

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA



CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL
PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL
LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”**

**Trabajo de Grado previo a la obtención del título de
Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico**

Autor:

Terán Salazar Ramiro Fernando

Director:

M.Sc. Mauricio Vásquez

Ibarra, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director en el trabajo de grado titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2014-2015”**; del señor egresado: TERÁN SALAZAR RAMIRO FERNANDO, previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Eléctrico.

Al ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, afirmo que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



M.Sc. Mauricio Vásquez.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres quienes son las personas que me dieron la vida, a mi esposa por ser la persona que me apoyó en todo momento y más cuando decaía, a mis hijos para que sirva de ejemplo que en la vida hay metas, que la persona se propone cumplirlas, no importa el tiempo, lo importante es el logro obtenido y de igual manera dedico este trabajo a todas las personas que me apoyaron directa e indirectamente, este es un logro muy significativo en mi vida profesional, académica y moral.

Fernando Terán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por ser quien me permitió estar aquí presente y seguir día a día junto a las personas que más quiero, como son mi familia.

A la Universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas y permitirme formar mi criterio, conocimiento, aptitud y actitud, compartir experiencias, culturas y demás con tan nobles catedráticos con los que cuenta nuestra distinguida Universidad.

Al Ing. Pablo Méndez, Coordinador de la Escuela de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, por ser la persona que me ayudó a culminar mi carrera de ingeniería.

A los catedráticos: Ing. Miguel Cuasapaz, M.Sc. Mauricio Vásquez, Ing. Hernán Pérez, ingenieros de nuestra querida escuela de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, personas que me guiaron paso a paso en este proyecto, con sus conocimientos, experiencias tanto prácticas como teóricas y más aun con la confianza y amistad depositada en mí, un sincero agradecimiento.

Fernando Terán

ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
1. Problema de investigación.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Delimitación.....	2
1.4.1. Temporal.....	2
1.4.2. Espacial.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Justificación.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. Desarrollo temático.....	5
2.1. El lenguaje estructurado.....	5
2.1.1. Modelos de comunicación.....	5
2.1.2. Topología en bus.....	6
2.1.3. Bus de campo.....	7
2.1.4. Redes de procesos.....	7
2.1.4.1. Protocolos de comunicación.....	8
2.1.4.2. Fieldbus.....	8
2.1.4.3. Profibus.....	9
2.1.4.4. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).....	10
2.1.4.5. Sistema SCADA (Control And Data Adquisition).....	11
2.1.4.6. Funciones principales del sistema SCADA.....	12
2.1.4.7. Componentes de hardware.....	12
2.1.4.8. Transmisión de la información.....	13
2.1.4.9. Comunicaciones.....	13
2.1.4.10. Topología en estrella:.....	14
2.1.4.11. Topología en anillo:.....	16
2.1.4.12. Ventajas y desventajas de las topologías estrella y anillo.....	19
2.1.4.13. Ethernet.....	19
2.1.5. Estructura lógica de las LAN.....	20
2.1.5.1. Control de acceso al medio (MAC).....	21
2.1.6. En nivel WAN.....	22

2.1.7.	Terminología para describir las velocidades en la conectividad de redes..	22
2.1.8.	Relaciones de red cliente/servidor.....	22
2.2.	PLC SIEMENS S7-1200.....	23
2.2.1.	Software TIA (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION) Portal	24
2.2.2.	PROFINET	24
2.2.3.	nterfaz RS 232 y RS 485.....	25
2.2.3.1.	Interfaz RS 232	25
2.2.3.2.	Características de la interfaz RS 232	25
2.2.3.3.	Señales más utilizadas en la interfaz RS 232.....	26
2.2.3.4.	Interfaz RS 485	26
2.2.3.5.	Características de la interfaz RS 485	27
2.2.3.6.	Comparación entre las interfaces RS 232 - RS 485	27
2.2.3.7.	Generalidades.....	29
2.2.4.	Cable Ethernet	30
2.2.5.	Topología de cables de red.....	30
2.2.6.	Cable UTP	32
2.2.6.1.	Características del cable de par trenzado	32
2.2.6.2.	Tipos de conexión de cable UTP.....	37
2.2.7.	Concentrador, ruteador y switch.....	37
2.3.	Glosario de términos	40
2.4.	Matriz de coherencia	44
CAPÍTULO III.....		46
3.	Metodología de la investigación	46
3.1.	Tipo de investigación.....	46
3.2.	Investigación documental:.....	46
3.3.	Investigación de campo.....	47
3.4.	Métodos	47
3.4.1.	Método deductivo.....	47
3.4.2.	Método analítico sintético.....	48
3.4.3.	Método matemático.....	48
3.5.	Técnicas e instrumentos	48
CAPÍTULO IV		49
4.	Propuesta técnica	49
4.1.	Tema.....	49
4.2.	Justificación	49
4.3.	Fundamentación	49
4.4.	Objetivos.....	50
4.4.1.	Objetivo general.....	50
4.4.2.	Objetivos específicos	50
4.4.3.	Ubicación física y sectorial	50
4.5.	Desarrollo de la propuesta	50
4.5.1.	Aplicaciones de la red de Ethernet industrial en el módulo didáctico:.....	51
4.5.2.	Transmisión de información en el módulo didáctico.	51

4.5.2.1. Tipos de conexión del PLC S7 1200	52
4.5.3. Montaje y conexión del PLC S7-1200 en el módulo didáctico.	55
4.5.3.1. Partes de conexión del PLC S7-1200.....	55
4.5.4. Programación del PLC S7-1200 con el software TIA PORTAL.....	60
4.6. Prácticas	67
4.6.1. Práctica 1. Arranque directo de un motor.	67
4.6.2. Práctica 2. Arranque de un motor con componentes inalámbricos.	70
4.6.3. Práctica 3. Comunicación entre dos PLC´s S7-1200.....	74
4.7. Presupuesto.....	78
 CAPITULO V	 79
5. Conclusiones y Recomendaciones	79
5.1. Conclusiones	79
5.2. Recomendaciones	80
5.3. Referencias bibliográficas	81
Bibliografía.....	81
Linkografía.....	81
 Anexos	 83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1 Red con topología bus	7
Figura 2: Áreas de aplicación del Profibus	10
Figura 3: Diagrama de bloques de una arquitectura HMI/SCADA	13
Figura 4: Red de comunicación industrial.....	14
Figura 5 Red con topología estrella.....	15
Figura 6: Red con topología anillo.....	18
Figura 7: Red que comparte recursos entre equipos.....	23
Figura 8: PLC S7-1200	24
Figura 9: Transmisión y recepción de datos en el conector RS232.....	26
Figura 10: Conector DB9 Hembra - Macho	27
Figura 11: Conector para cableado del PLC S7-1200	28
Figura 12: Módulo de comunicaciones del PLC S7-1200	29
Figura 13: Conexión de cable Ethernet	31
Figura 14: Cable trenzado UTP sólido	33
Figura 15: Cable trenzado UTP flexible.....	34
Figura 16: Cable trenzado UTP sin blindaje	35
Figura 17: Cable trenzado UTP blindaje.....	35
Figura 18: Cable trenzado UTP armado.....	36
Figura 19: Patch Cord.....	36
Figura 20: Diagrama de una red de comunicacion Cat 6.....	37
Figura 21: Hub	38
Figura 22: Switch	38
Figura 23: Ruteador	39
Figura 24: Utilización de switch y conexión a una red	39
Figura 25: Computador conectado a una CPU S7-1200	52
Figura 26: HMI conectado a una CPU S7-1200	53
Figura 27: CPU S7-1200 conectada a otra CPU S7-1200.....	53
Figura 28: Conexión de red, utilizando switch Ethernet.....	54
Figura 29: Conexión a switch y a un cable de bus común.....	54
Figura 30: PLC S7-1200	56
Figura 31: Módulo de señales analógicas	56
Figura 32: Conexión eléctrica del módulo de señales analógicas S7-1200	57
Figura 33: Led de estado de la parte frontal del PLC	58

Figura 34: Diagrama de conexiones eléctricas de PLC S7-1200.....	58
Figura 35: Diagrama de conexión eléctrica del PLC S7-1200	59
Figura 36: Módulo didáctico	60
Figura 37: Presentación del programa TIA PORTAL.....	61
Figura 38: Creación de proyecto	61
Figura 39: Configuración de dispositivo S7-1200	62
Figura 40: Identificación automática de CPU	62
Figura 41: Determinar configuración de CPU.....	63
Figura 42: Asignación de la tarjeta de red y su IP	63
Figura 43: Detección de IP.....	64
Figura 44: Presentación de CPU de forma detallada.....	64
Figura 45: Elaboración del circuito eléctrico en bloques.....	65
Figura 46: Compilación y carga de programación del circuito eléctrico	65
Figura 47: Operación de la carga del programa al CPU	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias entre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica	16
Tabla 2: Ventajas y desventajas de las topologías estrella y anillo.....	19
Tabla 3: Especificación de topologías Ethernet.....	20
Tabla 4: Categorización del cable UTP	32
Tabla 5: Transferencia de información en cable UTP.....	33
Tabla 6: Matriz de coherencia	44
Tabla 7: Presupuesto estimado de módulo didáctico	78

RESUMEN

La presente propuesta de investigación, se realizó con el objetivo de permitir al estudiante poder configurar una red de comunicación industrial de equipos PLC S7-1200 de Siemens, que realizan diferentes aplicaciones, manejo del software TIA PORTAL v13 y así aportar con el desarrollo académico del estudiante. Para la elaboración de este proyecto, se basó en diferentes investigaciones bibliográficas tanto físicas como digitales, de varias teorías en el campo de la comunicación y redes, ayudando a determinar conclusiones y recomendaciones que ayudaron a fortalecer esta propuesta y dio lugar a la respuesta del problema planteado en este proyecto. El primer capítulo, señala el antecedente y la problemática de no contar con una red de comunicación industrial. El segundo capítulo, señala el sustento teórico, basado en libros, textos, revistas, y páginas de internet en el que se fundamenta este proyecto. El tercer capítulo, señala el tipo de metodología de investigación utilizada, para el desarrollo de los objetivos planteados. En el cuarto capítulo se pone en consideración una propuesta técnica, al problema planteado y se señala un demostrativo, (módulo didáctico). El quinto capítulo, contiene las conclusiones y recomendaciones, que se obtuvieron en el desarrollo de este proyecto.

SUMMARY

The proposed present of investigation, was carried out with the objective of allowing the student to be able to configure a net of industrial communication of teams PLC S7-1200 of Siemens that carry out different applications, handling of the software TIA PORTAL v13 and this way to contribute with the student's academic development. For the elaboration of this project, it was based on bibliographical different investigations so much physical as digital, of several theories in the field of the communication and nets, helping to determine conclusions and recommendations that helped to strengthen this proposal and gave place to the answer of the problem outlined in this project. The first chapter, points out the antecedent and the problem of not having a net of industrial communication. The second chapter, points out the theoretical sustenance, based on books, texts, magazines, and pages of internet in which this project is based. The third chapter, points out the type of methodology of used investigation, for the development of the outlined objectives. In the fourth chapter puts on in consideration a technical proposal, to the outlined problem and a demonstrative (modulate didactic) one is pointed out. The fifth chapter contains the conclusions and recommendations that were obtained in the development of this project.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca la comunicación entre PLC's, el control y ejecución de tareas programadas, mediante un entorno gráfico que nos permita ver en tiempo real, si la tarea solicitada sea cumplida sin que el operador tenga que movilizarse al lugar de ejecución.

En la actualidad lo que busca la empresa pública y privada, es mejorar el rendimiento de la maquinaria y equipos, en el menor tiempo posible y optimizar recursos, significando esto, utilizar el personal necesario y capacitado, en las áreas de control y monitoreo de los equipos de control.

La investigación de este trabajo, fue identificar y simplificar procesos que ayudaran al estudiante, a realizar tareas de programación, dentro de una red industrial, guiando al estudiante en el fortalecimiento de los ejercicios prácticos de circuitos eléctricos de control y fuerza y con un apoyo adicional, la utilización de la red industrial.

Este trabajo de investigación consta de cinco capítulos, que se desarrollaron de forma técnica, clara y precisa que permitirán al estudiante de forma simplificada asimilar de forma fácil el conocimiento de redes y programación de PLC S7-1200, aquí expuesto

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1. Antecedentes

No se puede dejar de lado la revolución industrial que ocurrió a finales del siglo XVIII y principios del XIX, en el Reino Unido, donde el trabajo se lo realizaba manualmente, a mediados del siglo XIX, en Inglaterra se implementaba en la industria la aplicación de la ciencia y tecnología, apareciendo maquinas que mejoraban procesos productivos, el uso de fuentes de energía como el vapor y el mejoramiento de medios de transporte, con la llegada de la informática en el siglo XX, existieron cambios tecnológicos y sociales, apareciendo dispositivos eléctricos y electrónicos impactando en la sociedad y en la industria pasando a ser parte de la fuerza productiva y un agente estratégico en el desarrollo económico de la industria.

El avance tecnológico, en empresas, talleres, fábricas, etc. ha obligado al mejoramiento de equipos tecnológicos para optimizar el funcionamiento en el menor tiempo posible mejorando el servicio y/o trabajo.

