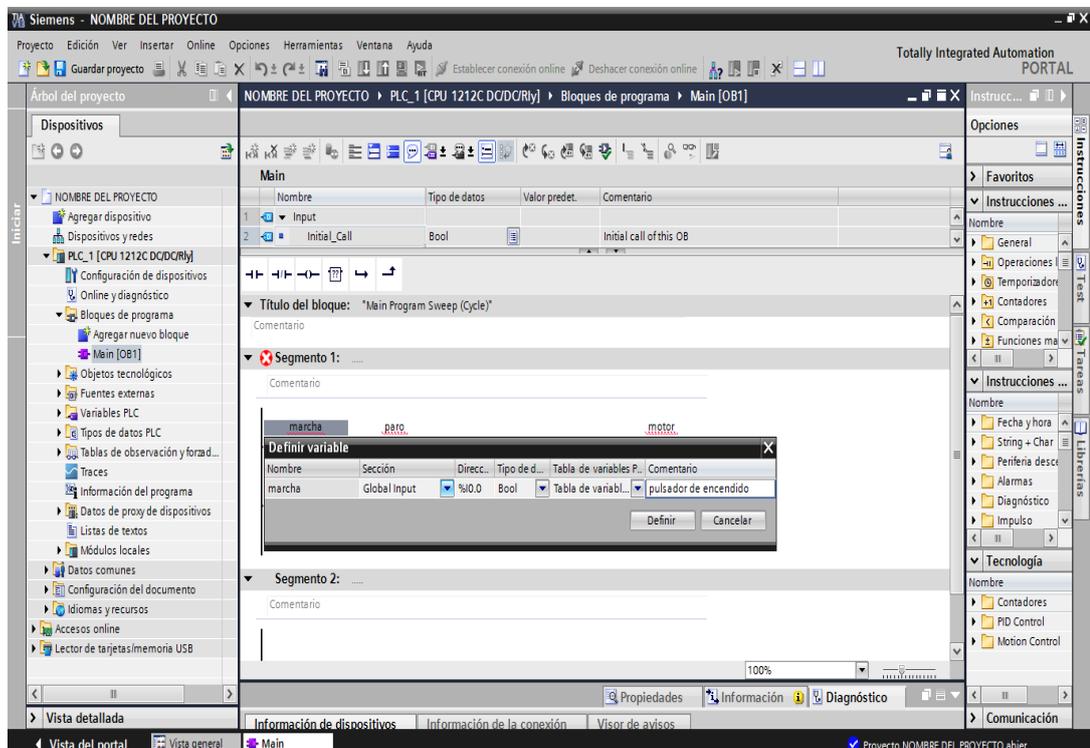
Ilustración No. 21. Paso definir variable.



Fuente: El autor, 2015.

La configuración queda de la siguiente forma, antes de hacer click en definir.

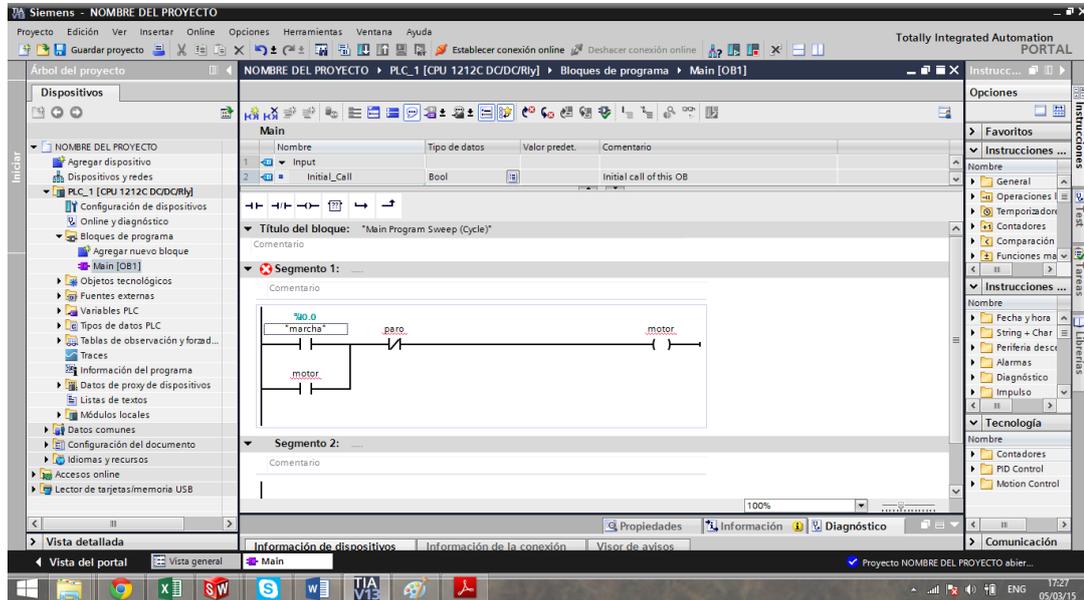
Ilustración No. 22. Definición de entradas.



Fuente: El autor, 2015.

13.- Ahora aparece sin la línea roja abajo y también aparece la dirección en que se definió la variable a la cual está asociada que es %I0.0 y con su nombre “marcha”.

Ilustración No. 23. Nombre de la variable.

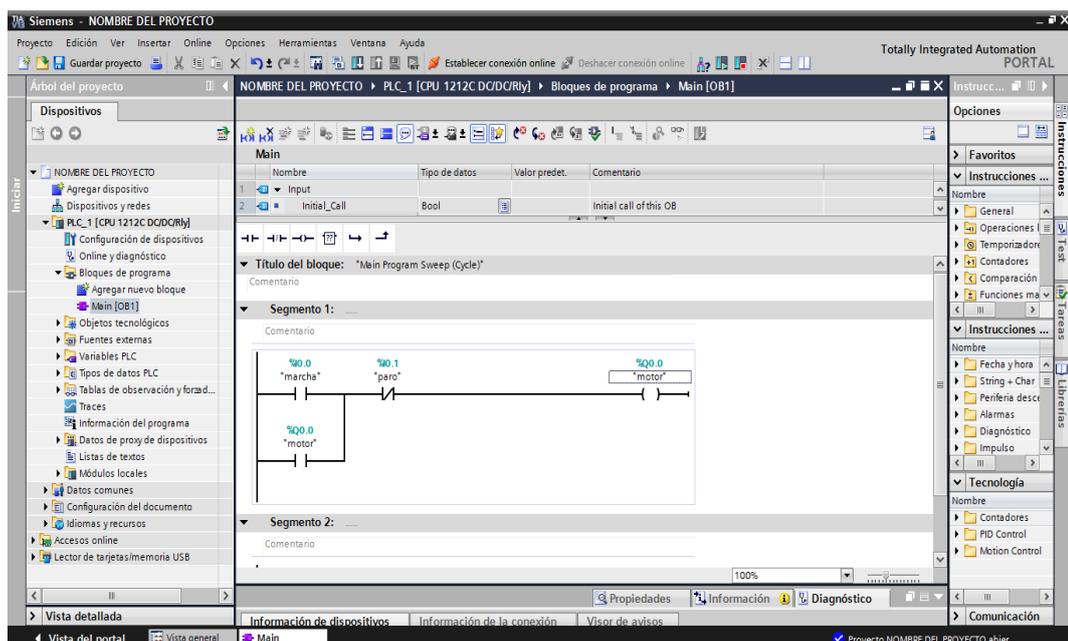


Fuente: El autor, 2015.

De la misma manera para el contacto cerrado será una entrada digital estará definida en I%I0.1 con el nombre de “Paro”, para la bobina se define como salida %Q0.0 con el nombre de “motor”.

Al contacto de enclavamiento basta con ponerle el mismo nombre de la bobina “motor” para que se defina automáticamente como un auxiliar de %Q0.0.

Ilustración No. 24. Definidas todas las variables.



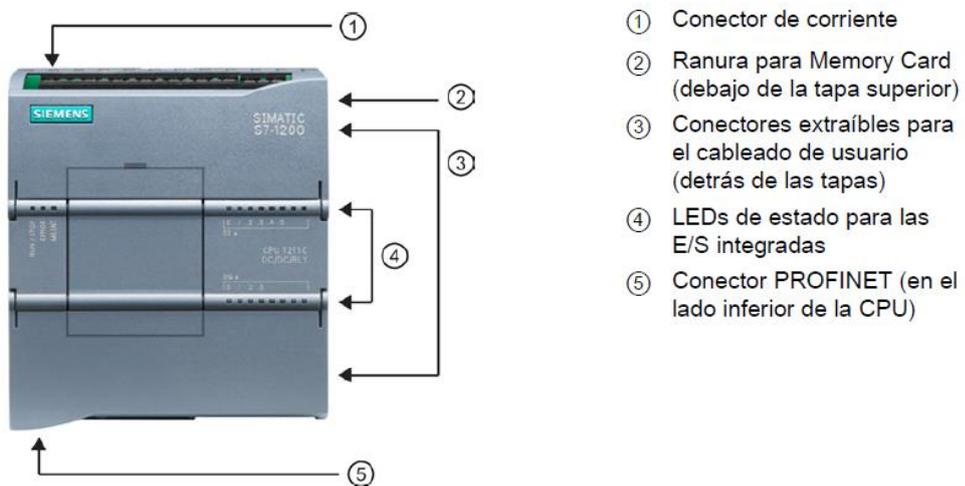
Fuente: El autor, 2015.

14.- Bien ahora con el programa completo se procede a descargar en el PLC el programa para ello se alimenta el PLC y conecta el cable de red PROFINET que permitirá la comunicación entre el programa del PC con el PLC, y deben estar instalados los drivers del PLC estos vienen en un CD cuando se compra el PLC.

Los leds indicaran si el PLC está funcionando al momento de correr el programa y con esto se sabrá que entradas y que salidas se activan al hacer la simulación de control.

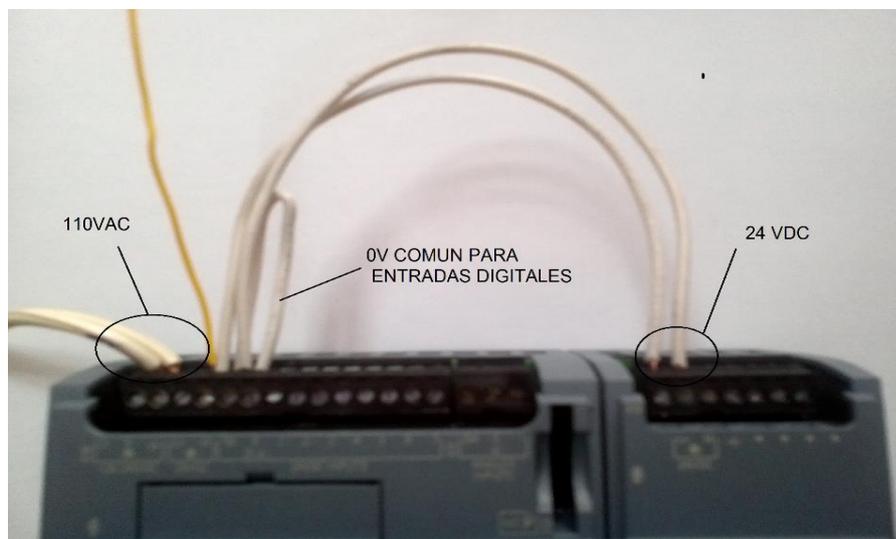
El PROFINET nos permite cargar el programa de enclavamiento al PLC para realizar la simulación.

Ilustración No. 25. PLC S71200 Siemens.



Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200, 2014.

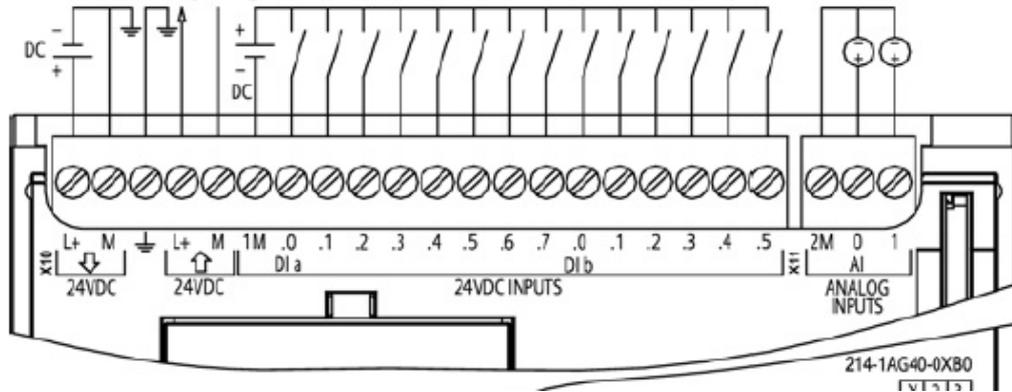
Ilustración No. 26. Conexión de alimentación.



Fuente: El autor, 2015.

El cable Amarillo servirá para simular la conexión de un switch a las entradas analógicas.

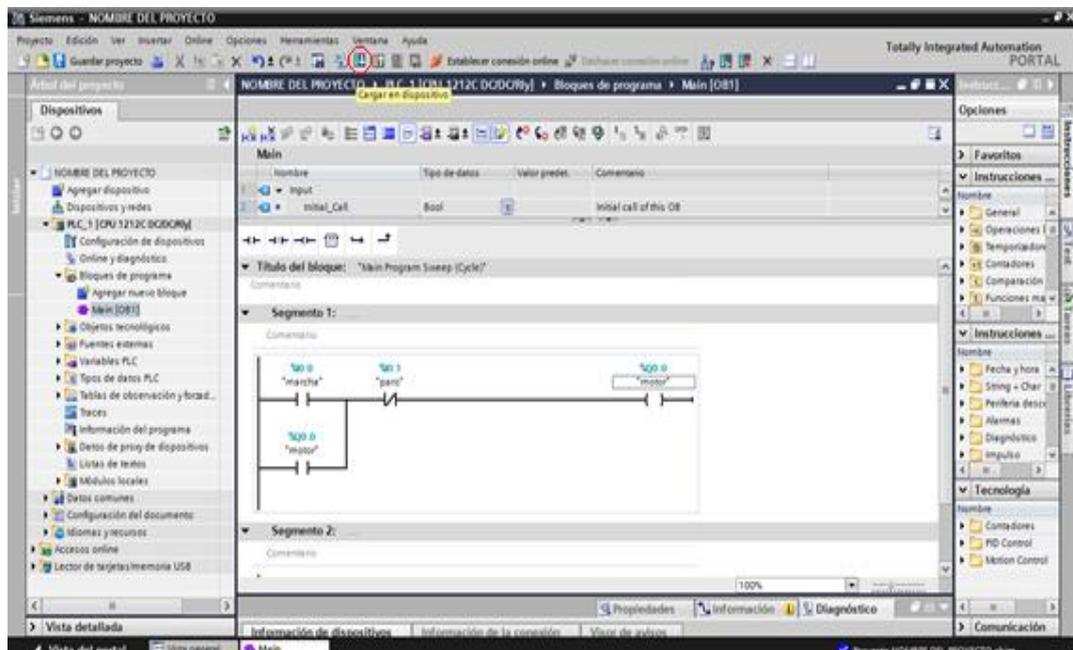
Ilustración No. 27. Diagrama de conexión PLC.



Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200.

15.- Ya conectado el PLC, hacer click en el botón de cargar programa en el dispositivo.

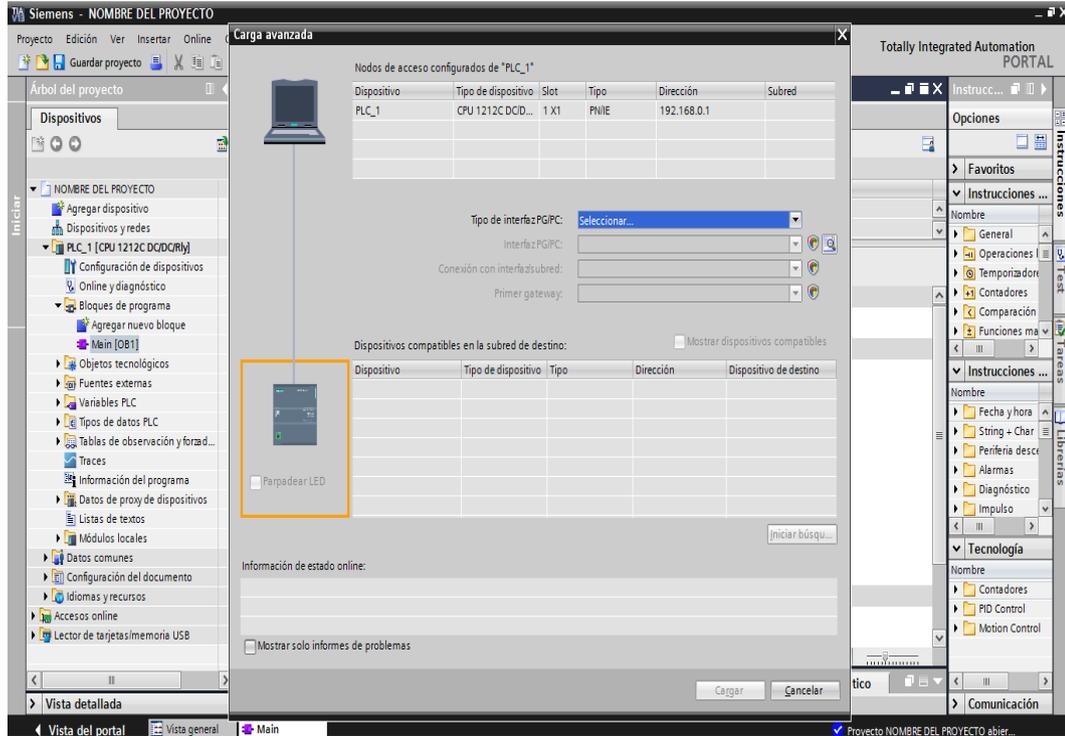
Ilustración No. 28. Cargar dispositivo.



Fuente: El autor, 2015.

16.- A continuación se despliega una pantalla en la cual se configura la conexión entre el PC y el PLC, en esta pantalla se puede ver el IP del PLC, para configurar la conexión de red el PC tendrá que tener un IP similar pero con diferente punto de acceso al del PLC deberá coincidir con los 6 primeros dígitos de derecha a izquierda, el IP del PLC: 192.168.0.1 y el IP de PC: 192.168.0.241.

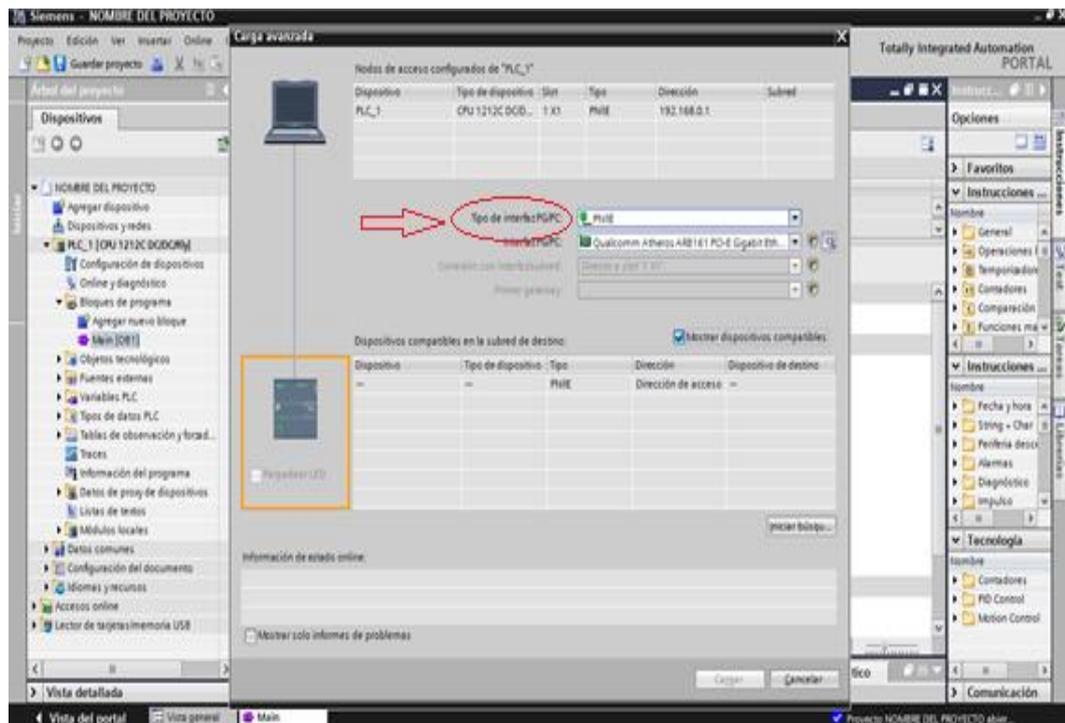
Ilustración No. 29. Conexión de red.



Fuente: El autor, 2015.

17.- Se selecciona la interfaz PG/PC: PG/PL y la tarjeta de Ethernet del computador Interfaz PG/PL: Qualcomm Atheros AR8161, luego se hace click en iniciar búsqueda.

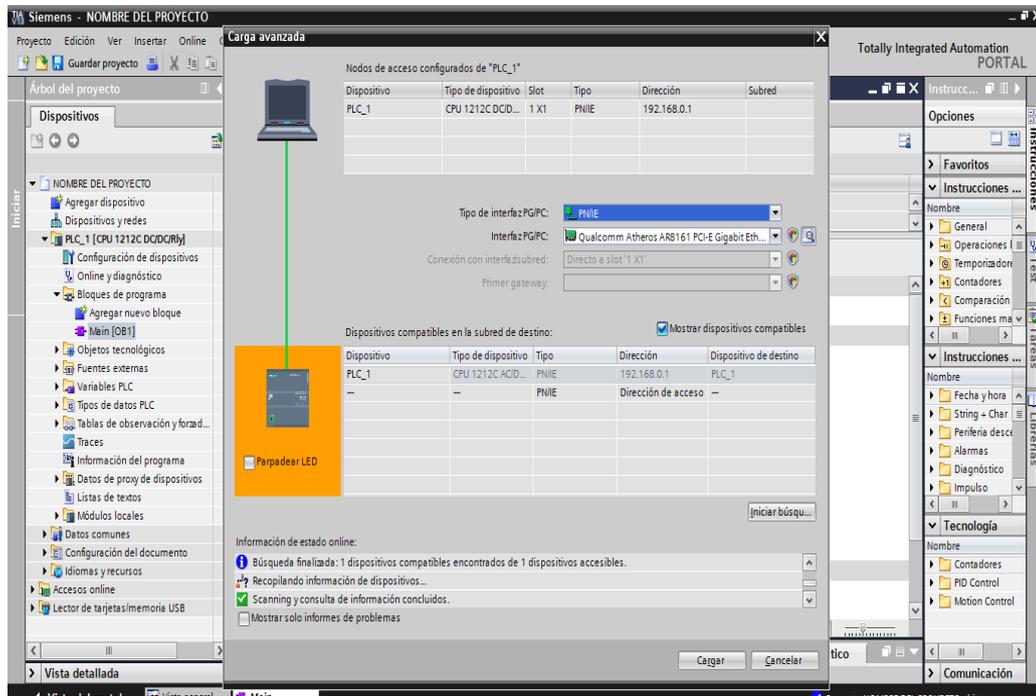
Ilustración No. 30. Interfaz PG/PL.



Fuente: El autor, 2015.

18.- Al completar la búsqueda nuestro dispositivo saldrá en pantalla de la siguiente forma.