La Universidad Técnica del Norte tiene diversas carreras, entre ellas, la Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, la cual en la actualidad es fundamental porque enseña una correcta manipulación de herramientas y equipos, enmarcados en el conocimiento adquirido para poder manejar la diversidad existente, en el campo eléctrico y electrónico.

El laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT), permite al estudiante adquirir el conocimiento mediante la observación, manipulación e instalación basadas en el conocimiento adquirido en las clases teóricas.

1.2. Planteamiento del problema

El laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte, en la actualidad necesita contar con una red de comunicación industrial entre equipos eléctricos, especialmente PLC permitiendo al estudiante poder guiarse y estar acorde a la realidad laboral de algunas empresas.

Esta guía de implementación de una red de comunicación industrial, es necesaria para un buen desarrollo del estudiante en el campo laboral a un futuro, la tecnología nos obliga a optimizar recursos, a realizar un trabajo en un menor tiempo y con resultados inmejorables.

En la actualidad la industria, tiene que ser competitiva, estar al día en la tecnología, con personal capacitado, equipo y maquinaria, etc. Requisitos necesarios para mantenerse en el mercado globalizado caso contrario, podrá desaparecer con el pasar del tiempo.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC siemens S7-1200, que mejore la viabilidad de datos, información y órdenes de los dispositivos eléctricos y electrónicos con los que cuenta el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico?

1.4. Delimitación

1.4.1. Temporal

Esta guía de implementación de una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 se llevó a cabo a partir del mes de diciembre 2014 hasta el mes de abril del 2015.

1.4.2. Espacial

Se implementó una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200, en el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico ubicado en el edificio de Educación Técnica de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la UTN de la ciudad de Ibarra.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200, para el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Realizar una investigación para conocer el comportamiento de la transferencia de datos e información, por el cable UTP en una red de comunicación industrial.
2. Diseñar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200.
3. Implementar la comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.
4. Realizar pruebas de funcionamiento de la red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200.

5. Elaborar un manual de configuración de una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200, para el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

1.6. Justificación

En la actualidad, el control de procesos en especial las empresas de prestación de servicios eléctricos, comunicaciones, etc. ha mejorado notablemente su infraestructura y comunicación entre equipos, motivo por el cual el estudiante de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, se beneficiaría con el conocimiento en construcción y diseño en redes industriales para el manejo del PLC S7-1200, herramienta con la cual podrá realizar el control y monitoreo de equipos de control de la misma serie mediante una CPU que utilizaría una red Ethernet.

Con la tecnología en la actualmente es necesario mejorar la comunicación, entre los equipos eléctricos y electrónicos, lo que se busca es reforzar el conocimiento, enmarcado en la utilización de redes de comunicación para PLC., una propuesta tecnológica como solución al problema suscitado.

Lo que busca esta propuesta es apoyar al conocimiento del estudiante para un mejor desempeño en el ambiente laboral tecnológico que crece a pasos agigantados.

Este proyecto ayudará a los estudiantes a realizar determinadas prácticas eléctricas como arranque de motores, control de sensores digitales y analógicos por medio de la red Ethernet.

Por esta razón se ha visto la necesidad de complementar el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, con una red de comunicación industrial del PLC S7-1200.

CAPÍTULO II

2. Desarrollo temático

Al programar en el PLC Siemens S7-1200 se puede agregar gran cantidad de líneas, bloques y diversas tareas.

2.1. El lenguaje estructurado.

El lenguaje estructurado permite funciones tales como el control a los lenguajes de programación en los siguientes campos de aplicación:

- a. Gestión de datos.
- b. Optimización y simplificación de procesos.
- c. Funciones estadísticas y matemáticas.

2.1.1. Modelos de comunicación

Un nodo envía un mensaje que es recibido por cada uno de los componentes de destino, hasta su ejecución, mediante una red de comunicación. Este modelo se emplea en los protocolos como Ethernet, Profibus, Interbus, y Modbus a esta comunicación se la denomina fuente/destino

Se debe tener en cuenta para transferir datos:

- a. Conectores a emplear.
- b. Voltajes de señal.
- c. Formato de señal.
- d. Técnica de control de errores.
- e. Direccionamiento.
- f. Técnica de conmutación.

Una red de control tiene la capacidad de soportar, el tiempo real, tráfico de información mediante la formación de pequeños paquetes procedentes de las redes de datos.

2.1.2. Topología en bus.

Según Hallberg, (2007), manifiesta: “Topología bus común multipunto, es una red donde se utiliza un solo cable que corre desde un extremo al otro de la red y que tiene diferentes dispositivos (llamados nodos) de red conectados al cable en puntos diferentes”, (p.41)

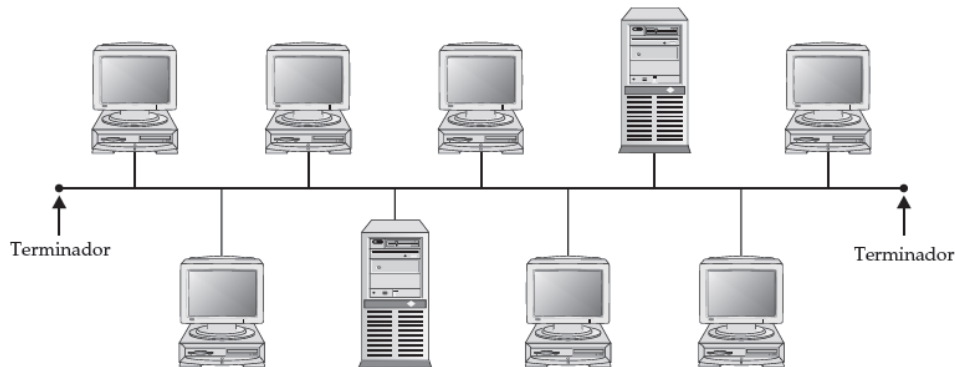
Para que exista comunicación entre equipos estos están enlazados mediante un cable denominándose interfaz, mientras uno de los equipos envía el mensaje el otro equipo lo recepta y al terminar el mensaje de ser necesario existiría una contestación.

El método de acceso de bus se define como los permisos que se le asigna a un equipo para que tenga la categoría de emisor

Tener una buena configuración de bus nos permite tener una red autónoma, flexible y muy confiable en un momento determinado para crear o eliminar otros puntos de red, en la práctica la estructura lógica permite dar prioridad, permisos a cada una de las estaciones denominándoles maestro – esclavo.

De acuerdo al número de estaciones que conforma nuestra red, puede denominarse bus variable, esto implica que se consideraría la utilización de amplificadores para tener una señal considerable en bus. Figura 1

Figura 1 Red con topología bus



Fuente: Hallberg, (2007)

2.1.3. Bus de campo.

Según A.Forouzan, (2002), manifiesta que: “Una topología de bus es multipunto. Un cable largo actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red.”, (p.26)

Este enunciado hace referencia a que el bus se lo puede definir como un conjunto de redes de comunicación, que se emplean en procesos industriales, cuya red permite conectar módulos tales como PLC's, sensores, etc. Una gran ventaja de los buses de campo es reducir costos en mantenimiento, en cableado y tener un sistema centralizado para monitoreo.

2.1.4. Redes de procesos.

Las redes de procesos en alto nivel su principal característica radica en ser necesarias debido a su respuesta a los sensores y actuadores analógicos no es muy rápida por tal motivo es utilizada en procesos como son el Fieldbus y Profibus, que transmiten datos a velocidades de 1 a 2 mega bits por segundo, además se transmite enormes cantidades de

información de un sistema de control hacia las plantas de procesos de información.

2.1.4.1. Protocolos de comunicación.

Se denomina al protocolo como la transmisión-recepción de información punto a punto o multipunto en una misma línea o bus, siendo necesario que en un momento determinado se reciba la información y en otro momento se envíe la información para lo cual se otorgarán permisos que permitan utilizar la línea o bus, a esto se denomina protocolo de comunicación. Se indica además que las instrucciones son señales de hardware y una serie de caracteres de control dentro de un mensaje que luego son interpretados.

Dentro de los protocolos para que exista comunicación dos computadores deben manejar el mismo protocolo, estar en la misma red, para que puedan hablar el mismo idioma.

En las redes de campo existen organizaciones que se han enmarcado en el desarrollo de estándares de comunicación siendo los más destacados Fieldbus Foundation, y Profibus.

2.1.4.2. Fieldbus

El Fieldbus es una red compuesta de dos vías, que conecta a los equipos de campo con sus respectivos controladores, al ser una comunicación digital, serial, y multipuerto, proporciona características de factibilidad para los sistemas analógicos de 4-20 mA, denominándose una conexión estándar que se caracteriza por tener:

- a. Dispositivos alimentados a través de sólo un par de cables.
- b. Reducción de cableado
- c. Compatibilidad entre dispositivos Fieldbus.
- d. Disminución de requerimientos de espacio en el cuarto de control.

2.1.4.3. Profibus

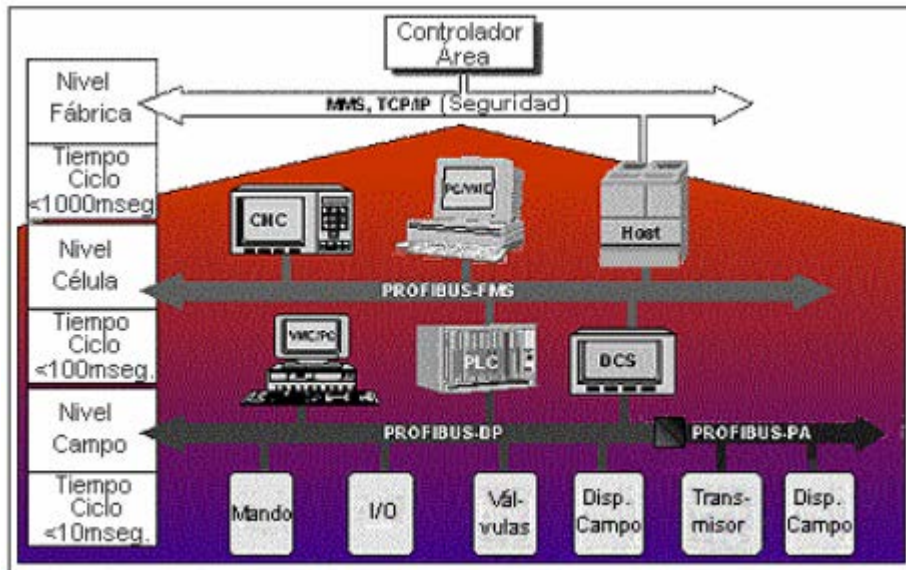
El Profibus es una red digital que permite el intercambio de datos o información entre equipos que tengan la denominación de maestros y entre maestro y dispositivos esclavos de campo, siendo los más destacados los que a continuación se detallan:

1. Profibus-FMS (Fieldbus Messages Specifications), se caracteriza por:
 - a. Programas y bloques de datos.
 - b. Intercambio a cíclico de datos.

2. Profibus-DP (Periferia Descentralizada), se caracteriza por:
 - a. Alta velocidad y costo reducido.
 - b. Intercambio de datos cíclico.

3. Profibus-PA (Automatización de Procesos), se caracteriza por trabajar en ambientes peligrosos y con riesgo de explosión y permite la conexión de sensores y actuadores dentro de una línea, emplea dos conductores para: la alimentación de energía y el envío de datos. Figura 2

Figura 2: Áreas de aplicación del Profibus



Fuente: <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/profibusteoria.pdf>

2.1.4.4. TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

Según Hallberg, (2007), señala que:

Los protocolos, TCP/IP son en realidad dos protocolos que se utilizan en concierto uno con el otro. El Protocolo Internet (IP) define cómo se direccionan los datos de la red desde una fuente hacia un destino y qué secuencia de datos debe reensamblarse en el otro extremo. El protocolo IP trabaja en la capa de red del modelo OSI. El Protocolo de control de la transmisión (TCP) es un protocolo de alto nivel que trabaja una capa más arriba que el IP, en la capa de transporte. TCP administra las conexiones entre computadoras. Los mensajes TCP son transportados (encapsulados) en datagramas IP. (p.92)

Este enunciado hace referencia que el protocolo TCP/IP, se creó para la comunicación en Internet, enlazando cualquier computadora, permitiendo enviar e-mails, transferencia y recepción de archivos (FTP) y tener una

comunicación entre computadoras, definiendo el intercambio de información mediante compuertas, enrutadores o puentes, para una buena identificación entre equipos se utiliza las direcciones IP que identifica a quien corresponde cada configuración.

Las direcciones IP presentan las siguientes características:

- a. Longitud de 32 bits.
- b. Identifica redes y nodos conectados.
- c. Describe la conexión entre redes.

Características más importantes de TCP/IP:

- a. Acceso remoto: Permite el acceso directo de un usuario en otra computadora dentro de la misma red, mientras se tenga el enlace, toda orden que se escriba en la pantalla, la computadora remota lo ejecutará.
- b. Transferencia de Archivos o FTP (File Transfer Protocol). Mediante este protocolo se recibe y se envía archivos a otras computadoras dentro de la misma red.
- c. Servidores de Terminales: son administradas por un servidor de terminales es decir una pequeña computadora donde corre el programa Telnet o protocolos para hacer el acceso remoto.