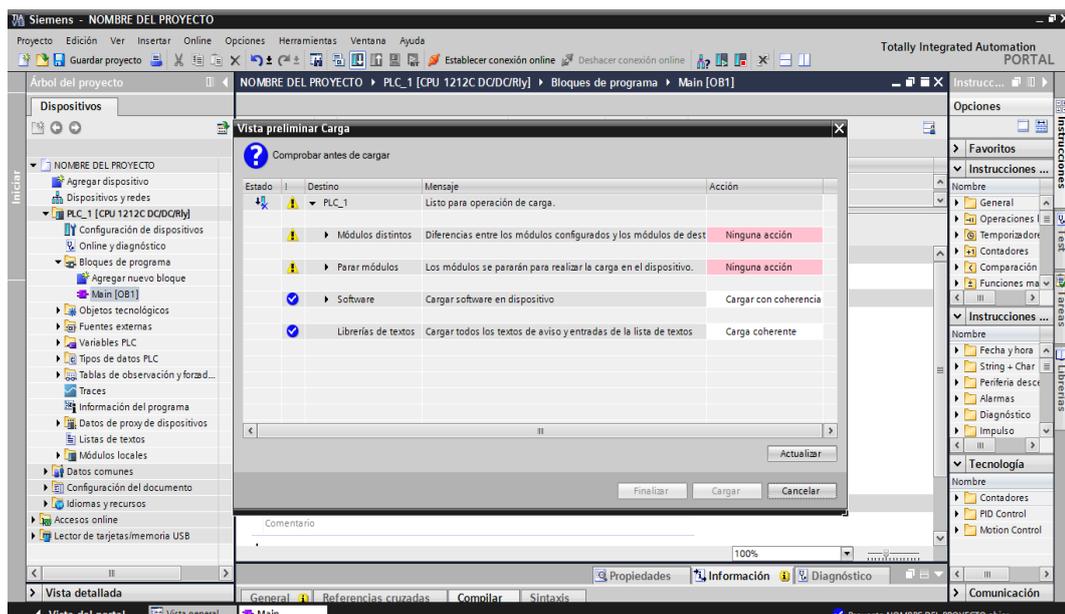
Ilustración No. 31. Interfaz cargada.



Fuente: El autor, 2015.

Se hace click en Cargar, el software compila el programa y muestra errores de existir caso contrario muestra advertencias de existir, en este caso, se tiene las siguientes advertencias para cada una se debe escoger una opción.

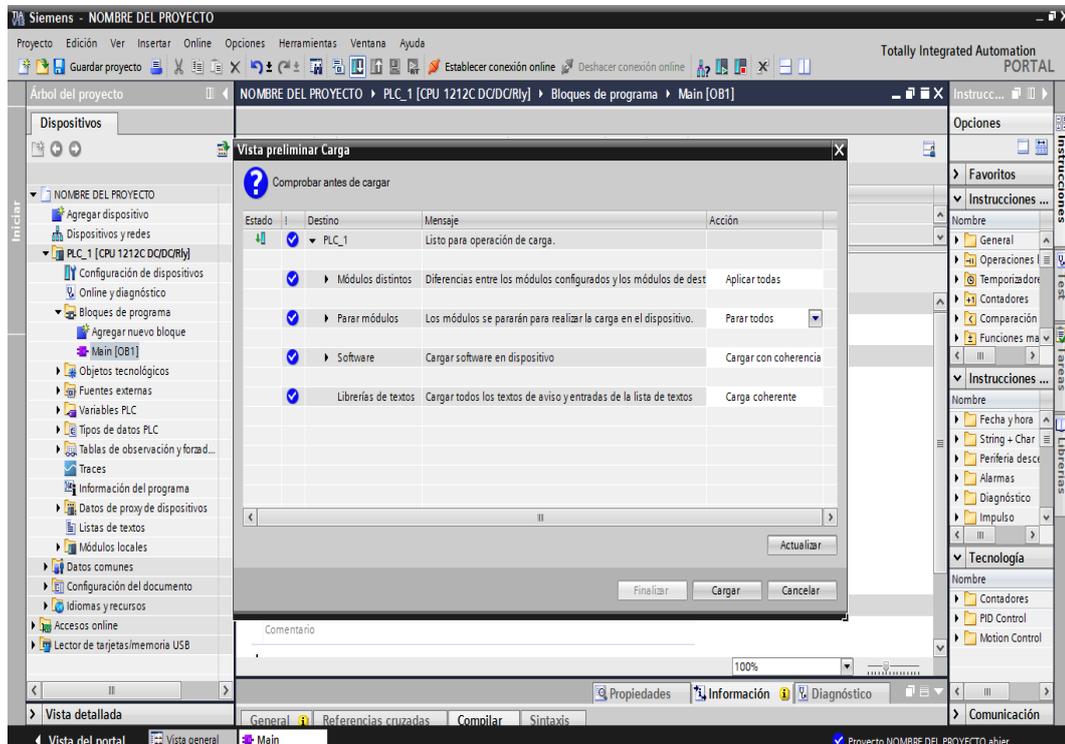
Ilustración No. 32. Compilación del programa.



Fuente: El autor, 2015.

19.- Cuando se haya escogido las opciones las advertencias desaparecen desplegando la pantalla de la siguiente forma.

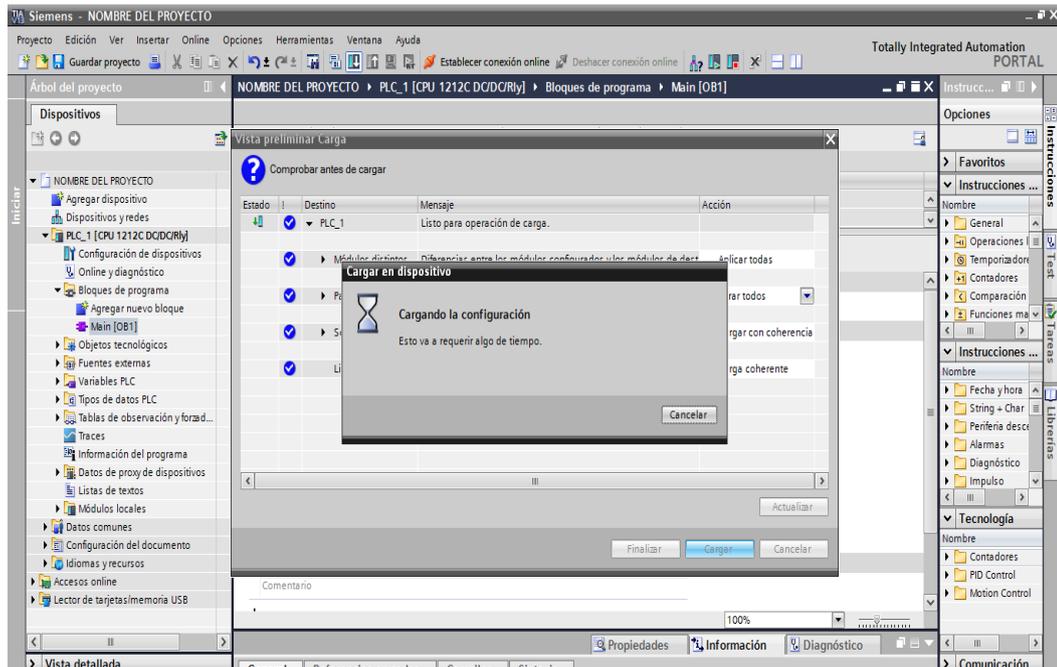
Ilustración No. 33. Optima compilación.



Fuente: El autor.

20.- Hacer click en cargar y el programa cargara la configuración del dispositivo y el programa.

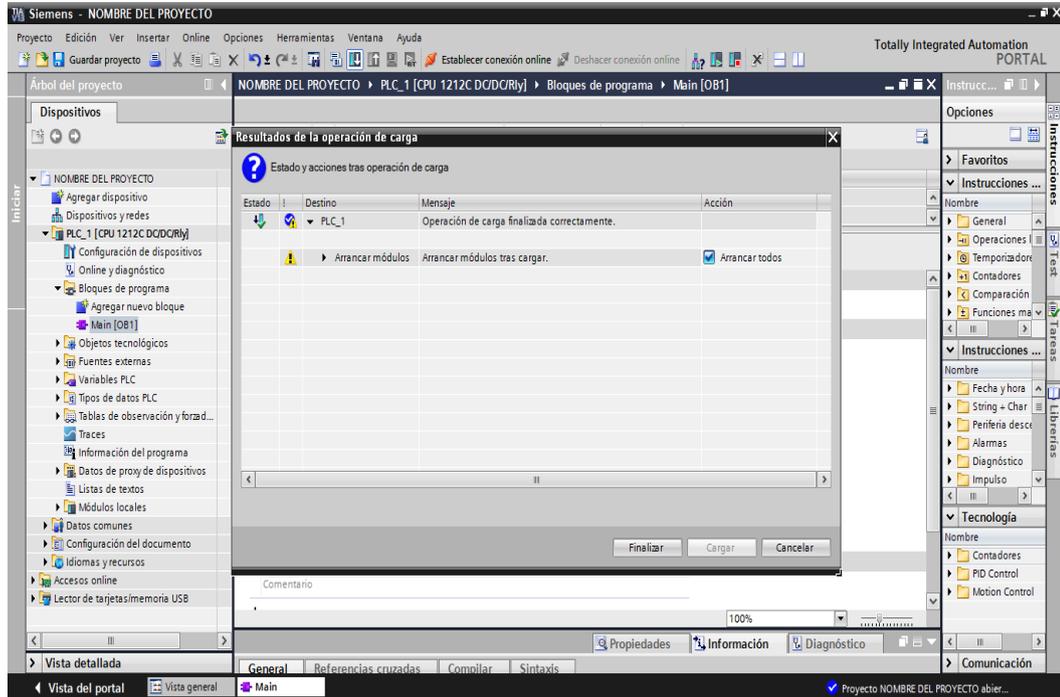
Ilustración No. 34. Paso cargar la configuración.



Fuente: El autor, 2015.

Aparece la advertencia de arrancar, se hace click en finalizar.

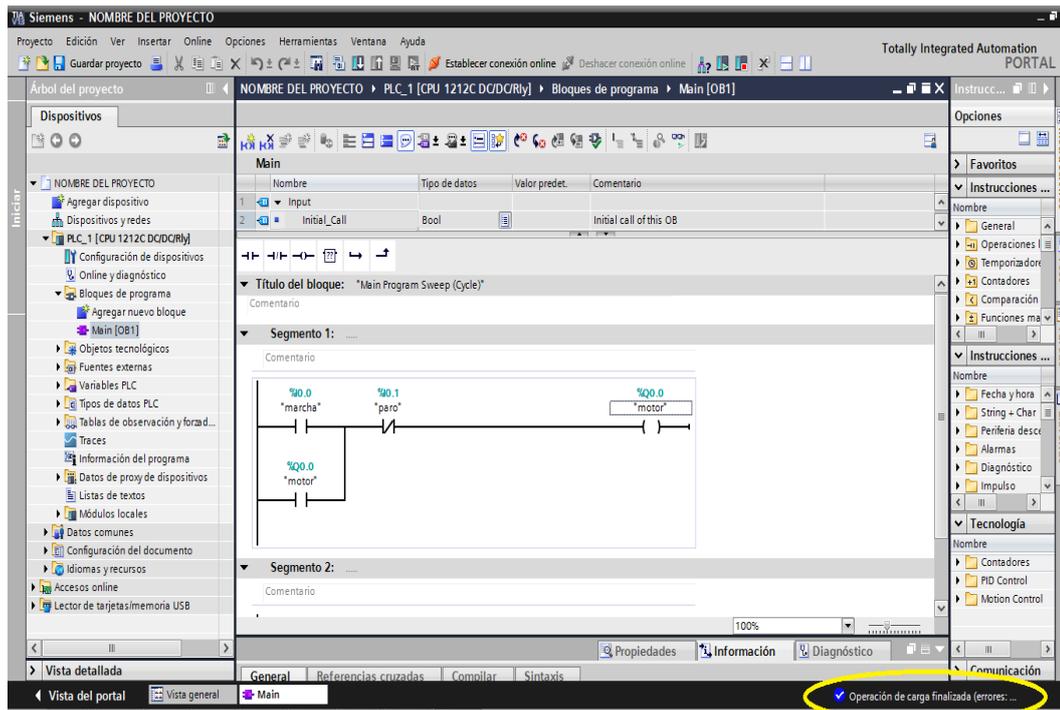
Ilustración No. 35. Advertencia de arranque.



Fuente: El autor, 2015.

21.- La carga se ha realizado y salimos a la pantalla de programa, para comprobar podemos ver en la parte inferior derecha el mensaje operación de carga finalizada.

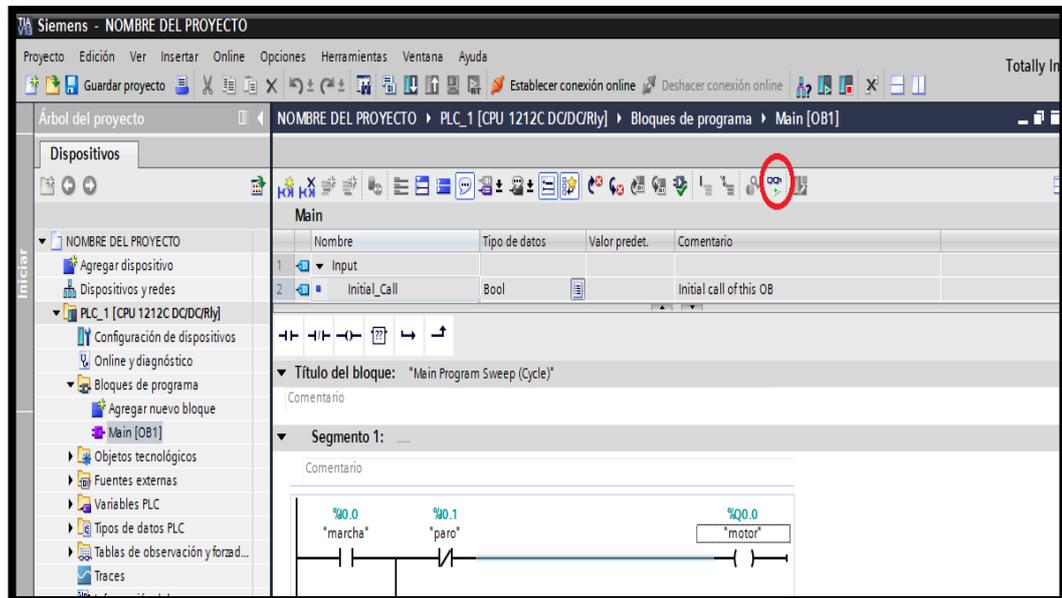
Ilustración No. 36. Carga finalizada.



Fuente: el autor, 2015.

Ahora se puede comprobar el funcionamiento del programa en el PLC y también se puede hacer una observación del programa online, para esto hacemos click en establecer conexión online y luego en el icono dentro del círculo rojo.

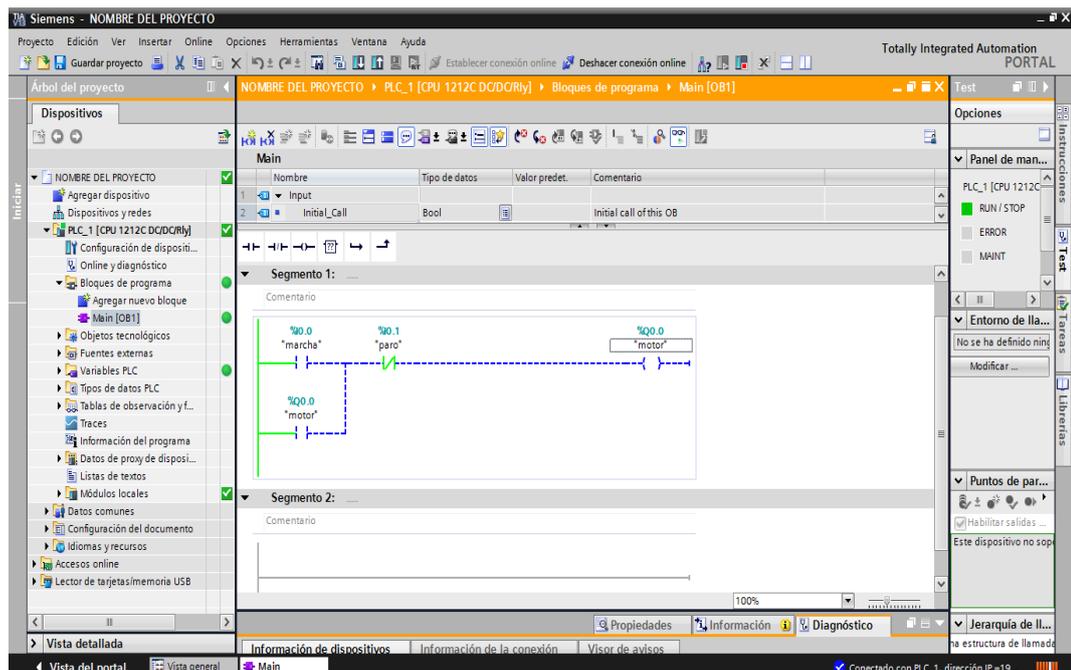
Ilustración No. 37. Icono de conexión Online.



Fuente: El autor, 2015.

El programa cambia de aspecto y podemos ver las líneas energizadas en color verde.

Ilustración No. 38. Simulación del programa.



Fuente: El Autor, 2015.

4.5.3. Prácticas de salidas analógicas.

1. PRACTICA N°1: Salida de Voltaje en la salida analógica del PLC.

Sacar por la salida analógica del PLC un voltaje de 6.8V.

OBJETIVOS:

- Conocer el valor de la resolución del PLC
- Transformar el valor decimal a 6,8V.
- Realizar la programación en el TIA Portal para la salida analógica en el módulo de control del PLC.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Programa TIA Portal debidamente instalado en el ordenador.
- Módulo de control y simulación del PLC.
- Alimentación de energía eléctrica de 110V.

SOLUCIÓN.

Primeramente para trabajar con valores analógicos se necesita saber la resolución en bits de nuestro convertidor de salidas digitales a analógicas, en el caso del PLC S71200 Siemens la resolución de la cuantificación de conversión digital/analógico es de 14,75484 bits que será un dato de placa.

Con este dato de resolución se puede saber cuál será el valor máximo decimal que tendrá el PLC con la siguiente formula.

Ecuación 1. # Decimal Máximo.

$$\#Decimal Max = 2^n - 1$$

Fuente: el autor, 2015

$n = \text{resolucion del PLC}$

$n = 14,75484$

$\#Decimal Max = 2^{14,75484} - 1$

$\#Decimal Max = 27648$

Las salidas analógicas de voltaje del PLC van de 0 a 10V y valor máximo de 27648

Entonces 27648 equivale a 10V y 0 equivale a 0V, se hace una regla de tres simple, de la siguiente forma



Ecuación 2. Transformación decimal a 6,8 V.

$$X = \frac{6.8 * 27648}{10}$$

Fuente: El autor, 2015

$$X = 18801$$

Este es el valor a cargar en el registro de la salida analógica.

Para resolver esta práctica se utilizó el dispositivo MOVE de nuestra barra de instrucciones del TIA PORTA.

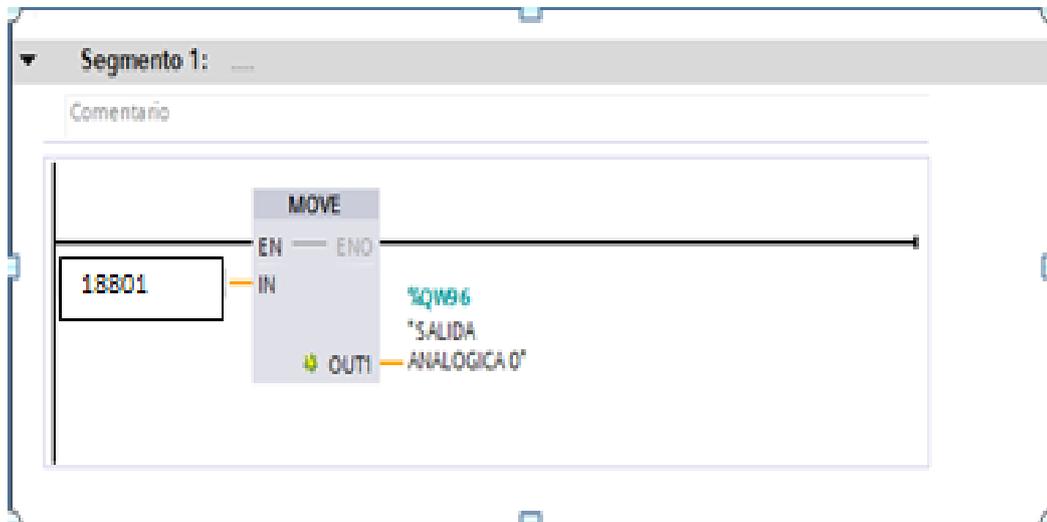
El dispositivo MOVE sirve para mover el dato o valor decimal de la entrada a la salida.

El MOVE consta de lo siguiente:

- EN: habilitar.
- IN: Aquí se pone el valor decimal que se desea que salga en la salida en este caso 18801.
- OUT1: Aquí se moverá el valor de IN en el momento de realizar la simulación aquí saldrá 18801.
- ENO: salida de energía.

Diagrama del TIA PORTA

Ilustración No. 39. Bloque de programa MOVE.



Fuente: El autor, 2015.

Se procede a cargar el programa en el PLC y a la simulación como se indicó anteriormente en la configuración del TIA PORTA en los 21 pasos.

Con la ayuda de un multímetro conectado a la salida analógica del módulo de salidas se verifica si el valor de es de 6,8 V.

El PLC convierte automáticamente el # decimal de OUT1: 18801 en el valor correspondiente en Voltios en este caso en el voltímetro tendremos 6,8V.

CONCLUSIONES:

- La resolución del PLC es 14,75484
- Para conseguir el voltaje de 6,8V se utilizó el número decimal con la siguiente formula:

$$X = \frac{6.8 * 27648}{10}$$

- Al introducir el valor decimal 18800 el PLC automáticamente transforma ese valor en voltaje que fue 6,8V

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda preguntar o ver en el manual la resolución del PLC
- Se debe transformar el número decimal en bits al voltaje que se desee en la salida de cero a diez voltios.
- Se debe verificar bien la definición de la variable de salida analógica para que no existan errores en el proceso del PLC.

2. PRACTICA N°2: Variador de dos velocidades.

Tenemos un motor cuya velocidad nominal es a 3600 rpms a 60Hz , el motor mueve una banda transportadora, la cual a velocidad nominal avanza 2m/s, dicha velocidad sirve para que los operarios hagan control de calidad a flores del tipo rosas, sin embargo para poder hacer el control de calidad en claveles se requiere que la banda transportadora tenga un a velocidad de 1m/s, si a nuestro sistema le ponemos un selector para escoger entre rosas y claveles y al motor un variador de frecuencia configurado entre 0 y 60 Hz, diseñe un programa en el PLC en el cual se conecte el selector y el variador de frecuencia.

OBJETIVOS:

- Conocer la aplicación del dispositivo MOVE del TIA Portal.
- Realizar la transformación de frecuencia a decimal y luego a voltaje.
- Comprobar las dos alternativas de voltaje a una salida del módulo de control del PLC.

INSTRUMENTOS Y MATERIALES:

- Programa TIA Portal debidamente instalado en el ordenador.
- Módulo de control y simulación del PLC.
- Alimentación de energía eléctrica de 110V.

SOLUCIÓN. El motor a 60Hz hace avanzar a la banda transportadora 2m/s, así que se hace una regla de tres simple para saber a qué frecuencia el motor generar una velocidad de 1m/s.



Ecuación N°3. Transformación de frecuencia a velocidad de 1m/s.

$$X = \frac{1 * 60}{2}$$

Fuente: El autor, 2015

$$X = 30Hz$$

Para que el motor se mueva a 60Hz se debe sacar 10V por la salida analógica, esta salida a su vez corresponderá a 60Hz, que voltaje se deberá sacar para que el motor trabaja a 30Hz?



Ecuación N° 4 Transformación de voltaje a 30Hz.

$$X = \frac{30 * 10}{60}$$

Fuente: El autor, 2015

$$X = 5V$$

Entonces con el selector se cambia el voltaje de salida de 10V a 5V, para 10V debemos escribir en el registro de la salida analógica 27648, ahora para 5V se realiza la regla de tres.



Ecuación N° 5 Transformación decimal a 5V.

$$X = \frac{5 * 27648}{10}$$

Fuente: El autor, 2015

$$X = 13824$$

Para realizar esta variación de velocidad del motor se utiliza dos entradas y dos auxiliares de bobina:

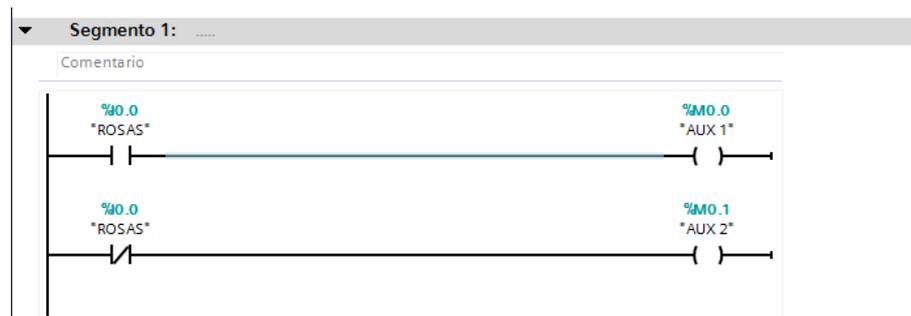
- Un contacto abierto I0,0
- Un contacto cerrado I0,0
- Una bobina %M0,0
- Una bobina %M0,1

El %I0,0 abierto activará la velocidad para rosas

El %I0,0 cerrado activará la velocidad para claveles suspendiendo la velocidad de rosas

El selector se conectará a la entrada 0 y el variador a la salida analógica 1

Ilustración No. 40. Diagrama ladder de entradas.