Todo computador a más de la configuración IP (ejemplo 205.143.60.109), tiene por defecto una *máscara de subred* (ejemplo 255.255.255.0).

2.1.4.5. Sistema SCADA (Control And Data Adquisition)

El sistema SCADA (Adquisición de Datos y Supervisión de Control), permite inspeccionar un proceso a través de una unidad terminal maestra (MTU), mediante la cual hace el control y comparación de datos de los

dispositivos colocados en campo tales como: controladores, autómatas programables, etc. La información generada en los procesos productivos de una producción tales como: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc., el sistema SCADA nos permite crear y almacenar:

- a. Alarma, en esta situación necesita la presencia de un operador.
- b. Creación de un informe de datos históricos.
- c. Programación y reprogramar a los diferentes dispositivos tales como PLC's en caso de falla en programación.

Parámetros básicos para un correcto funcionamiento de un sistema SCADA:

- a. Arquitectura abierta, permite en un futuro ampliación de su sistema.
- b. Programación e instalación con interfaz de fácil acceso que nos permita ver en tiempo real un proceso.
- c. Permitir recibir datos del equipo, a nivel interno y externo.

2.1.4.6. Funciones principales del sistema SCADA

El sistema SCADA, permite al operador activar y desactivar equipos en los diferentes procesos de la planta, basado en los sensores que alertan de peligros que se pudieran producir, la actuación y/o respuesta puede ser de manera manual o automática.

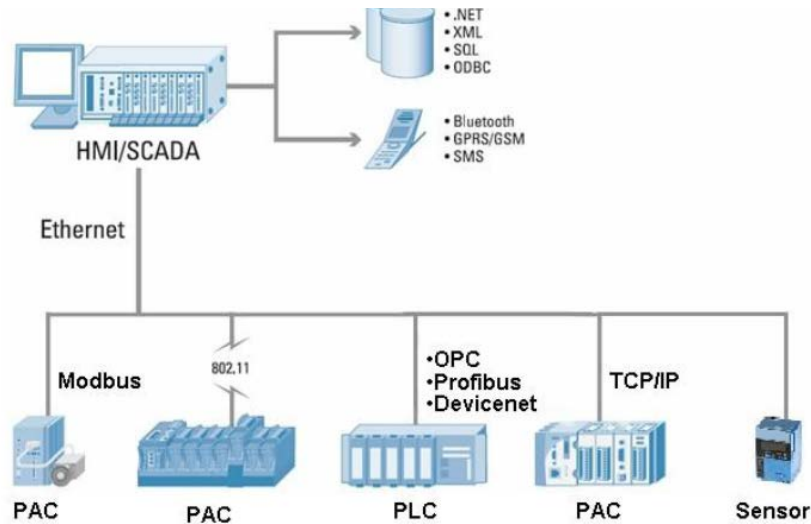
2.1.4.7. Componentes de hardware

Un sistema SCADA está formado por: (Figura 3)

- a. Ordenador Central o MTU (master terminal unit).
- b. Ordenadores Remotos o RTU's (remote terminal units).
- c. Red de comunicación.

d. Instrumentación de campo

Figura 3: Diagrama de bloques de una arquitectura HMI/SCADA



Fuente: <http://www.ni.com/white-paper/5970/es/>

2.1.4.8. Transmisión de la información

La transmisión de información se la puede realizar a una velocidad de 300 bps y en aplicaciones eléctricas puede sobrepasar los 2400 bps. La información recibida en el centro de control de los diferentes dispositivos instalados en campo se lo puede realizar mediante un sistema de cableado (fibra óptica, cable Ethernet, cable coaxial, etc.) o de forma inalámbrica

2.1.4.9. Comunicaciones

Para que exista la comunicación en un sistema SCADA, se debe de contar con los siguientes elementos: (figura 4)

- a. Equipo de transmisión.
- b. Equipo emisor (MTU)
- c. Equipo receptor que se relacione a los RTU's.

Figura 4: Red de comunicación industrial



Fuente: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150505/AVA/niveles_de_una_red_industrial_y_estndares_de_redes_lan_industriales.html

2.1.4.10. Topología en estrella:

Según Hallberg, (2007), señala que:

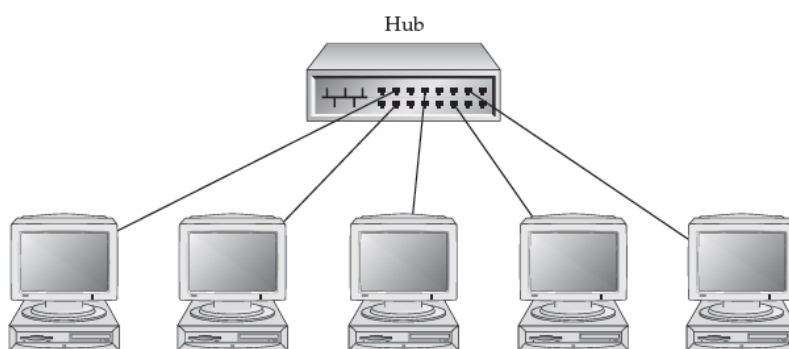
La *topología estrella* es una en la que una unidad central, llamada *hub* o *concentrador*, trabaja como punto de conexión para enlazar cada nodo de la red. En términos técnicos, al concentrador se le conoce como unidad de acceso multiestación (MAU), pero esa terminología en particular tiende a utilizarse sólo en las redes Token Ring, las cuales usan una topología lógica en anillo. Por lo general, cada concentrador puede conectar aproximadamente 24 nodos, aunque existen concentradores que varían en tamaño desde 2 hasta 96 nodos. Sin importar su tamaño, usted puede conectar múltiples concentradores entre sí para expandir una red de cualquier forma que tenga sentido. (p.43)

Según Lechtaler, (1995), señala que: “Redes tipo estrella están diseñadas con un nodo central al que están conectados todos los equipos

terminales y que actúan como concentrador y distribuidor de todo el tráfico de comunicaciones existente entre ellos”. (p. 617)

En la topología tipo estrella una de las estaciones está configurada como maestra y es el centro de esta topología de donde se derivan los nodos periféricos, debido a esta característica su condición es superior a las que se comunican a los nodos, es un sistema centralizado, como una ventaja importante es cuando falla un nodo solo afecta a ese equipo y no a los otros nodos de la red, caso que no sucede cuando la falla es en el nodo central en ese momento cae todo el sistema de red, de igual manera el éxito de este sistema depende de la estación central, en la actualidad esta topología no es utilizada en grandes redes, mientras que en redes pequeñas tiene gran preferencia figura 5.

Figura 5 Red con topología estrella



Fuente: Hallberg, (2007)

Como medio físico de unión entre los nodos se considera cables eléctricos, enlace por radiofrecuencia, fibra óptica los cuales dependen de: números de canales a transmitir, frecuencia y de la distancia, se señala que la fibra óptica por su condición no tiene interferencia por ruido eléctrico, a cada fin de línea se instala un diodo receptor que recompone las señales eléctricas.

Tabla 1: Diferencias entre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica

	Cable coaxial	Par trenzado			Fibra óptica
		UTP	FTP	STP	
Velocidad	10 Mbps	100 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	1 Gbps
Distancia	Fino 200 m. Grueso 500 m.	100 m.	110 m.	300 m.	De 2 Km. A 40Km.
Inmunidad a interferencias electromagnéticas	Si, debido a su malla que se encuentra sobre el aislante	No, ya que no presenta una malla conductora conectada a tierra	Baja, debido a que solo hay un apantallamiento global y puede haber interferencias entre los pares	Sí, porque presenta mallas en cada par trenzado y aparte un apantallamiento global para todos los cables	Sí, porque las interferencia electromagnéticas no influyen ya que la fibra óptica envía información mediante señales en base a la transmisión de luz (rayos ópticos)

Fuente:<http://gigatecno.blogspot.com/2012/08/diferencias-entre-par-trenzado-cable.html>

En la comunicación inalámbrica depende de los factores que a continuación se detallan:

- a. Potencia de transmisión de información.
- b. Frecuencia en la que se emite y recibe la información.
- c. Ancho de banda,
- d. Tipo de antena que emite y recibe la información.

Con estos antecedentes la comunicación se la realiza utilizando un modem a través de un canal RS-232, a los dos extremos de la línea y se transmite por radio frecuencia o telefonía.

2.1.4.11. Topología en anillo:

Según Hallberg, (2007), manifiesta:

La topología anillo, como usted podría imaginarlo, no es un arreglo físico de un cable de red. En lugar de eso, los anillos son

un arreglo lógico: los cables están instalados en forma de estrella, en la que cada nodo está conectado al MAU con su propio cable. Sin embargo, eléctricamente las redes se comportan como un anillo, pues las señales circulan alrededor del anillo de nodo en nodo. (p.46)

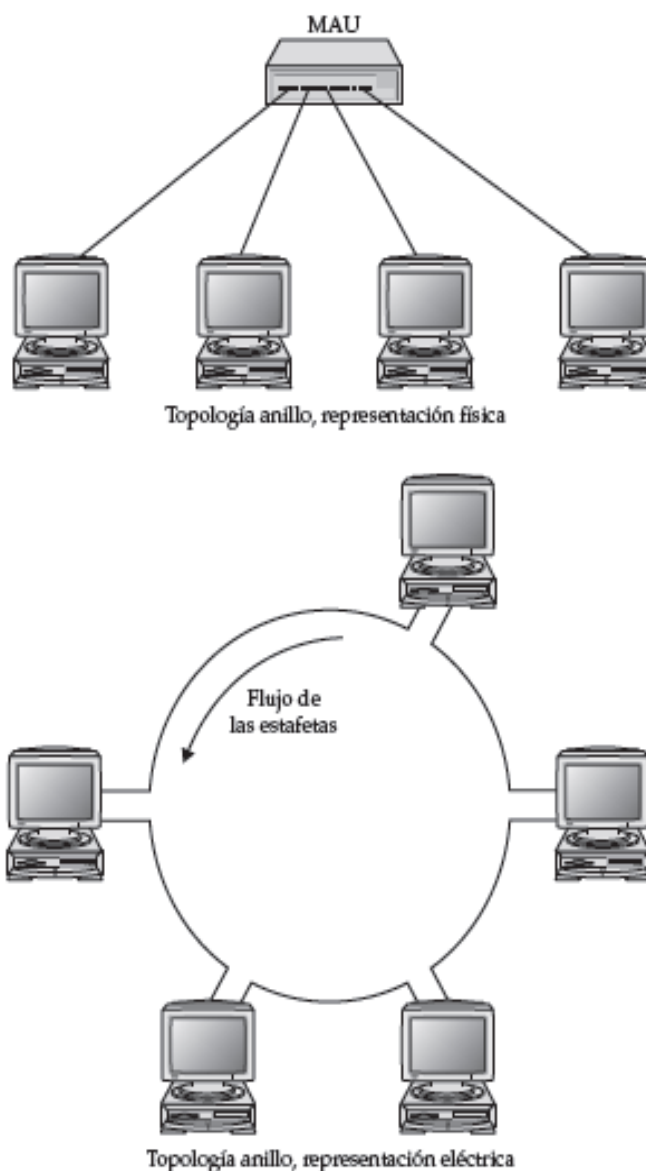
Según Lechtaler, (1995), señala que: “Redes tipo anillo están diseñadas de tal forma que cada equipo terminal está conectado a los dos que tiene adyacentes, hasta formar entre todos ellos un círculo”. (p. 620)

Las redes con topología tipo anillo cuya cobertura en telecomunicaciones necesita velocidades de 100 Mbps se utiliza fibra óptica denominándose red óptica síncrona. De igual manera en este tipo de topologías una de las ventajas es que cada nodo por sus características actúa como amplificador ayudando a que la señal recibida no pierda sus particulares, pero de igual manera en caso de fallar uno o más nodos el mayor problema que tiene es la comunicación de los equipos conectados a los nodos, quedan aislados y en algunos casos los nodos que se derivan de este nodo.

La red de comunicación en la topología tipo anillo puede ser centralizada o distribuida, debido a que la información fluye de un extremo o del otro extremo del anillo y a su vez por todos los nodos ayudando a la velocidad, fiabilidad de la información en la red, siempre y cuando los nodos y equipos estén en buenas condiciones caso contrario se dependerá de ellos, en ese caso se procederá a la colocación de bypass para salvaguardar la comunicación ya sea de forma manual o automática.

La red de topología anillo puede crecer de manera indefinida, tomando en cuenta que por la distancia y características de los nuevos equipos puede existir pérdida de velocidad, por la incorporación de nuevos datos a la red. Figura 6

Figura 6: Red con topología anillo



Fuente: Hallberg, (2007)

Para mejorar la topología tipo anillo se utiliza la red de doble anillo que permite que los datos se envíen en ambas direcciones, aumentando la fiabilidad de la red, significando que si falla el primer anillo queda el segundo, como desventaja a relación de la topología tipo anillo su costo es elevado.