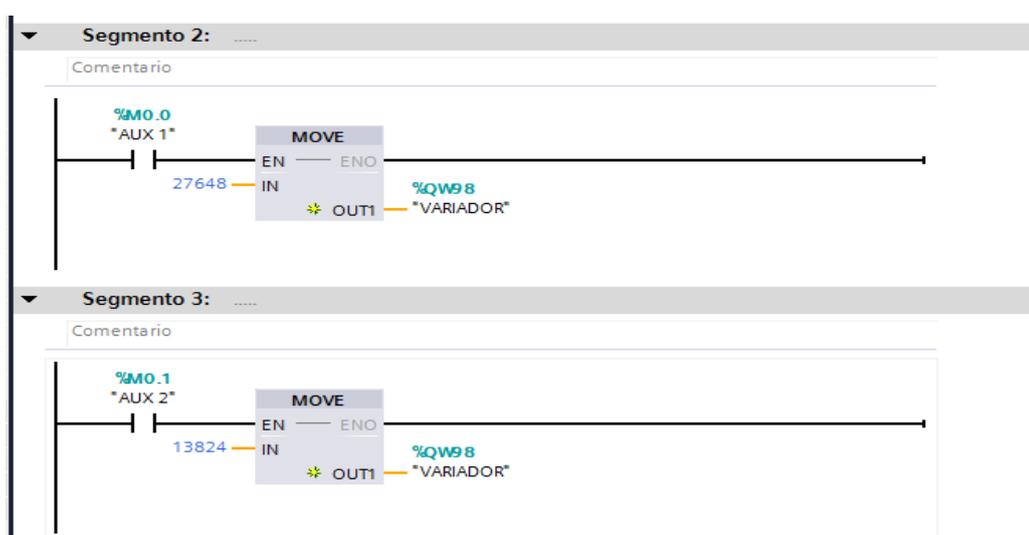


Fuente: El autor, 2015.

A continuación se utiliza dos MOVE

- El primero para mover el valor de IN: 27648 al OUT1 para que marque el variador de salida 60Hz para rosas que se activará con el auxiliar %M0,0.
- El segundo para mover el valor de IN: 13824 al OUT1 para que marque el variador de salida 30Hz para claveles con el auxiliar %M0,1.

Ilustración No. 41. Utilización del bloque MOVE a 60Hz y MOVE a 30Hz



Fuente: El autor, 2015.

Para verificar el valor de la frecuencia conectamos el variador de frecuencia a la salida analógica 1, mostrara 60Hz al activar el contacto abierto y mostrara 30Hz al activar el contacto cerrado.

CONCLUSIONES:

- El dispositivo MOVE sirve para mover un valor decimal de la entrada a la salida y lo transforma a voltaje a través del módulo de control del PLC.
- Para lograr encontrar el valor decimal adecuado se aplica las reglas de tres relacionando la frecuencia máxima con el voltaje

máximo y luego tenemos el valor decimal para aplicarlo en el TIA Portal.

- Se puede controlar una, dos o más velocidades en una misma salida analógica.

RECOMENDACIONES:

- Es recomendable antes de utilizar cualquier dispositivo que contiene el programa TIA portal leer y conocer cada una de las variables del dispositivo para su aplicación.
- Se recomienda utilizar un selector de dos o más posiciones para controlar dos velocidades a una sola salida analógica.
- Se recomienda utilizar una sola salida analógica para visualizar de mejor manera la variación de voltaje ya que si utilizamos dos salidas los valores no volverán a cero por el proceso secuencializado del PLC.

3. PRACTICA N°3: Variador ascendente y descendente de 10 velocidades

Se tiene un variador de frecuencia el cual con un pulsador aumenta la velocidad y con otro se decrementa la velocidad, el incremento y el decremento estarán en 10 pasos del mínimo al máximo, el variador está configurado para que a 0V este en el mínimo y en 10V este al máximo, el pulsador de incremento estará en I0 y el de decremento en I7.

OBJETIVOS:

- Conocer y aplicar el dispositivo COUNT Y MULT del TIA Portal.
- Controlar velocidades en forma ascendente y descendente.
- Verificar las 10 velocidades con dos pulsadores o entradas.

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Programa TIA Portal debidamente instalado en el ordenador.
- Módulo de control y simulación del PLC.
- Alimentación de energía eléctrica de 110V.

SOLUCIÓN. El ejercicio dice que para llegar del mínimo al máximo se necesita 10 pasos, lo que quiere decir que el voltaje aumentara o decrementará de 1V en 1V, ahora se verá a que numero decimal equivale el incremento de 1V en valores cargados al registro de salida analógica.



Ecuación N° 6. Conversión decimal a 1V.

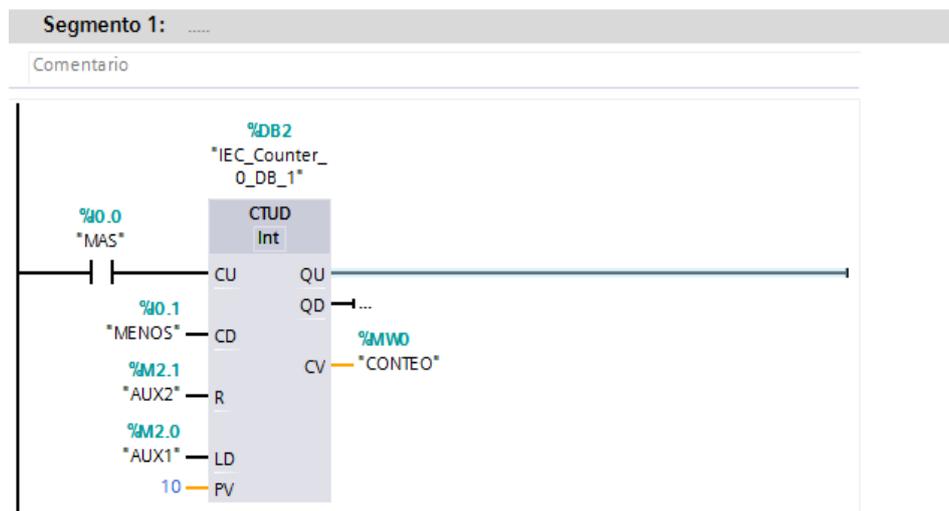
$$X = \frac{1 * 27648}{10}$$

Fuente: El autor, 2015

$$X = 2764$$

Para este programa se utiliza un contador CTUD Int ascendente descendente el cual necesitará definir su conteo entre 0 y 10, porque ese es el número de pasos, y este será multiplicado por 2764 el valor equivalente a un voltio.

Ilustración No. 42. Controlador de incremento y decremento.



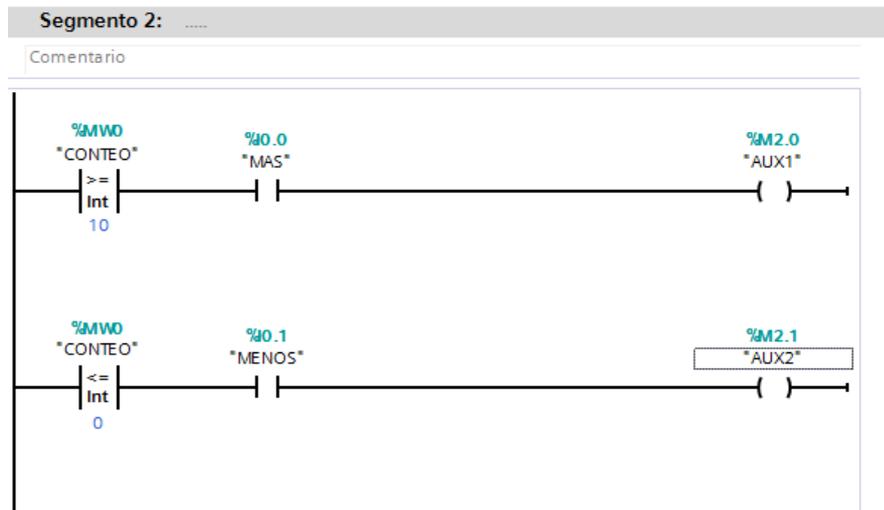
Fuente: El autor, 2015.

Este contador CTUD consta de los variables:

- CU: aumenta el conteo en el rango establecido en este caso de 0 a 10 de uno en uno.
- CD: decremento el conteo en el rango establecido en este caso de 10 a 0 de uno en uno.
- R: es un reset que pone el conteo en 0.

- LD: es un set que pone el conteo con lo que este configurado en PV.
- PV: Numero de pasos que desee el usuario para este contador.
- QU: Permite el funcionamiento del contador si CV es menor o igual que PV.
- QD: Permite el funcionamiento del contador si CV es mayor o igual que 0.
- CV: valor actual del conteo.

Ilustración No. 43. Definición de rango.



Fuente: El autor.

Se necesita validar el rango del contador para que este no tenga paros de error, para esto se utiliza dos contactos de validación:

-  Este contacto permite el paso de energía cuando el valor de entrada sea \geq que el valor Int que se ponga para dar el rango de funcionamiento en este caso será 10 el número máximo de conteo.
-  Este contacto permite el paso de energía cuando el valor de entrada sea \leq que el valor Int que se ponga para dar el rango de funcionamiento en este caso será 0 el número mínimo de conteo.

Para que se active la bobina interna (%M2,0 o “AUX1”) es necesario que el contacto (%MW0 “CONTEO”) y el contacto (%I0,0 “MAS”) estén activados.

Para que se active la bobina interna (%M2,1 o “AUX2”) es necesario que el contacto (%MW0 “CONTEO”) y el contacto (%I0,1 “MENOS”) estén activados.

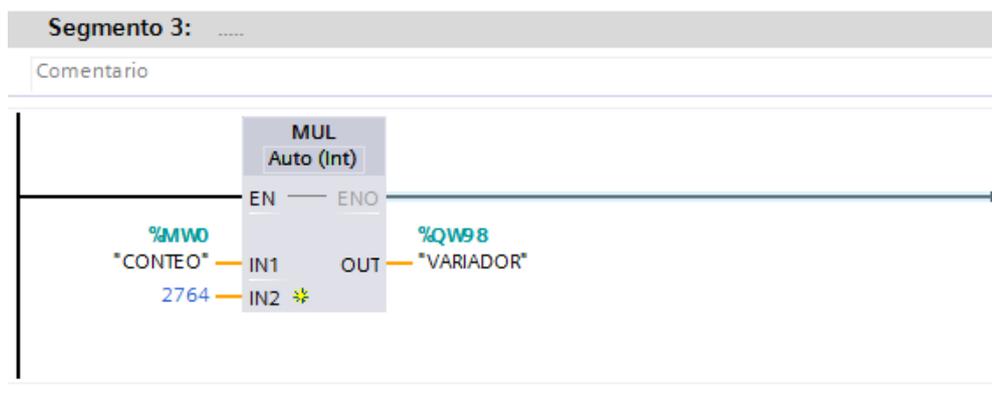
Ahora se define las variables del contador CTUD.

- El contacto abierto: %I0,0 “MAS” (CU)
- CD: %I0,1 “MENOS”
- R: %M2,1 “AUX2”
- LD: %M2,0 “AUX1”
- PV: 10
- CV: %MWO “CONTEO”

A continuación se utiliza un dispositivo MUL que es un multiplicador, consta de las siguientes variables:

- IN1: definido como %MW0 “conteo”
- IN2: definido como %2764 (valor máximo de resolución a 10V)
- OUT: %QW98 “VARIADOR” Aquí se multiplica el valor $IN1 * IN2$

Ilustración No. 44. Bloque multiplicador en TIA Portal.



Fuente: El autor, 2015.

Para verificar el valor de la frecuencia se conecta el variador de frecuencia a la salida analógica 1, mostrara de 0 a 60Hz de 6 en 6Hz, por

ejemplo al inicio el variador marcara 0 si pulsamos una vez el contacto CU en la entrada %I0,0 aparecerá 6Hz si volvemos a pulsar el CU mostrara 12Hz y así hasta pulsar 10 veces que marcara 60HZ, si pulsamos el CD en la entrada %I0,1 decrementará la frecuencia de 6 en 6 Hz hasta llegar a 0Hz.

CONCLUSIONES:

- El dispositivo COUNT sirve para tener un conteo cada vez q se pulse una entrada como un marcador de velocidad.
- Para lograr un conteo ascendente y descendente se escoge el contador CTUD.
- Este contador funciona únicamente con valores dentro del rango establecido.

RECOMENDACIONES:

- Se debe verificar que contador se utilizara para lograr la aplicación deseable ya que existe un contador únicamente ascendente, otro solo descendente y uno que es mixto ascendente y descendente.
- Se debe comprobar que los valor ingresados en las variables del contador sean las correctas haciendo cargar el programa para verificar errores.
- Se debe realizar una validación del rango de velocidades que se va ha ocupar caso contrario el contador no funcionara en el momento de correr el programa a nuestro modulo de control del PLC.

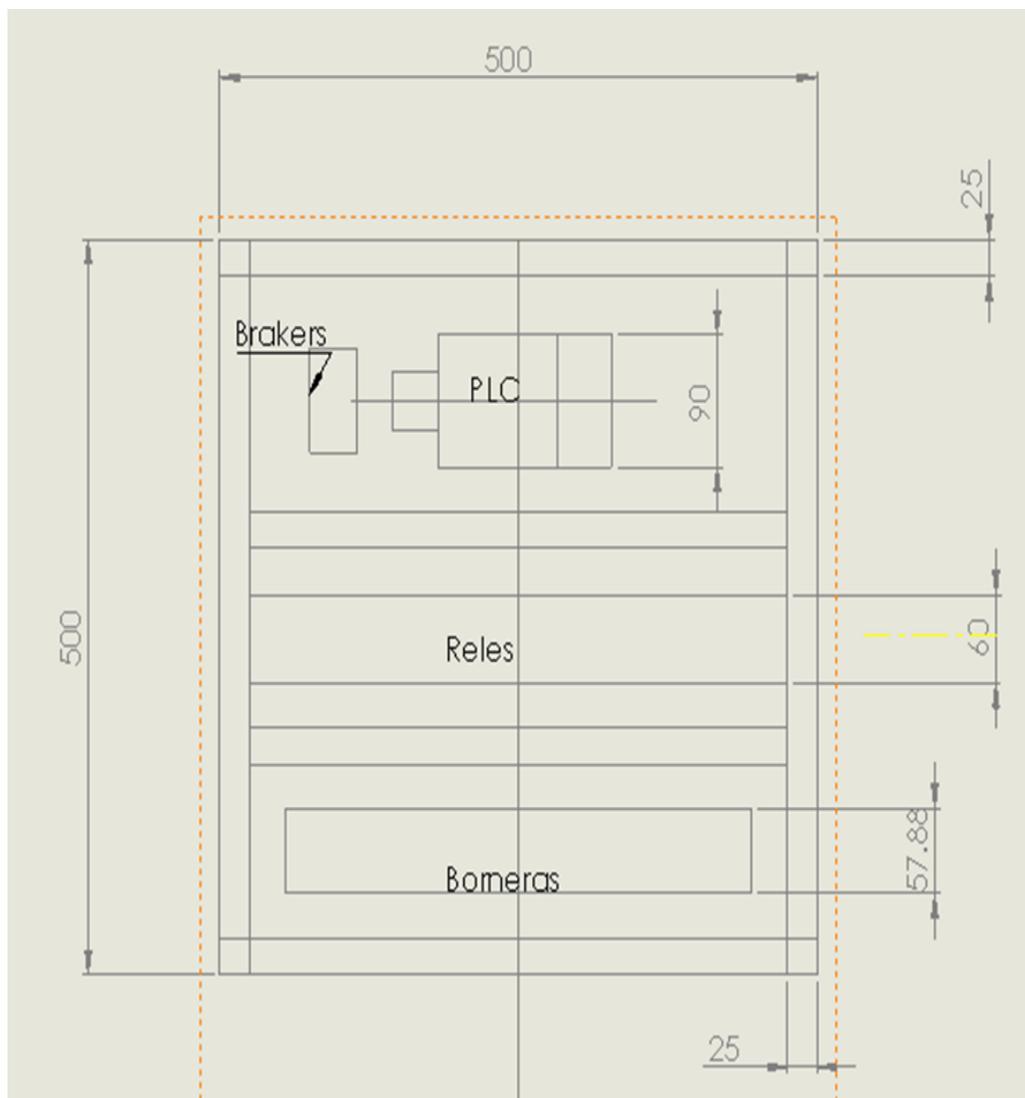
4.5.4. Diseño del módulo de control del PLC

PARÁMETROS DEL DISEÑO DEL MODULO DE CONTROL DEL PLC

PARÁMETRO 1

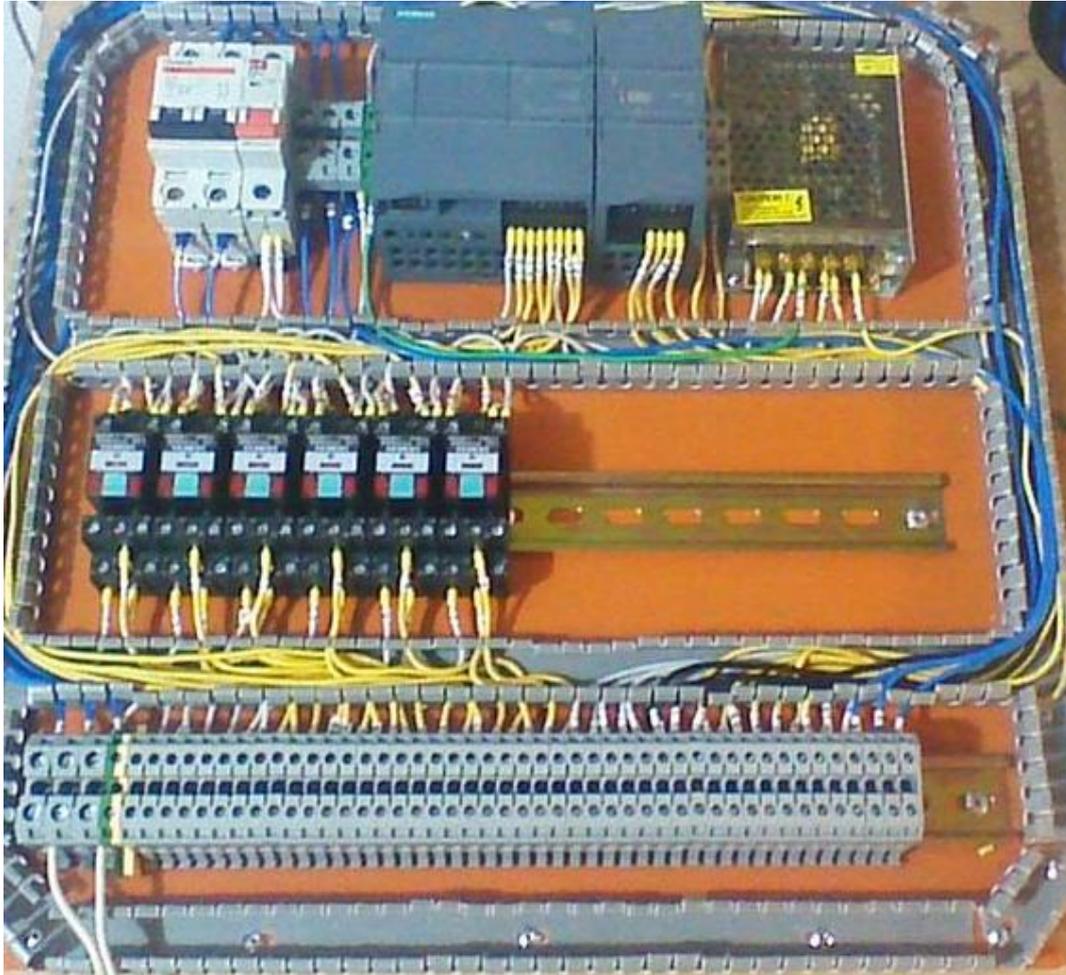
Tablero 50x50 cm doble fondo pintura electrostática con llave metálica, tipo pesado.

Ilustración No. 45. Plano de ubicación del módulo.



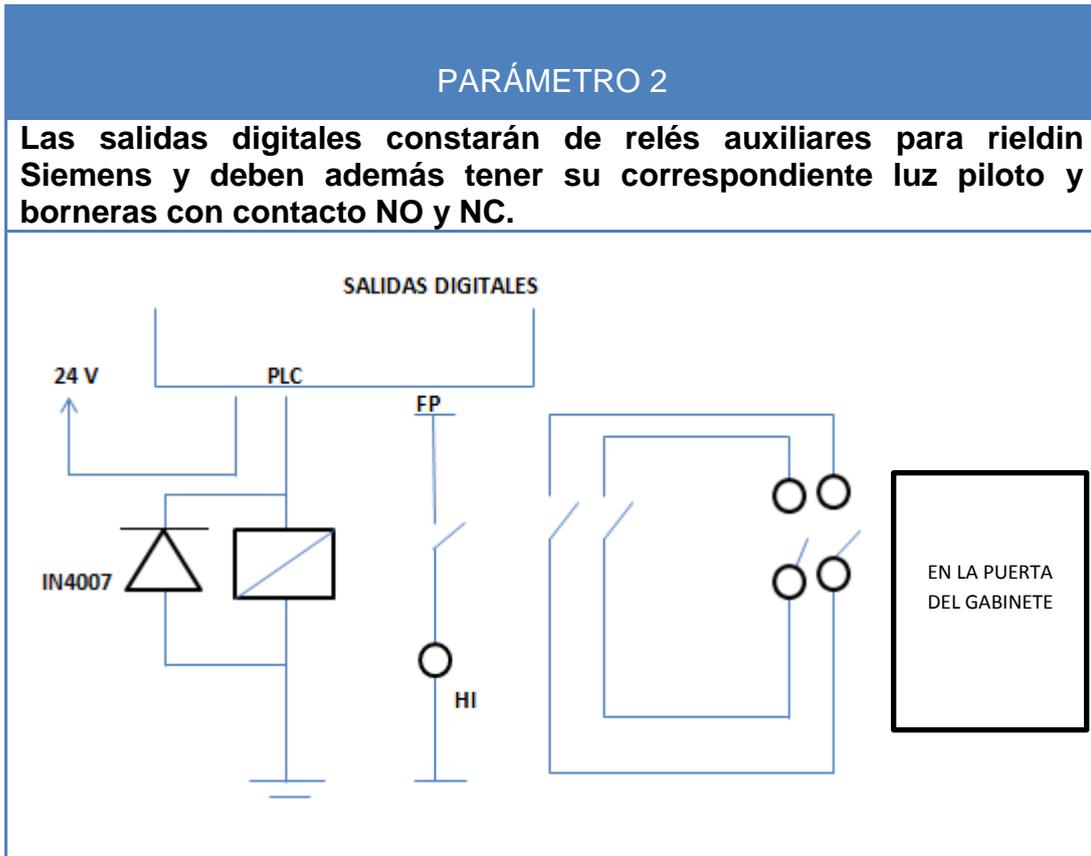
Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 46. Foto del posicionamiento de dispositivos de control del tablero de control del PLC.



Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 47. Plano salidas digitales.



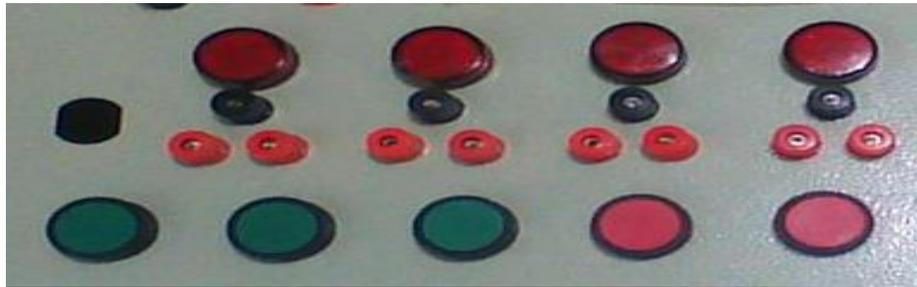
Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 48. Salidas digitales que constan de relés auxiliares para rieldin Siemens.



Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 49. Luces piloto y borneras NO y NC de las salidas digitales.



Fuente: El autor, 2015.

PARÁMETRO 3

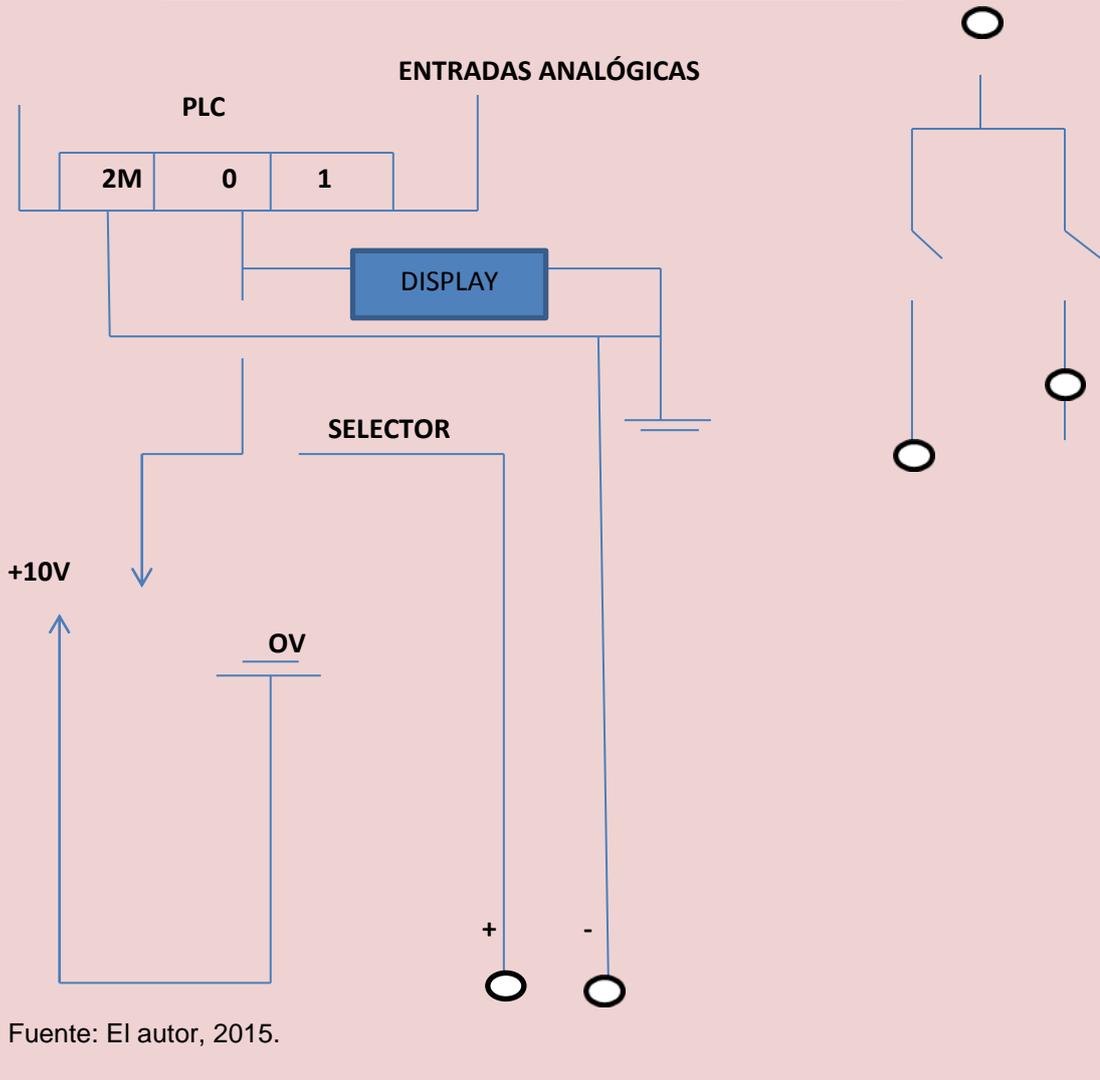
Poner voltímetro digital 3 dígitos alimentación 24V a las entradas y a las salidas analógicas.

Ilustración No. 50. Voltímetro y plano de entradas analógicas.



Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 51. Plano de entradas analógicas

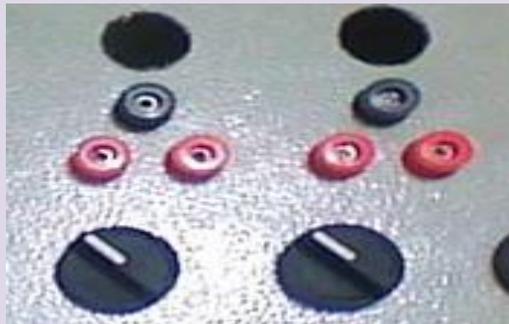


Fuente: El autor, 2015.

PARÁMETRO 4

En las dos entradas analógicas poner un switch selector, el cual nos permita elegir entre entrada por potenciómetro y entrada por borneras.

Ilustración No. 52. Selectores de entradas analógicas.



Fuente: El autor, 2015.

PARÁMETRO 5

Los potenciómetros se alimentaran con una fuente swichada de 10V, 3A.

Ilustración No. 53. Potenciómetro

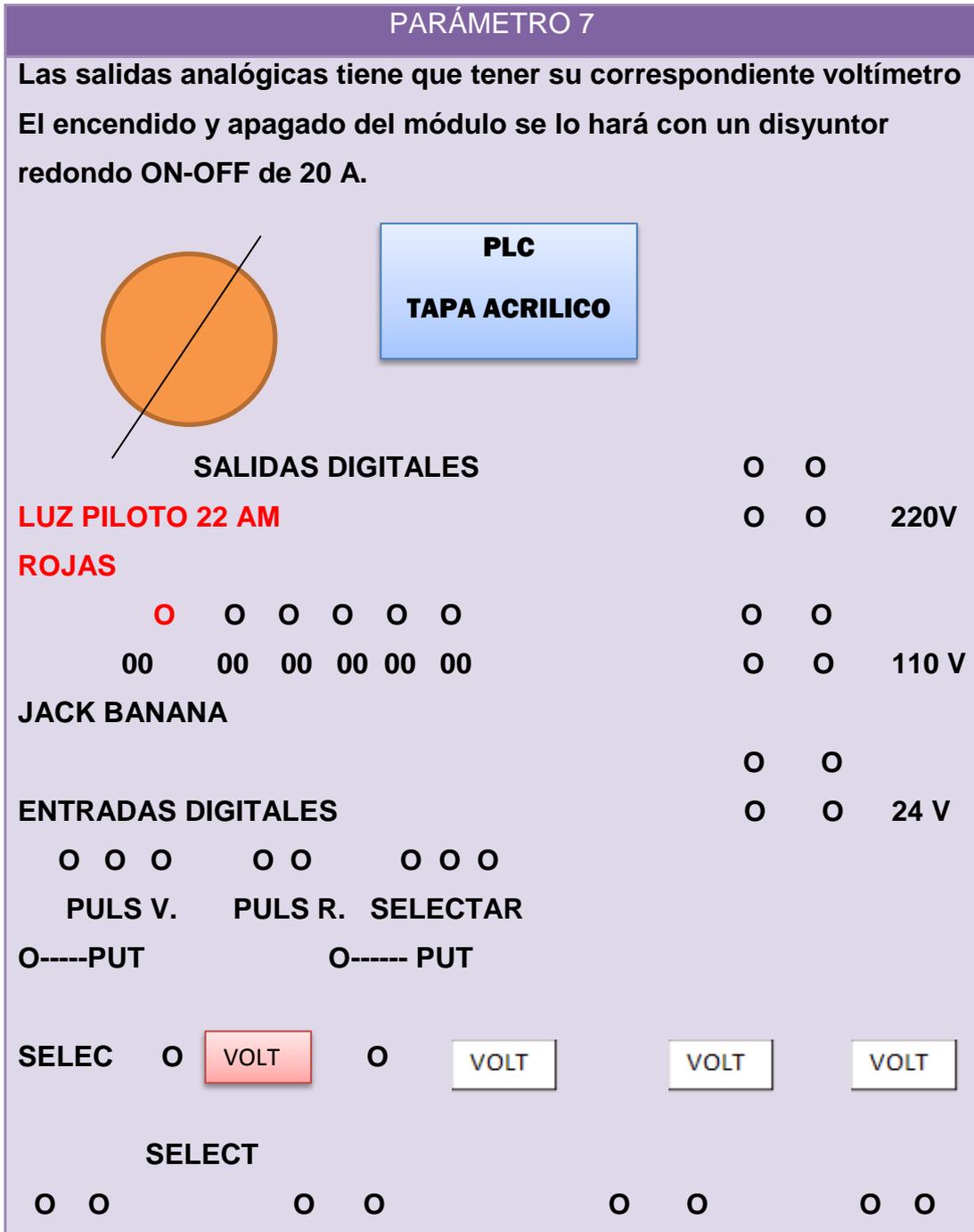


Fuente: El autor, 2015.

PARÁMETRO 6

Las entradas digitales tienen que ser 3 pulsadores normalmente abierto y 2 de normalmente cerrado y 3 selectores.

Ilustración No. 54. Plano del módulo vista frontal.



Fuente: El autor, 2015.

Ilustración No. 55. Módulo de control del PLC vista frontal



Fuente: El autor, 2015.

4.5.5. Construcción del módulo de control de salidas analógicas del PLC.

- Se hace el plano de ubicación de los elementos y dibujar sobre el doble fondo las líneas directrices donde irán los elementos.

Ilustración No. 56. Paso 1.



Fuente: El autor, 2015.

- Se perfora para ubicar la canaleta y el rieldin.

Ilustración No. 57. Paso 2.



Fuente: El autor, 2015.

- Cortar y ubicar la canaleta.

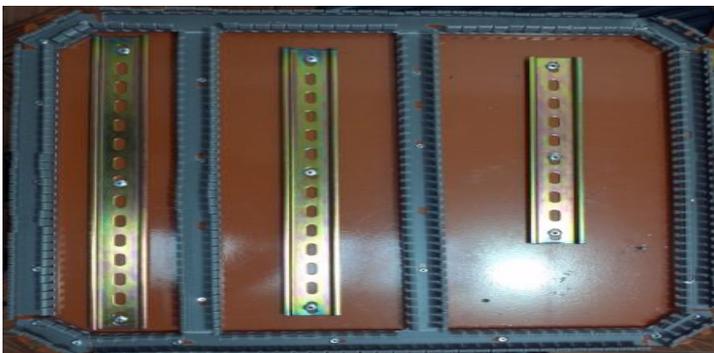
Ilustración No. 58. Paso 3.



Fuente: El autor, 2015.

- Colocar el rieldin con remaches

Ilustración No. 59. Paso 4



Fuente: El autor, 2015

- Colocar el braker termomagnético 20 A 2polos riel, el braker termomagnético 6A 1polos riel, Potenciómetros sin capuchon 1/2W, PLC S71200 SIEMENS con el módulo de salidas analógicas.

Ilustración No. 60. Paso 5.



Fuente: El autor, 2015.

- Colocar los relés encapsulados Siemens de 10 A.

Ilustración No. 61. Paso 6.



Fuente: El autor, 2015.

- Cablear según el plano

Ilustración No. 62. Paso 7



Fuente: El autor, 2015.

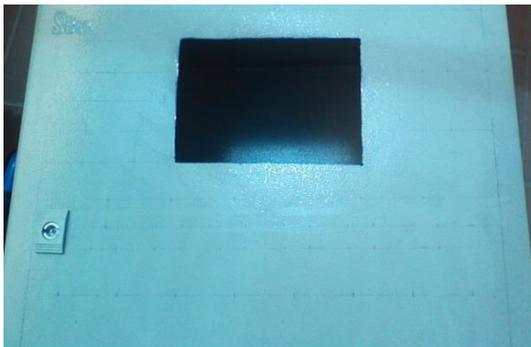
Ilustración No. 63. Paso 8



Fuente: El autor, 2015.

- Dibujar las líneas directrices sobre la tapa del gabinete, hacer cortes rectangulares para acrílico transparente.