2.1.4.12. Ventajas y desventajas de las topologías estrella y anillo

Tabla 2: Ventajas y desventajas de las topologías estrella y anillo

Topología Anillo		Topología Estrella	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Acceso equitativo para todas las computadoras. • El rendimiento se mantiene pese a estar conectados a la red varios usuarios. • Arquitectura sólida. • Si un equipo falla, la información cambia de dirección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si un equipo envía datos diferentes, estos viajarán por los equipos intermedios hasta llegar a su destino. • Con la ampliación de la red, el canal se degrada. • En caso de fallar más de un equipo, difícil de identificarlos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema que permite agregar fácilmente equipos. • Rápida configuración y reconfiguración. • Fácil de identificar daños y/o conflictos. • Red centralizada. • De fácil conexión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al fallar el Hub o switch central falla, toda la red deja de comunicar. • Por la cantidad de cable que se emplea es costosa.

Fuente: Autor

2.1.4.13. Ethernet.

En los años setenta la compañía Xerox diseñó una red que tuvo una gran acogida técnicamente y sigue siendo comercial hasta la actualidad por su estructura en forma núcleo en lo referente a redes locales y físicamente con ciertas variantes.

a. Ethernet con Cable Delgado.

Esta variante de Ethernet es utilizada en distancias cortas, con una cantidad limitada de nodos, compuesta por cable UTP5, 4 pares de cables trenzados y conectores RJ45

b. Ethernet con Banda Ancha.

Esta variante de Ethernet utiliza en grandes distancias mediante un modem denominado DECOM en conexiones a redes WAN.

Tabla 3: Especificación de topologías Ethernet

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base2	10 Mbit/s	Coaxial	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbit/s	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbit/s	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100 Mbit/s	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000 Mbit/s	4 pares trenzado (categoría 5e ó 6UTP)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000 Mbit/s	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000 Mbit/s	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

2.1.5. Estructura lógica de las LAN.

Según A.Forouzan, (2002), manifiesta:

Una red de área local (LAN, *Local Area Network*) suele ser una red de propiedad privada que conecta enlaces de una única oficina, edificio o campus. Dependiendo de las necesidades de la organización donde se instale y del tipo de tecnología utilizada, una LAN puede ser tan sencilla como dos PC y una impresora

situados en la oficina de la casa de alguien o se puede extender por toda una empresa e incluir voz, sonido y periféricos de video. En la actualidad, el tamaño de las LAN está limitado a unos pocos kilómetros. (p.31)

Según este criterio la red LAN permite compartir recursos entre computadoras y/o equipos recursos como por ejemplo hardware y software, dentro de las estructuras LAN definimos dos grandes grupos básicamente:

1. Control de acceso al medio MAC (Media Access Control).
2. Enlace lógico entre terminales LLC (Logic Link Control)

2.1.5.1. Control de acceso al medio (MAC).

Las características más relevantes del Medio MAC se detallan a continuación:

- a. Control Centralizado (maestro fijo).

Este tipo de conexión es utilizada en redes sencillas autómatas tipo maestro – esclavo, se señala que cualquier fallo significa la parada total del sistema por motivo que las ordenes son emitidas por la estación maestra

- b. El Protocolo HART

El protocolo HART (Highway Addressable Remote Transducer), cuyo protocolo se define como maestro-esclavo, el dispositivo esclavo solo en caso de direccionamiento a él, realiza una transferencia de datos al dispositivo maestro, que incluye en su estructura un mensaje de recibido, de acuerdo a las direcciones se puede definir como maestro secundario o maestro principal.

2.1.6. En nivel WAN

Su principal característica es ser considerada como una red pública, capaz de transmitir datos, imágenes, voz, etc., dejando de ser exclusivamente de tipo industrial.

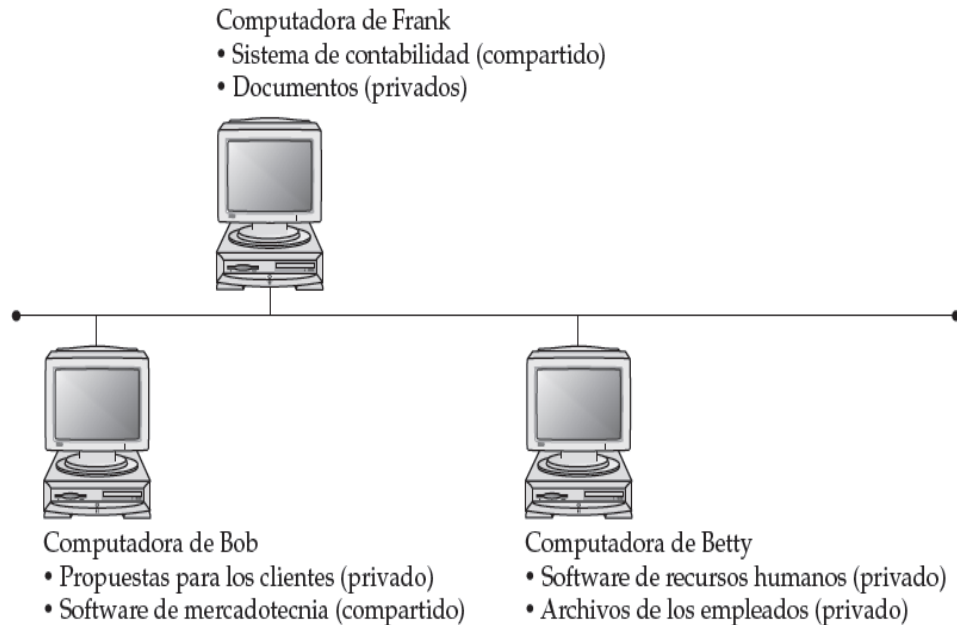
2.1.7. Terminología para describir las velocidades en la conectividad de redes

En la conectividad de redes se analiza la transferencia de datos de un punto a otro midiendo la cantidad de datos que se pueden transmitir en un periodo y se conoce con el nombre de ancho de banda medido en bits por segundo (Kbps), millones de bits por segundo (Mbps) o miles de millones de bits por segundo (Gbps).

2.1.8. Relaciones de red cliente/servidor

Se define a la relación cliente / servidor a las computadores que ponen a disposición de la red sus recursos (servidor), y aquellos que se benefician de los recursos se definen como clientes, una red pura es cuando todos los archivos, aplicaciones y demás información, se encuentran centralizados y de ellos dependen los clientes, se señala que ningún cliente puede compartir sus recursos Figura 7.

Figura 7: Red que comparte recursos entre equipos



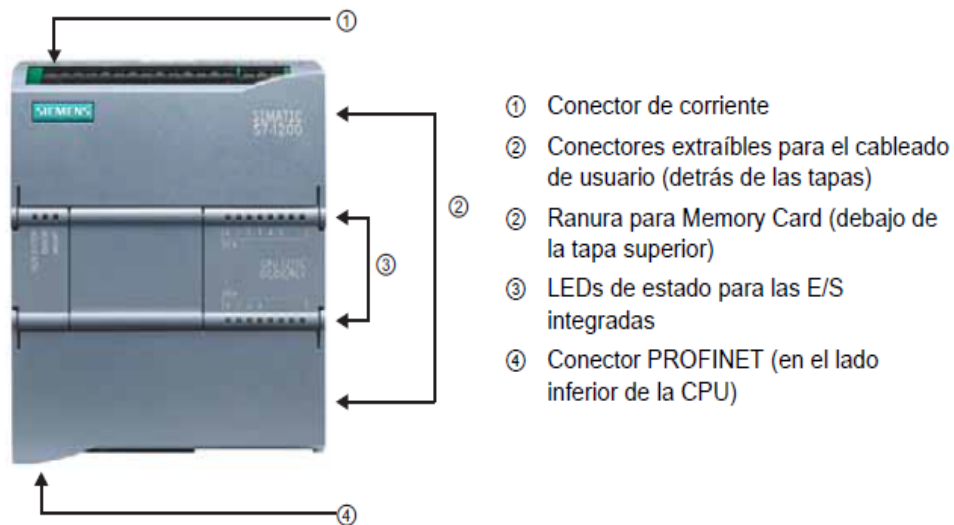
Fuente: Hallberg, (2007)

2.2. PLC SIEMENS S7-1200

El PLC (Controlador Lógico Programable) S7-1200, puede realizar varias aplicaciones gracias a su entorno gráfico y su compatibilidad de software con Windows y otros programas compatibles en programación lo hacen idóneo para realizar múltiples tareas de automatización.

Su microprocesador incorporado en la CPU, fuente estable de 85 a 264 VAC, entradas digitales y analógicas, salidas digitales y analógicas en forma de cascada, puerto de comunicación PROFINET, para conexiones LAN en redes RS485 o RS232, software con un sistema de lógica en programación capaz de controlar dispositivos de una gama amplia en la industria, funciones matemáticas complejas, lógica booleana y comunicación entre dispositivos inteligentes lo hacen la CPU más idónea para el control de automatización en la industria Figura 8.

Figura 8: PLC S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009), Manual de Sistema SIMATIC S7-1200

2.2.1. Software TIA (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION) Portal

Este software se utilizará para programar el PLC S7-1200, en el módulo didáctico, sistema propio desarrollado por la empresa SIEMENS, herramienta esencial al momento de programar y poner en marcha equipos, este software nos permite integrar distintas aplicaciones de otros programas mejorando procesos de automatización en el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

2.2.2. PROFINET

El PLC S7-1200, en el módulo didáctico, tiene un puerto PROFINET, que cumple con las normas de Ethernet, basado en comunicación TCP/IP, además permite comunicarnos con otras CPU's de las mismas características, dispositivos HMI y dispositivos de distintas marcas siempre y cuando utilicen protocolos TCP estándar.

2.2.3. Interfaz RS 232 y RS 485

2.2.3.1. Interfaz RS 232

Según Lechtaler, (1995), comenta en base a la norma RS 232:

NORMA RS 232.- Interface entre los equipos terminales del circuito de datos (ETCD) y los equipos terminales de datos (ETD), mediante el intercambio de dantos binarios en serie. Esta norma ha sido confeccionada por la Asociación de la Industria Electrónica (EI A) de los Estados Unidos. El significado de los caracteres usados para la identificación de esta recomendación es el siguiente: Rs, son las primeras letras de las palabras recommended standard, que significa estándar recomendado. Una letra al final de su nombre indica la revisión que se está considerando. (p.527)

Este enunciado hace referencia al tipo de interfaz su diseño para comunicar equipos se basa en la terminal de datos o DTE (Data Terminal Equipment, el PC) con otro equipo de comunicación de datos o DCE (Data Comunicación Equipment, un módem).

2.2.3.2. Características de la interfaz RS 232

1. 25 pines de señal.
2. Conector de DTE (macho) y el conector DCE (hembra).
3. Manejo de voltajes de nivel lógico alto (-3V y -15V), y nivel bajo (+3V y +15V).
4. Velocidad de transmisión de datos se la puede realizar utilizando cables de hasta 15 metros.
5. Velocidades en bps 300, 600, 1200, 2400, 4800 y 9600

2.2.3.3. Señales más utilizadas en la interfaz RS 232

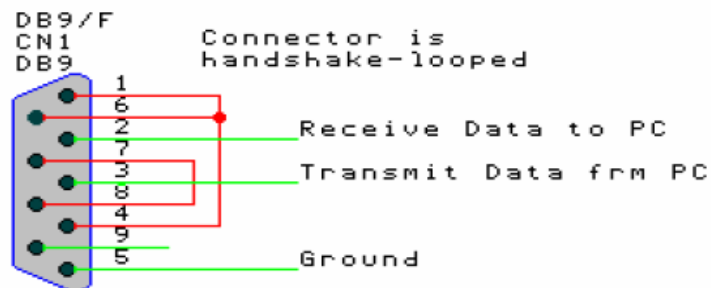
1. DTR (Data-Terminal-Ready)
2. DSR (Data-Set-Ready)
3. RTS (Request-To-Send)
4. CD (Carrier-Detect)
5. CTS (Clear-To-Send)

Señales de salida TXD, DTR y RTS

Señales de entrada RXD, DSR, CTS y DCD

En este tipo de conexión el punto en común (masa), para todas las señales es SG (Tierra de Señal). La señal RI se considera como Indicador de Llamada Figura 9.

Figura 9: Transmisión y recepción de datos en el conector RS232



Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microcontroladores>

2.2.3.4. Interfaz RS 485

Se utiliza una conexión balanceada sin conector físico. Con lo que se consigue mejorar la velocidad y distancia máxima.

2.2.3.5. Características de la interfaz RS 485

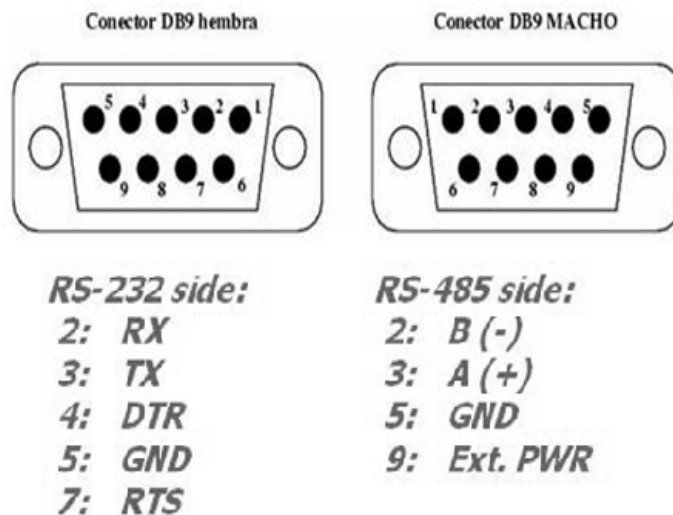
1. Velocidad máxima de 100 Kbps hasta 1200 m y de 10 Mbps hasta 12m.
2. Señales de cómo máximo 6V y de cómo mínimo 200 mV.
3. Amplificadores de triple estado, permiten interconectar hasta 64 dispositivos.

2.2.3.6. Comparación entre las interfaces RS 232 - RS 485

El uso de tensiones elevadas de hasta 15V en RS-232 y de circuitos no balanceados hace que sea más susceptible al ruido.

En cambio en RS-485 se utilizan voltajes de cómo máximo 6V y circuitos balanceados por lo que se reduce el factor de ruido. Con RS-485 se permiten conectar hasta 64 dispositivos Figura 10.

Figura 10: Conector DB9 Hembra - Macho

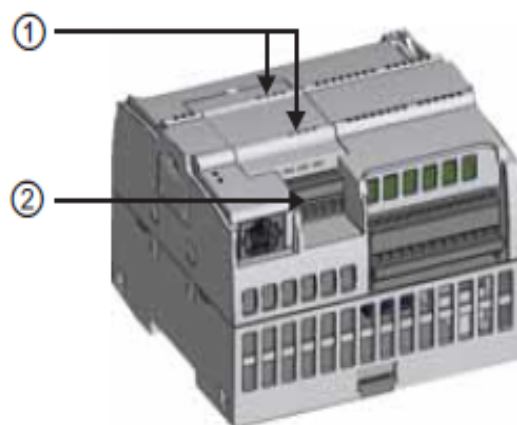


Fuente: <http://labo2lnp54.blogspot.com>

La CPU S7-1200, tiene amplia variedad de funciones y aplicaciones capaz de dar soluciones a diferentes tareas de automatización más

utilizadas en la actualidad, de acuerdo a la necesidad se puede acoplar diferentes módulos de señales (Signal Boards) y módulos de comunicación que soportan otros tipos de protocolos de comunicación, con los que cuenta el PLC figura 11,

Figura 11: Conector para cableado del PLC S7-1200



- ① LEDs de estado en la SB
- ② Conector extraíble para el cableado de usuario

Fuente: SIEMENS, (2009), Manual de Sistema SIMATIC S7-1200
Módulos de comunicación

La CPU S7-1200, tiene módulos de comunicación (CMs) que permiten al sistema tener funciones adicionales dentro de los módulos de comunicación RS232 y RS485.

- a. La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- b. Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU

Figura 12: Módulo de comunicaciones del PLC S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009), Manual de Sistema SIMATIC S7-1200

La CPU S7-1200 y demás equipos electrónicos, para una mejor funcionalidad y tiempo de vida útil, se recomienda trabajar en áreas alejadas de fuentes de calor, alta tensión y lugares que trabajen a diferentes frecuencias.

Se considera además que los cables con señales de baja tensión y cables de comunicación, por sus características no pueden ir junto a los cables de conmutación rápida y de alta energía de AC y DC, por las interferencias que pueden existir en la transferencia de información.

En lo posible no utilice tramos de cableado muy largos para evitar caídas de voltaje, los cables más utilizados van desde el número 14 AWG a 22 AWG dependiendo de las características de trabajo puede ser cable apantallado con conexión a tierra para evitar interferencias.

2.2.3.7. Generalidades

La CPU S7-1200 es un dispositivo electrónico, que realiza secuencias de programación en maquinarias o procesos, programados por el usuario

ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad en equipos.

Los creadores de los PLC's, fueron ingenieros de la GMC (General Motors Company), quienes se basaron en la tecnología y sistemas de los relevadores.

2.2.4. Cable Ethernet

El cable Ethernet, es utilizado comúnmente para transferencia de información entre dispositivos informáticos conectados dentro de una misma red, además permite conectar redes formadas por PLC's, HMI's, etc., siendo el más difundido el cable UTP de categoría 5, que consta de 4 pares de hilos y de acuerdo al tipo de trabajo puede tener una malla metálica para proteger de ruido o interferencias a los datos que se transmiten a través de él.

2.2.5. Topología de cables de red

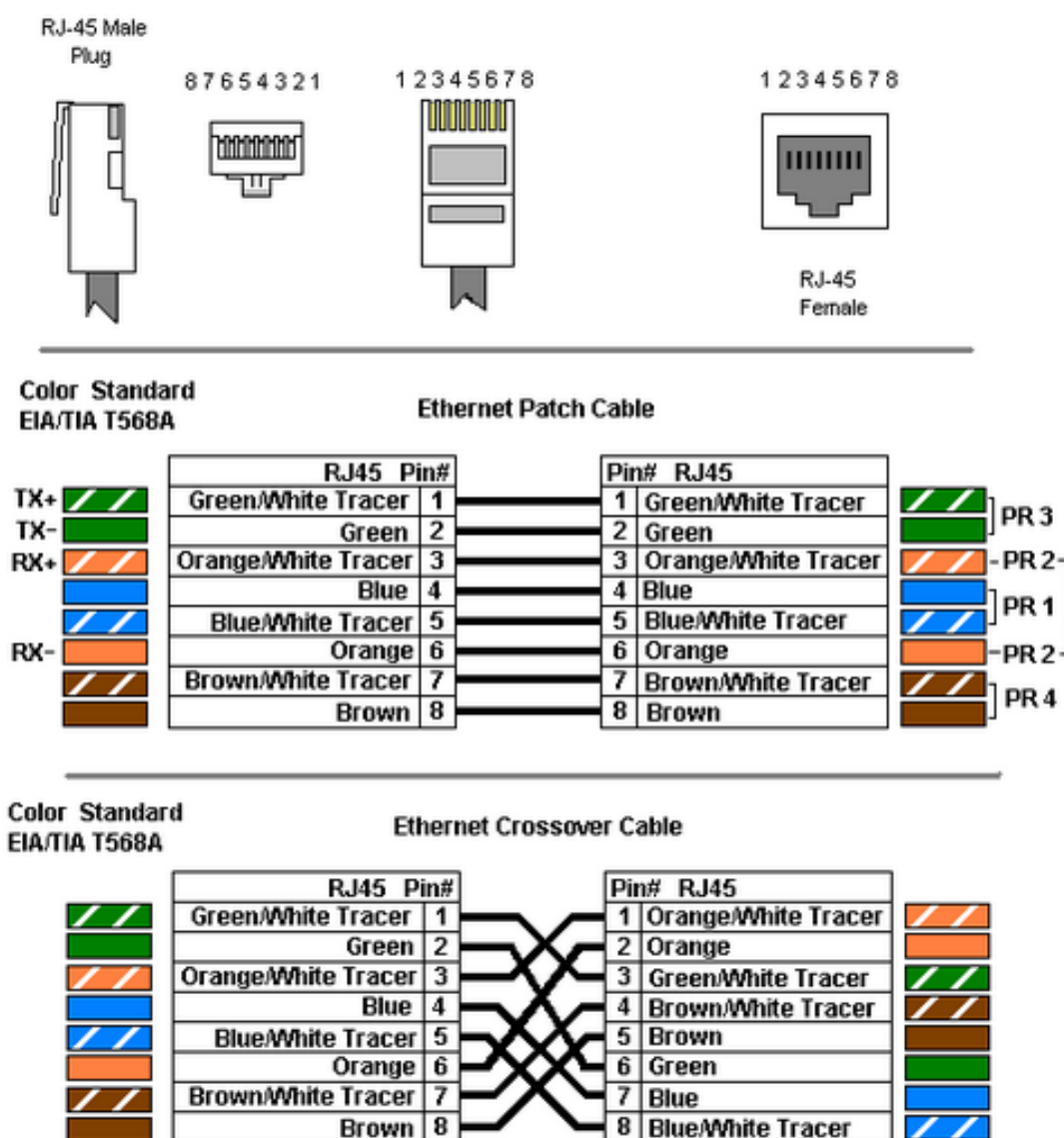
La palabra topología significa, forma de una red, es decir, a cómo están cableados todos los nodos (puntos) de una red. Dependiendo de la topología de la red dependerá su costo tanto en costo como en mantenimiento, de igual manera desempeño y niveles de confiabilidad en transferencia de datos.

El termino segmento se denomina a un tramo de cable donde se conectan todos los nodos, cabe indicar que cada tramo empieza y termina en cada nodo, donde se conecta un equipo mediante un conector, considere además que dependiendo del número de equipos conectados a la red el ancho de banda ocupa un porcentaje, por ejemplo. En 20 computadores conectados a la red, cada uno utilizara 1/20 del ancho de banda.

En la construcción de un cable UTP para comunicación se necesita un conector (macho) RJ45 en cada extremo, el pin 8 es el situado más a la derecha (visto desde arriba con la lengüeta en la parte inferior).

En un conector hembra el pin 1 corresponde al situado más a la izquierda. Para las comunicaciones Ethernet sólo se necesitan los pines 1, 2, 3 y 6, los otros pines son usados para telefonía Figura 13.

Figura 13: Conexión de cable Ethernet



Fuente: <http://www.taringa.net/>

2.2.6. Cable UTP

El cable UTP es un conjunto de ocho cables que físicamente están trenzados y de acuerdo a la combinación que se realice se puede utilizar en diferentes tipos de comunicación.

Debido a las características de trenzado interno y el recubrimiento externo del cable UTP, permite el aislamiento de interferencias electromagnéticas y otras interferencias que afecten a la comunicación

2.2.6.1. Características del cable de par trenzado

1. Se utiliza para la comunicación de equipos mediante la utilización de conectores RJ 45, SWITCH entre otros componentes.
2. Si el cable no excede los 100m. se considera que la información no ha perdido sus características.

En la siguiente tabla se muestra las características del cable por su categoría (Tabla 3):

Tabla 4: Categorización del cable UTP

Categoría	Ancho de Banda	Velocidad	Características
CAT 1	< 0.5 MHz	-	Obsoleto
CAT 2	4 MHz	-	Obsoleto
CAT 3	16 MHz	-	Obsoleto y no compatible con ancho de banda
CAT 4	20 MHz	16 Mbps	Uso en redes Token Ring
CAT 5	100 MHz	100 Mbps	Ethernet 100 BASE-TX y 1000 BASE-T
CAT 5e	100 MHz	100 Mbps	Categoría 5 y soporte Ethernet Gigabit
CAT 6	250 MHz	1000 Mbps	Ethernet Gigabit
CAT 6a	500 MHz	10,000 Mbps	Ethernet 10 Gigabit

Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

En la siguiente tabla se realiza diferentes comparaciones entre distancia máxima, categoría y Ancho de banda, en estas comparaciones la señal no ha sufrido atenuaciones.

Tabla 5: Transferencia de información en cable UTP

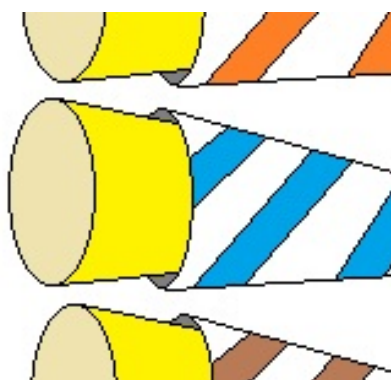
Ancho de Banda	100 Khz	1 Mhz	20 Mhz	100 Mhz
Categoría 3	2 Km.	500 mts.	100 mts.	no existe
Categoría 4	3 Km.	600 mts.	150 mts.	no existe
Categoría 5	3 Km.	700 mts.	160 mts.	100 mts.

Fuente: www.rnds.com.ar

1. De acuerdo a su uso:

Cable de par trenzado para instalaciones (UTP sólido), este tipo de cable dentro de cada par trenzado contiene un solo hilo conductor, permitiéndole menor resistencia al movimiento, posee un alma plástica que le ayuda en los tensionamientos de cable Figura 14.

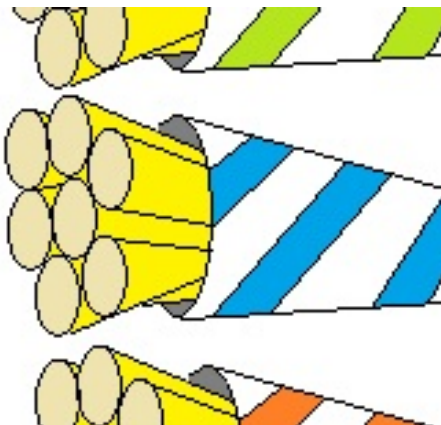
Figura 14: Cable trenzado UTP sólido



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

Cable de par trenzado de uso común (UTP flexible), se caracteriza por tener por cada conductor varios hilos , permitiéndole tener mayor flexibilidad y no depender de un solo hilo para la transmisión de información Figura 15

Figura 15: Cable trenzado UTP flexible



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

2. Por su blindaje
 - a. Cable de par trenzado sin blindaje UTP, este tipo de cable no tiene aislante y puede ser afectado por interferencias electromagnéticas, se utiliza ampliamente en aplicaciones de la red, a ciertas limitaciones a largas distancias, el diámetro de los cables es de 0.52 mm.