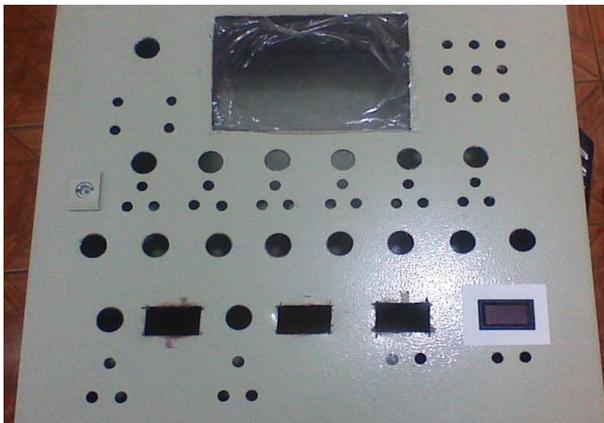
Ilustración No. 64. Paso 8



Fuente: El autor, 2015.

- Perforar con broca de cobalto de 5/32 todos los agujeros, perforar con la broca cónica todas las perforaciones para pulsadores y luces piloto a 22mm, y para los voltímetros con la amoladora limar y pulir los bordes de las perforaciones y cortes.

Ilustración No. 65. Paso 9



Fuente: El autor, 2015.

- Ubicar los elementos sobre la tapa de acuerdo al mapa de ubicación, 3 Pulsador verdes NO 22mm, 4 Pulsadores rojo NC 2mm, 3 Selectores 2 posiciones NO 22mm, 1 selector on- off, 4 voltímetros, 6 luz piloto rojo y los jacks banana.

Ilustración No. 66. Paso 10



Fuente: El autor, 2015.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los controladores lógicos programables son de fácil instalación, y a pesar de que su inversión inicial es elevada, se ve recompensada ya que el promedio de vida útil del PLC supera los 25 años.
- La implementación del PLC en el laboratorio de la especialidad de ingeniería de mantenimiento eléctrico, ayudara a que los estudiantes de la especialidad adquieran conocimiento de automatización y además realicen pruebas de funcionamiento.
- El PLC que es un dispositivo electrónico que ayudara a almacenar instrucciones destinadas a implementar funciones específicas tales como lógicas secuenciales, temporizadores, contadores, funciones aritméticas, que se utilizan en procesos industriales.
- Para el correcto funcionamiento del PLC se deben instalar los dispositivos y software correspondientes y se debe comprobar que todos los protocolos de internet estén comunicándose para lo cual simplemente hacemos un ping para configurar con su dirección respectiva para lograr la compatibilidad.

5.2. Recomendaciones

- Impartir los fundamentos de los PLC s, para futuras implementaciones en nuestra casona universitaria y en nuestro país, aportando al dispositivo electrónico PLC que en la actualidad mundial es una herramienta fundamental dentro de la industria.
- Incentivar este tipo de proyectos, a nivel regional para satisfacer el déficit de dispositivos electrónicos industriales en nuestro país.
- Se recomienda instalar el sistema en lugares seguros y sin obstáculos que impidas un normal funcionamiento, evitando con esto el maltrato del dispositivo electrónico para alargar su vida útil.
- Es necesario realizar un estudio previo de la potencia de los actuadores que se utilizaran con el PLC, para utilizar las debidas protecciones de salida y no dañar o bloquear la salida mal dimensionada del PLC.
- Se recomienda utilizar circuitos de supresión en las cargas inductivas de supresión para reducir la subida de voltaje al desactivar las salidas, esto lo conseguimos conectando en paralelo a la carga un diodo 1N4001 con un Zener de 8,2V para las salidas en DC y un puente Snuber (resistencia de 100Ω a 120Ω con un capacitor de 0,1 μF) para salidas AC (115V/230V).

BIBLIOGRAFIA

- Dunn, A. (2013). The father of invention. Washington: S/E.
- Hugh, J. (2010). Automating Manufacturing Systems with PLC'S. New York: CPSIA.
- Kontakttechnik, W. (2008). O Sistema: catalogo General. New York: 3era edicion.
- M.A. Laughton, D. (2003). Electrical Engineer's. Washington: Newnes.
- Mengual, P. (2010). Step 7 Siemens PLC. Mexico: Alfaomega.
- Ocampo C, G. .. (2010). Automatismos Electricos. Mexico: Universidad Santo Tomas.
- PRESSMAN, R. (2013). Software engineering. Washington: McGraw Hill.
- Ramón Piedrafita Moreno, (2003) Ingeniería de la Automatización Industrial, 2° edición RA_MA.
- Roldan Vildria, J. (2010). Automatismos y Cuadros Eléctricos. Madrid: Thomson.
- SUMMERVILLE. (2014). Ingeniería de Software. New York: Addison-Wesley.
- Victoriano, M. S. (2010). Potencia Hidraulica Controlada por PLC. Mexico: Alfaomega.

LINKOGRAFIA:

- Ing. Norberto Molinari pdf. Curso sobre Controladores Lógicos Programables (PLC), recuperado de:
http://www.edudevices.com.ar/download/articulos/PLC/CURSO_PLC_018.pdf

Paloma Prieto. Monografía Lenguajes de programación-Principios Básicos de PLC's, recuperado de:

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>

Carlos Ramírez Villareal. Controladores Lógicos programables, recuperado de:

<http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/estructura-basica-PLC>

Wilfrido Massieu Pérez. Tesis PLC, recuperado de:

[Https://tesisalfovan.wordpress.com/clp](https://tesisalfovan.wordpress.com/clp)

Automatización con PLC's 2009, recuperado de:

www.infoplc.net/files/documentacion/automatas/infoPLC_net_1_Intro_Automatas.pdf

Bernard Pavel Barreto Veliz. Controladores Programables, recuperado de:

www.monografias.com/trabajos75/controladores_programables/controladores_programables.shtml

www.cea-ifac.es. (11 de 11 de 2014). www.cea-ifac.es. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de www.cea-ifac.es: <http://www.cea-ifac.es>

www.fisicoquimica.wikidot.com. (11 de 11 de 2014).

www.fisicoquimica.wikidot.com. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de www.fisicoquimica.wikidot.com : <http://www.fisicoquimica.wikidot.com>

www.instrumentacionycontrol.net. (11 de 11 de 2014).

www.instrumentacionycontrol.net. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de www.intrumentacionycontrol.net: <http://www.instrumentacionycontrol.net>

www.modbus.org. (11 de 11 de 2014). www.modbus.org. Recuperado el 2 de 11 de 2014, de www.modbus.org: <http://www.modbus.org>

www.unicrom.com. (11 de 11 de 2014). www.unicrom.com. Recuperado el 11 de 11 de 2014, de www.unicrom.com: <http://www.unicrom.com>

MANUALES:

- Siemens SIMATIC S7 CONTROLADOR PROGRAMABLE S71200 MANUAL
- Siemens SIMATIC TIA Portal Step 7 Basic V 10,5 Getting started (Primeros pasos)

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS





Anexo 2. TABLAS DE DATOS TÉCNICOS PLC S71200

Comunicación	
Número de puertos	1
Tipo	Ethernet
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • 3 para HMI • 1 para la programadora • 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario • 3 para CPU a CPU
Transferencia de datos	10/100 Mb/s
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC
Tipo de cable	CAT5e apantallado
Fuente de alimentación	
Rango de tensión	85 a 264 V AC
Frecuencia de línea	47 a 63 Hz
Intensidad de entrada CPU sólo a carga máx.	80 mA a 120 V AC 40 mA a 240 V AC
CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	240 mA a 120 V AC 120 mA a 240 V AC
Corriente de irrupción (máx.)	20 A a 264 V AC
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional	0,5 mA máx.

Rechazo de interferencias	10, 50 ó 60 Hz
Impedancia	≥100 KΩ
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	3,0% / 3,5% de rango máximo
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V
Longitud de cable (metros)	10 trenzado y apantallado

Tiempo de mantenimiento (pérdida de potencia)	20 ms a 120 V AC 80 ms a 240 V AC
Fusible interno, no reemplazable por el usuario	3 A, 250 V, de acción lenta
Alimentación de sensores	
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC
Intensidad de salida nominal (máx.)	300 mA (protegido contra cortocircuito)
Ruido de rizado máx. (<10 MHz)	< 1 V de pico a pico
Aislamiento (lógica de la CPU a alimentación de sensores)	Sin aislamiento
Entradas digitales	
Número de entradas	8
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	1
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)
Frecuencias de entrada de reloj HSC (máx.) (señal 1 lógica = 15 a 26 V DC)	Fase simple: 100 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 30 KHz (Ia.6 a Ia.7) Fase en cuadratura: 80 KHz (Ia.0 a Ia.5) y 20 KHz (Ia.6 a Ia.7)
Número de entradas ON simultáneamente	8
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado, 50 apantallado para entradas HSC

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200

Entradas analógicas	
Número de entradas	2
Tipo	Tensión (asimétrica)
Rango	0 a 10 V
Rango total (palabra de datos)	0 a 27648
Rango de sobreimpulso (palabra de datos)	27.649 a 32.511
Desbordamiento (palabra de datos)	32.512 a 32767
Resolución	10 bits
Tensión de resistencia al choque máxima	35 V DC
Alisamiento	Ninguno, débil, medio o fuerte

Salidas digitales		
Número de salidas	6	
Tipo	Relé, contacto seco	Estado sólido - MOSFET
Rango de tensión	5 a 30 V DC ó 5 a 250 V AC	20,4 a 28,8 V DC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	--	20 V DC mín.
Señal 0 lógica con carga de 10 K Ω	--	0,1 V DC máx.
Intensidad (máx.)	2,0 A	0,5 A
Carga de lámparas	30 W DC/200 W AC	5 W
Resistencia en estado ON	Máx. 0,2 Ω (si son nuevas)	0,6 Ω máx.
Corriente de fuga por salida	--	10 μ A máx.
Sobrecorriente momentánea	7 A si están cerrados los contactos	8 A durante máx. 100 ms
Protección contra sobrecargas	No	
Aislamiento (campo a lógica)	1500 V AC durante 1 minuto (bobina a contacto) Ninguno (bobina a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Resistencia de aislamiento	100 M Ω mín. si son nuevas	
Aislamiento entre contactos abiertos	750 V AC durante 1 minuto	
Grupos de aislamiento	2	
Tensión de bloqueo inductiva	--	L+ menos 48 V DC, disipación de 1 W
Retardo de conmutación (Qa.0 a Qa.3)	10 ms máx.	1,0 μ s máx., OFF a ON 3,0 μ s máx., ON a OFF
Retardo de conmutación (Qa.4 a Qa.5)	10 ms máx.	50 μ s máx., OFF a ON 200 μ s máx., ON a OFF
Frecuencia de tren de impulsos (Qa.0 y Qa.2)	No recomendado	100 KHz máx., 2 Hz mín.
Vida útil mecánica (sin carga)	10.000.000 ciclos abiertos/cerrados	
Vida útil de los contactos bajo carga nominal	100.000 ciclos abiertos/cerrados	
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)	
Número de salidas ON simultáneamente	6	
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 150 no apantallado	

Fuente: Manual SIMATIC PLC S71200



**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 extensión de la Universidad.

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003338553		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pillajo Chacua Oscar Willam		
DIRECCIÓN:	BARRIO NUEVO HOGAR		
EMAIL:	pillajoscar@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0967411741

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DISEÑO DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y CONTROL DE SALIDAS ANALÓGICAS DEL PLC"
AUTOR (S):	Pillajo Chacua Oscar Willam
FECHA: AAAAMMDD	2015-05-20
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en mantenimiento eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Mauricio Vásquez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Pillajo Chacua Oscar Willam con cédula de identidad Nro 1003338553, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo 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 Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 20 días del mes de Mayo del 2015

(Firma) 

Nombre: Pillajo Chacua Oscar Willam

C.C.: 1003338553

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Pillajo Chacua Oscar Willam, con cédula de identidad Nro. 1003338553, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo "DISEÑO DE UN MÓDULO PARA LA SIMULACIÓN Y CONTROL DE SALIDAS ANALÓGICAS DEL PLC". que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniero en mantenimiento eléctrico**. en la Universidad Técnica del Norte, quedando 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 concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 20 días del mes de Mayo del 2015

(Firma)

Nombre: Pillajo Chacua Oscar Willam

Cédula: 1003338553