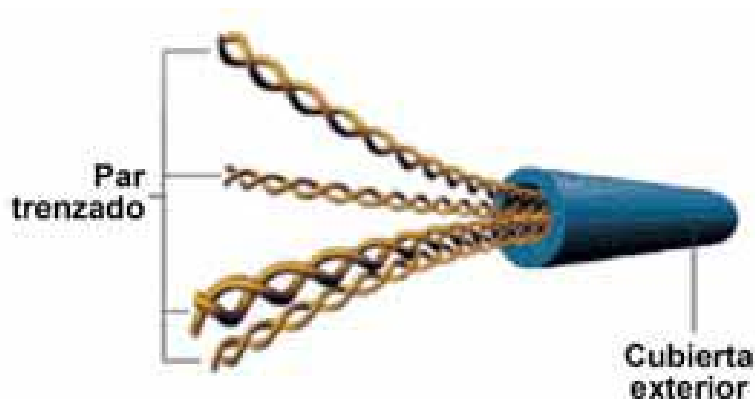
Este cable UTP está dentro de las categorías 3, 4 y 5 , los cables de categoría 1 y 2 son utilizado para transmisión de voz y datos en baja capacidad dentro del rango de 4 Mbps.

Área de trabajo:

1. Red de área local ISO 8802.3 (Ethernet) y ISO 8802.5 (Token Ring)
2. Telefonía analógica
3. Telefonía digital
4. Terminales síncronos

- 5. Terminales asíncronos
- 6. Líneas de control y alarmas

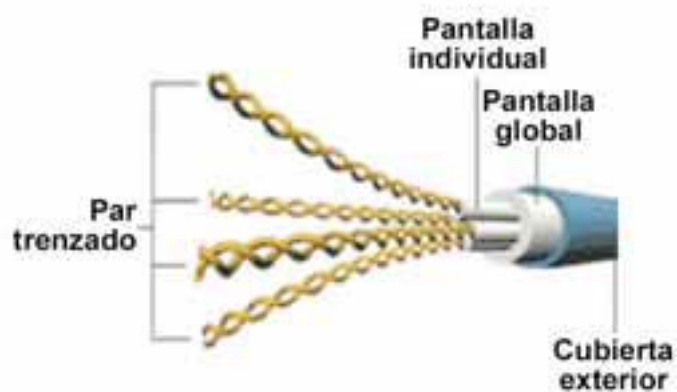
Figura 16: Cable trenzado UTP sin blindaje



Fuente: www.rnds.com.ar

- b. Cable de par trenzado blindado STP (Shielded Twisted Pair / par trenzado apantallado), tiene una lámina apantallante que rodea a los cables de cobre evitando interferencias por ruido Figura 17.

Figura 17: Cable trenzado UTP blindaje



Fuente: www.rnds.com.ar

- c. Cable de par trenzado FTP (Folied Twisted Pair), tiene una malla trenzada protectora que rodea a los cables de cobre evitando interferencias por ruido, está dentro de la categoría 5 y 5e, con una frecuencia de 100Mbps.

3. Por su fabricación

- a. Armado, su estructura física de ensamble es de elaboración artesanal y por ende de bajo precio Figura 18

Figura 18: Cable trenzado UTP armado



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

- b. Patch Cord (cable de acoplamiento), su estructura física de ensamblaje es realizado mediante maquinas, no existe fallas en su estructura y su precio es más elevado Figura 19

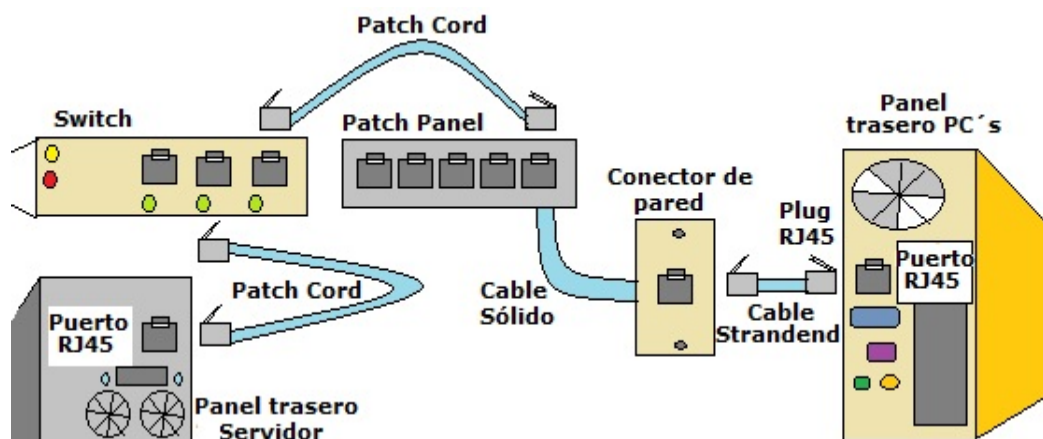
Figura 19: Patch Cord



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

Diagrama de una red de comunicación entre dos computadores a una velocidad de 1000 Mbps CAT 6 Figura 20.

Figura 20: Diagrama de una red de comunicación Cat 6



Fuente: http://www.informaticamoderna.com/Cable_lan.htm

2.2.6.2. Tipos de conexión de cable UTP

a. Cable Directo

Este tipo de cable permite la conexión punto a punto, es decir los dos extremos tienen la misma configuración.

b. Cable cruzado

Este cable conecta las señales de salida de un conector con las señales de entrada del otro conector, existiendo entre los equipos una conexión full dúplex.

2.2.7. Concentrador, ruteador y switch

Los concentradores, ruteadores y switch son utilizados para la conectividad de equipos en la red, a través de cable, también llamados dispositivos de conectividad de redes por motivo de ser su función principal, indispensables para la comunicación en las diferentes capas físicas de transferencia de datos y de red:

- a. El hub, también llamado concentrador, dispositivo de comunicación donde se conecta gran número de cables de red provenientes de computadores que comparten una red, su tamaño es variado y soportar computadores de grandes características en transmisión de datos, dentro de los concentradores el más común es el de 24 conexiones de red, donde comparte un dominio de colisiones único es decir todas las computadoras transmiten a través de un cable Figura 21.

Figura 21: Hub



Fuente: <http://5cp1ok2012g5.blogspot.com>

- b. El switch su forma de cableado es similar al hub, la principal diferencia que cada red posee su propio dominio de colisión, haciendo que cada red tenga características de privacidad y privilegio y en algunos casos transmitir por una sola red, que opera a velocidades más elevadas que en las conexiones individuales, de igual manera se puede conectar gran cantidad de hub a los switch formando una sola red Figura 22.

Figura 22: Switch



Fuente: <http://5cp1ok2012g5.blogspot.com>

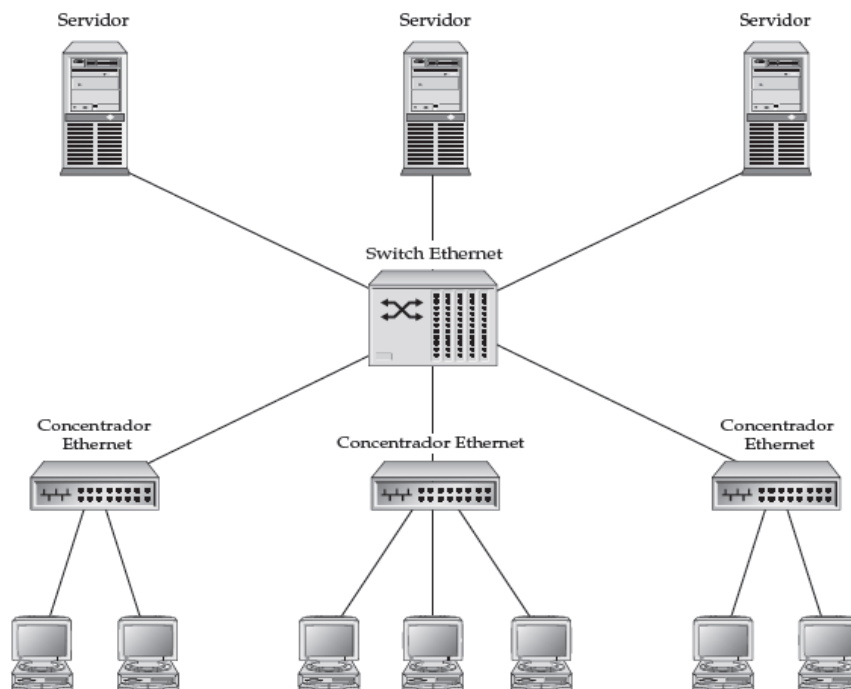
- c. El ruteador la principal función es direccionar la información de una red a otra, las dos redes se conectan al ruteador mediante cable, los ruteadores también tienen una conexión adicional que se utiliza para programar y proporcionar mantenimiento al ruteador Figura 23 y Figura 24.

Figura 23: Ruteador



Fuente: www.tvc.mx

Figura 24: Utilización de switch y conexión a una red



Fuente: Hallberg, (2007)

2.3. Glosario de términos

Atenuación: Deterioro del nivel de potencia de una señal.

Bloque: En informática, es la cantidad más pequeña de datos que pueden transferirse en una operación de entrada/salida entre la memoria principal de un ordenador y los dispositivos periféricos o viceversa.

Bus: Conjunto de conductores compartidos por dos o más sistemas digitales, la comunicación a través de un bus implica que sólo uno de los terminales conectados podrá enviar datos en un instante determinado.

Código: Reglas o convenios que permiten interpretar una información digital.

Comunicación serie: Utilizan dos o tres hilos. La información se transmite bit a bit, uno tras otro hasta completar un carácter.

Control: Información que facilita la comunicación y/o la interpretación de los mensajes, se lo puede realizar mediante hardware, software o por un sistema combinado.

Contactador: Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina

Conexión punto a punto: Conexión en la que intervienen sólo dos terminales o Sistemas digitales, uno a cada extremo de la línea de comunicación.

Conexión multipunto: Conexión de más de dos terminales o sistemas digitales a través de una misma línea o bus.

CPU: Unidad central de procesamiento (del inglés central processing unit o CPU), es el hardware dentro de una computadora u otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones de un programa informático mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema

Datos: Información que se pretende intercambiar entre ambos sistemas.

Distorsión: Modificaciones de la forma de la señal por ancho de banda limitado.

Enlace simple (Simplex): Comunicación entre dos terminales que permite sólo el flujo de datos en un sentido (de transmisor a receptor).

Enlace semiduplex o half duplex: Comunicación entre dos terminales, que permite el flujo de datos en ambos sentidos, pero no simultáneamente, utilizando los mismos cables o medios físicos.

Ethernet: Su nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

HMI: Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (Human (Y) Machine Interface) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas; Aplicable a sistemas de Automatización de procesos.

Interferencia: Contaminación de la señal útil con otras señales generadas por el hombre.

Línea de comunicación o canal de transmisión: Término que el medio físico de enlace entre dos terminales, puede establecerse, a través de

varios cables, fibras ópticas o estaciones de radio, conectadas entre sí por medio de señales conmutadas (como el caso de comunicación por vía telefónica).

LAN (Local Área Network): Red local que comunica varios terminales, por lo general a corta distancia (del orden de 1 km).

Nodo o estación: Terminal de enlace a una red o punto de enlace de una red de rango inferior a una de rango superior.

OSI: (Open System Interconnection), es el modelo de red descriptivo, una normativa formada por siete capas que define las diferentes fases por las que deben pasar los datos para viajar de un dispositivo a otro sobre una red de comunicaciones.

Puente (bridge) se utilizan para acoplar subredes que trabajan con el mismo protocolo, pueden unir redes locales que tienen diferente topología.

PLC: Controlador Lógico Programable (programmable logic controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Relé: es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes

IP: es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo

(habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP

Ruido: Contaminación de la señal útil con señales aleatorias.

Sim: es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al puerto USB. Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

Terminal de datos (DTE): Equipo que dispone de un canal para transmitir y/o recibir información digital.

UTP: (del inglés: Unshielded Twisted Pair, par trenzado sin blindaje) es un tipo de conductor utilizado, principalmente para comunicaciones. Se encuentra normalizado de acuerdo a la norma TIA/EIA-568-B.

WAN (Wide Área Network): Red de área amplia, que comunica terminales alejados, generalmente a través de líneas telefónicas o enlaces de uso público.

2.4. Matriz de coherencia

Tabla 6: Matriz de coherencia

<p>TEMA:</p> <p>“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO”.</p>	
<p>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p>
<p>¿Cómo implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC siemens S7-1200, mejorando la viabilidad de datos, información y órdenes de los dispositivos eléctricos y electrónicos con los que cuenta el laboratorio de la Carrera?</p>	<p>Implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200, para el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.</p>
<p>INTERROGANTES</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p>
<p>¿Cómo se transporta la información mediante cable UTP?</p> <p>¿Cómo se diseña la red de comunicación para el PLC S7-1200?</p> <p>¿Cómo se implementaría una red de comunicación en el</p>	<p>1. Realizar una investigación para conocer el comportamiento de la transferencia de datos e información, por el cable UTP en una red de comunicación Industrial.</p> <p>2. Diseñar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200.</p> <p>3. Implementar la comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-</p>

<p>laboratorio de la Carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico?</p> <p>¿Cuáles serían las pruebas a realizar para verificar la comunicación del PLC S7-1200?</p> <p>¿Qué información tendría un manual de configuración de red del PLC S7-1200?</p>	<p>1200 en el laboratorio de la carrera de ingeniería de mantenimiento eléctrico.</p> <p>4. Realizar pruebas de funcionamiento de la red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200.</p> <p>5. Elaborar un manual de configuración de una red de comunicación industrial, para el módulo didáctico del PLC S7-1200, para el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.</p>
--	--

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación

3.1. Tipo de investigación

Dentro de este capítulo, la información está basada en una investigación documental y de campo, motivo por el cual se tuvo varias fuentes de investigación tales como: libros, manuales físicos como digitales, tesis, etc.

La metodología que se aplicó se fundamentó en:

- a. Delimitar el campo de investigación, como es la comunicación entre PLC S7- 1200 mediante una red industrial utilizando un switch.
- b. Utilizar el programa TIA PORTAL versión 13, para configuración de switch, etc.
- c. También se emplea un entorno grafico para visualizar las actividades que se realizan en tiempo real cada PLC.
- d. Activación de salidas del PLC físicamente, ingresando una señal digital y/o virtual a las entradas.
- e. Recopilación de información de internet relacionado a programación ladder.

3.2. Investigación documental:

Los libros y manuales técnicos, ayudaron en la programación de software: TIA PORTAL, programa fundamental en la realización de este trabajo y el conocer las funciones del switch en lo relacionado en el direccionamiento de IP de comunicación y de esta manera aprovechar la comunicación entre equipos automatizados base fundamental para la

comunicación, con este antecedente la investigación documental ayudó significativamente en la realización de esta investigación de la comunicación empleando una red industrial.

3.3. Investigación de campo

La investigación de campo nos ayuda a establecer una comunicación entre equipos que es necesaria para realizar trabajos eléctricos, en el campo laboral y de prácticas estudiantiles ayudando a fortalecer el conocimiento en lo referente a comunicación mediante cable UTP y puertos PROFINET.

Este proyecto se basa en datos reales, prácticas y conocimiento de circuitos eléctricos, que se utilizaron para el ensamblaje del módulo didáctico con el PLC S7-1200, módulo que ayudará a la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, con el cual se podrá realizar prácticas y mediciones eléctricas simulando un ambiente eléctrico real.

3.4. Métodos

3.4.1. Método deductivo

Este método ayudó a comprobar el funcionamiento eléctrico y sus conexiones eléctricas del PLC s7-1200, comprobando de esta manera las destrezas y mecanismos, enfocados a determinar la comunicación que se realiza entre el PC y el PLC S7-1200 en el campo de la programación, este método permite aplicar conocimiento empírico basándose en experiencias de circuitos que se aprendió anteriormente en el aula.

3.4.2. Método analítico sintético

Este método nos permite conocer el funcionamiento individual de los componentes y en conjunto formar un sistema automatizado y de esta manera sacar conclusiones de un correcto funcionamiento.

3.4.3. Método matemático

Este método permitió procesar, interpretar y analizar cada una de las variables que se obtuvo al analizar un circuito eléctrico elaborado en ladder.

3.5. Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas en la implementación de una red industrial de comunicación del PLC S7-1200 serán:

- a. Análisis de mecanismos (utilización del programa TIA PORTAL)
- b. Mediciones (utilización de multímetro)
- c. Simulación de señales físicas como virtuales
- d. Fotografías

CAPÍTULO IV

4. Propuesta técnica

4.1. Tema

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

4.2. Justificación

Luego de un análisis técnico en el laboratorio de Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, se constató que no cuenta con una red de comunicación industrial entre PLC´s, evidenciándose la necesidad de tener comunicación entre estos equipos y de esta manera controlar otros equipos con los que cuenta el laboratorio y de igual manera poder realizar pruebas de comunicación y ver el comportamiento y transferencia de datos entre los equipos.

Con los antecedentes detallados anteriormente, se propone como solución técnica, académica implementar una red de comunicación mediante switch entre PLC S7- 1200, que ayudara notablemente al estudiante en el aprendizaje

4.3. Fundamentación

La fundamentación de la implementación de una red de comunicación entre PLC´s es el conocimiento que adquiriría el estudiante y las prácticas que pueden ser orientadas por el docente, garantizando un mejor aprendizaje tanto teórico como practico dentro del campo laboral y tecnológico.

4.4. Objetivos

4.4.1. Objetivo general

Implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200, para el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

4.4.2. Objetivos específicos

1. Traslado de datos e información, por el cable UTP en una red de comunicación Industrial, mediante un switch.
2. Diseñar e Implementar una red industrial para el módulo didáctico del PLC S7-1200 en el laboratorio de la carrera de ingeniería de mantenimiento eléctrico.

4.4.3. Ubicación física y sectorial

La propuesta técnica se realizó en el laboratorio de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, ubicado en el interior del edificio de la escuela de Educación Técnica de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT), perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, que se encuentra ubicada en el norte de la ciudad de Ibarra, en el barrio el Olivo, en la Av. 17 de Julio.

4.5. Desarrollo de la propuesta

El PLC s7-1200, es un equipo electrónico, que permite programar diversas aplicaciones de automatización mediante un lenguaje de instrucciones, dispositivo idóneo para transferencia de datos en una red industrial, por tener incorporado un puerto de comunicaciones PROFINET

de fácil comunicación y transferencia de datos mediante un switch, siendo compatible con otros software como por ejemplo (LABVIEW), por seguridad dispone de protección mediante contraseña ayudando a que la programación ingresada no sea alterada sin previo conocimiento.

Su campo de acción no solo se relaciona a activar y desactivar relés, contactores y demás componentes y equipos eléctricos, además puede realizar tareas de mayor complejidad en el campo de la automatización industrial, domótica, etc.

De acuerdo a necesidad del programa se puede ampliar su campo de acción mediante la incorporación de módulos de comunicación tanto a los dos lados del PLC, de acuerdo a las funciones a controlar.

4.5.1. Aplicaciones de la red de Ethernet industrial en el módulo didáctico:

En esta propuesta se toma en cuenta varios factores que a continuación se detallan:

1. De acuerdo a su diseño puede manejar datos dentro del rango de los Megabytes.
2. Comunicación entre diversos dispositivos de control a diferentes distancias sin pérdida de información, dentro de los límites establecidos por fabricación para cada equipo.
3. Puerto de comunicación PROFINET, de características óptimas y de forma segura al momento de transferir datos.

4.5.2. Transmisión de información en el módulo didáctico.

En el Módulo Didáctico, la comunicación se la realiza mediante cable UTP con conectores RJ45 y la configuración del cable es, punto a punto

basados en la norma EIA/TIA T 568 A, el área de trabajo para este tipo de cable no debe exceder la longitud de 100 m. esto dependerá de igual manera de la robustez del aislante y la tensión que puede soportar este cable.

4.5.2.1. Tipos de conexión del PLC S7 1200

a. Conexión directa

Existen tres tipos de conexión directa, las más utilizadas en las que intervienen un computador, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU, de acuerdo a las siguientes figuras:

1. Un computador puede comunicarse con la CPU, mediante el puerto Profinet, utilizando el programa STEP 7 Basic (software), el cual detecta y programa el hardware asignando una IP y procediendo la comunicación, como se muestra en la figura 25.

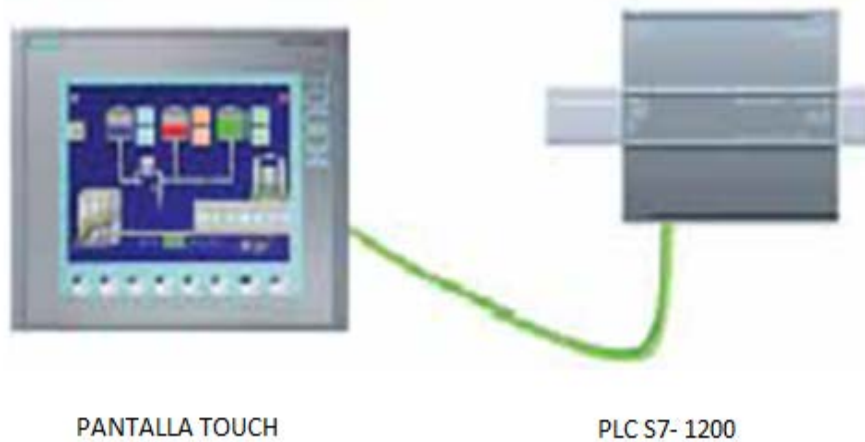
Figura 25: Computador conectado a una CPU S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009)

2. Mediante el puerto Profinet, conectamos a una Pantalla Touch mediante la cual nos permitirá ingresar a la programación de la CPU S7- 1200, como se muestra en la figura 26.

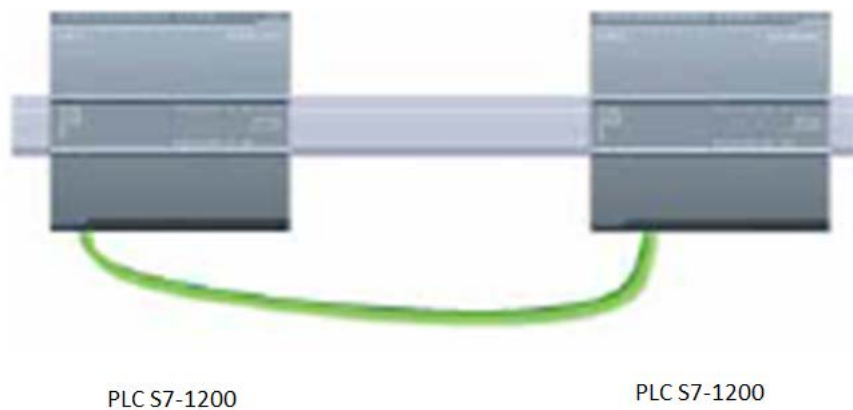
Figura 26: HMI conectado a una CPU S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009)

3. Para la comunicación entre dos CPU'S no es necesario un switch, la comunicación se la realiza mediante el puerto Profinet utilizando el programa STEP 7 Basic, para asignar IP's, como se muestra en la figura 27.

Figura 27: CPU S7-1200 conectada a otra CPU S7-1200



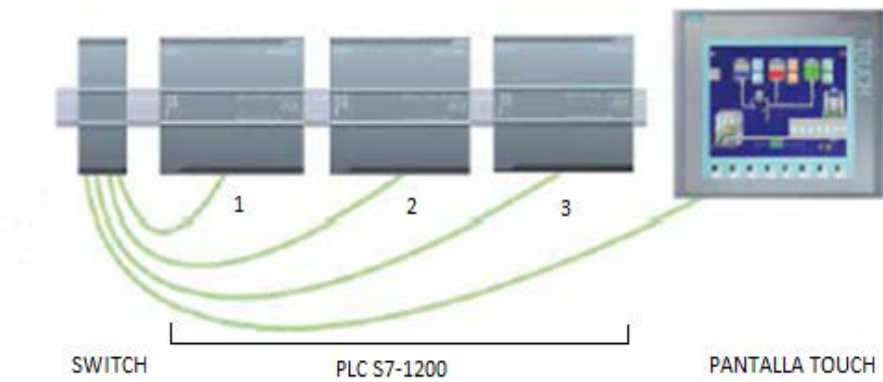
Fuente: SIEMENS, (2009)

b. Conexión de red

Este tipo de conexión es utilizada cuando se conectan más de dos dispositivos tales como CPUs, HMIs, computadores y dispositivos no

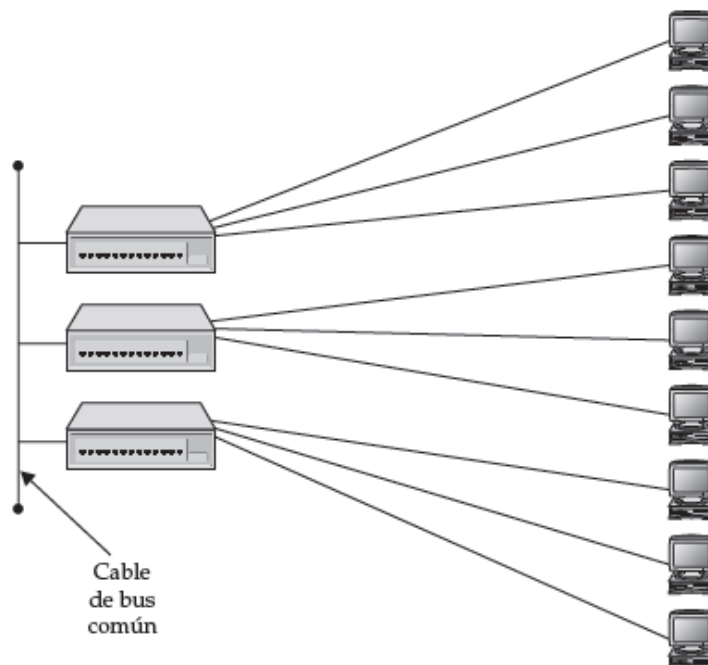
Siemens, siendo necesario la utilización de un switch Ethernet (figura 28 y figura 29).

Figura 28: Conexión de red, utilizando switch Ethernet



Fuente: SIEMENS, (2009)

Figura 29: Conexión a switch y a un cable de bus común



Fuente: Hallberg, (2007)

4.5.3. Montaje y conexión del PLC S7-1200 en el módulo didáctico.

Para la instalación y conexión del PLC S7-1200 se utilizó el siguiente hardware y software que a continuación se detalla:

1. PLC S7-1200 modelo 1212C, voltaje de entrada 85-264 VAC
2. Módulo de señales analógicas, 2 salidas
3. Cable UTP con conectores RJ 45
4. Software SIMATIC STEP 7 V 13
5. Manual de configuración SIEMENS del PLC S7-1200

El PLC S7-1200 es un dispositivo electrónico que de acuerdo a su diseño permite conectar 8 módulos de entradas y salidas análogas a la derecha del PLC y de igual manera 3 módulos de comunicación a la izquierda del PLC , además cuenta con un puerto industrial Ethernet PROFINET, puerto que permite la interfaz PROFINET, accediendo a la comunicación con el software de tecnología STEP 7 como de igual manera la entrada y salida de los protocolos abiertos que tienen Ethernet TCP/IP activo y en ISO TCP, reconociendo la comunicación con equipos de otros fabricantes.

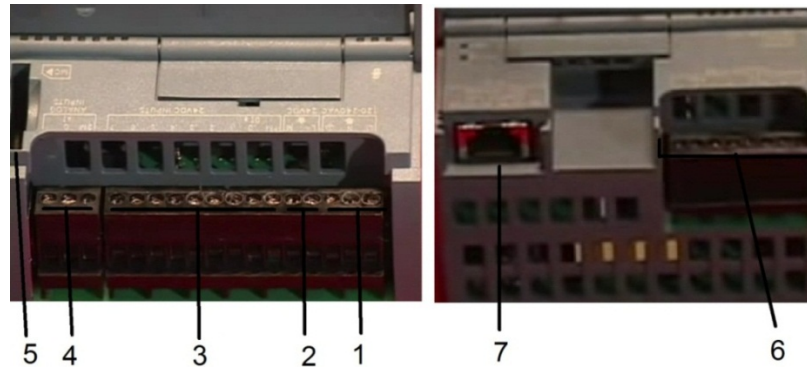
4.5.3.1. Partes de conexión del PLC S7-1200

A continuación se detalla las partes de conexión del PLC S7-1200 y se muestran en la figura 30.

1. Terminal de alimentación de 120 - 240 VAC
2. Terminales de fuente que permite alimentar las entradas (la carga no debe de ser alta)
3. 08 entradas de 24 VDC
4. 01 entrada análoga
5. Tarjeta SIM de SIEMENS
6. 06 salidas de relé

7. Puerto PROFINET

Figura 30: PLC S7-1200



Fuente: Autor

Partes del módulo de señales analógicas de 2 salidas (figura 31)

1. Terminal de alimentación de 24 VDC
2. 02 salidas análogas
3. Lengüeta de seguridad y comunicación al PLC

Figura 31: Módulo de señales analógicas



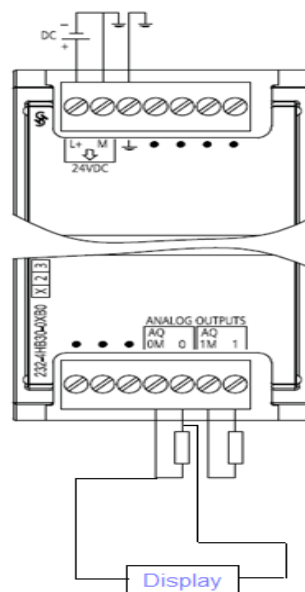
Fuente: Autor

Para el ensamblaje del módulo se procede a colocar; los módulos de expansión de entradas y salidas discretas o análogas al lado derecho y los módulos de comunicación y fuentes se colocan al lado izquierdo del PLC, estos equipos se los puede montar en riel dim o en panel, las conexiones se las realizan desenergizado el equipo.

El voltaje ingresa al módulo directamente al disyuntor redondo on- off, de 20 A, este voltaje es direccionado a la terminal de alimentación del PLC de 120 VCA, internamente la señal que recibe es análoga proveniente de un sensor o de alguna variable física, esta señal es transformada en señal digital de tal manera que el PLC pueda manipular la señal que ingresa a la entrada del módulo analógico va de 0 a 10v

El módulo de expansión de señales analógicas se alimentará del voltaje de salida del PLC de 24VDC en los contactos L+ y M a sus respectivos contactos de entrada de voltaje del módulo de expansión, de acuerdo a la figura 32

Figura 32: Conexión eléctrica del módulo de señales analógicas S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009)

Las entradas discretas del PLC, se conectarán del negativo M 24VDC a M de 24 VDC INPUTS del PLC, el positivo ingresara al pulsador normalmente abierto y su salida ingresará al cualquier entrada de 24 VDC INPUTS (0-7), para comprobar su correcto funcionamiento al momento de activar los pulsadores se encenderá los led de estado de la parte frontal del PLC, como se muestra en la figura 33.

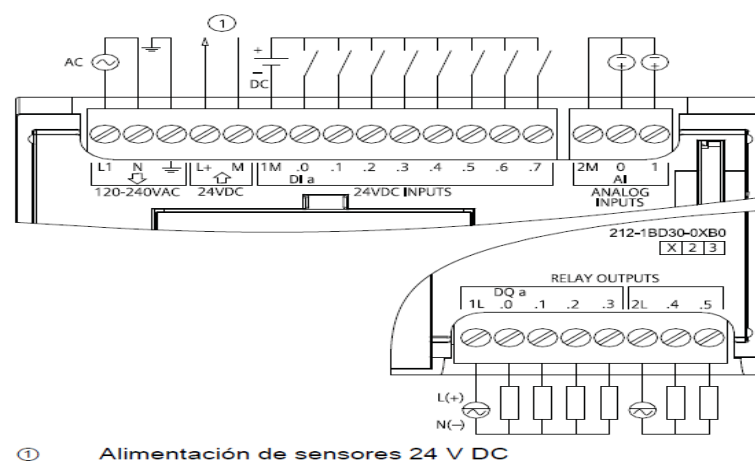
Figura 33: Led de estado de la parte frontal del PLC



Fuente: Autor

Las salidas discretas trabajarán con una tención de 120 VCA, alimentado de la línea de entrada del PLC, cuyo voltaje L1 del PLC ingresa a 1L, de Relay OUTPUTS (0-3) alimentará a un extremo de la bobina del relé externo el cual tiene contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, el otro extremo de la bobina se alimentará del negativo del PLC N, de acuerdo a la Figura 34.

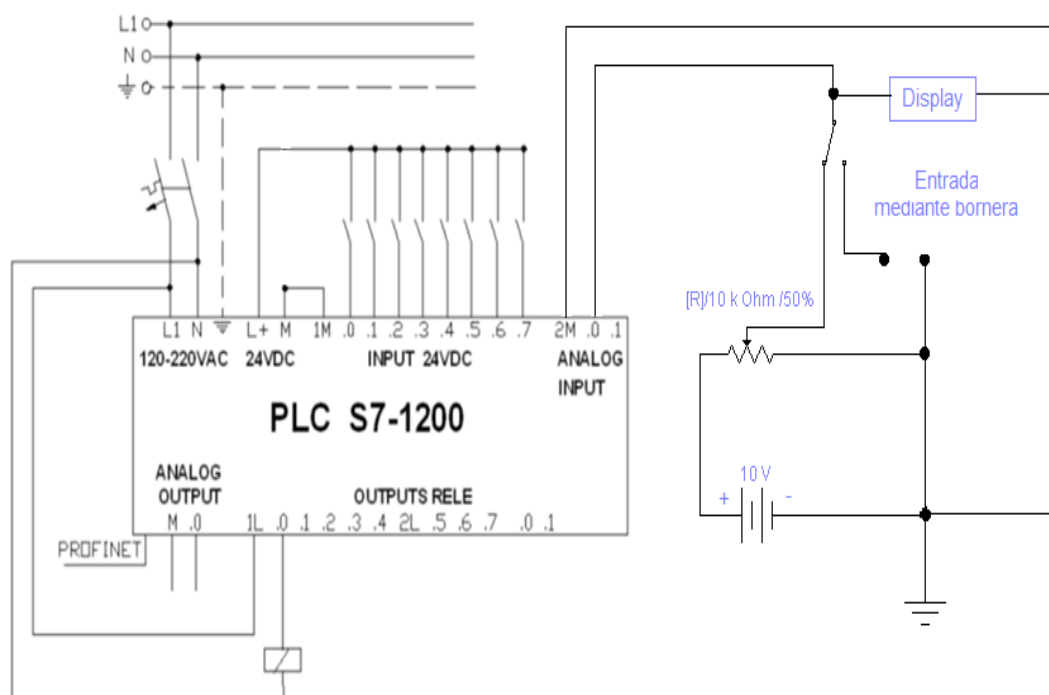
Figura 34: Diagrama de conexiones eléctricas de PLC S7-1200



Fuente: SIEMENS, (2009)

Las entradas analógicas del PLC, estarán energizadas mediante una fuente fija de 10 VDC, el negativo de la fuente se conectara al conector 2M del PLC, el positivo de la fuente alimentará a una resistencia variable de 10 K Ω (potenciómetro de 3 pines) al pin 1, el pin 2 ingresa al selector y el pin 3 está conectado al negativo de la fuente, el selector nos ayudará a seleccionar el ingreso de señal de voltaje mediante resistencia variable ó mediante bornera, adicional el voltaje de ingreso del PLC estará siendo medido mediante una pantalla (display) conectado en paralelo a las entradas analógicas del PLC, como se muestra en la figura 35.

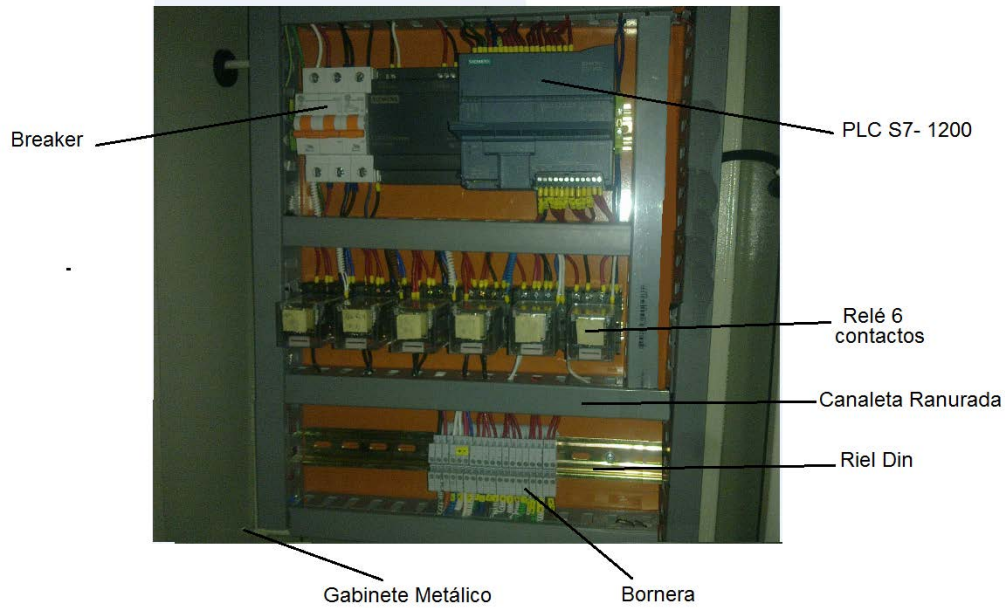
Figura 35: Diagrama de conexión eléctrica del PLC S7-1200



Fuente: Autor

En base al diseño eléctrico detallado anteriormente se procede con las conexiones eléctricas y al montaje de los componentes y equipos al módulo didáctico como se muestra en la figura 36

Figura 36: Módulo didáctico



Fuente: Autor

4.5.4. Programación del PLC S7-1200 con el software TIA PORTAL

Para la instalación del software STEP 7 v13 para la programación del PLC S7-1200 1212C, tenemos que tener en cuenta que nuestro computador debe tener las siguientes características:

1. Windows 7, 8 y 8.1
2. 1GB en RAM
3. 2 GB de espacio en disco duro
4. Tarjeta gráfica 2 megas en RAM
5. Procesador i3 (recomendable)

Una vez instalado el software, para que exista la comunicación se emplea un cable ETHERNET, a un extremo se conecta al computador en el conector de red y el otro extremo al puerto RJ45 del PLC, teniendo una conexión de red punto a punto, de igual manera de haber la necesidad de emplear más PLC o equipos se utilizará un switch, la conexión se la

realizará del computador al switch y del switch al PLC en este caso los cables son de configuración punto - punto.

Se empieza la programación ejecutando el programa TIA PORTAL v 13, en el acceso directo creado en el escritorio del computador con la siguiente presentación, como muestra la figura 37.

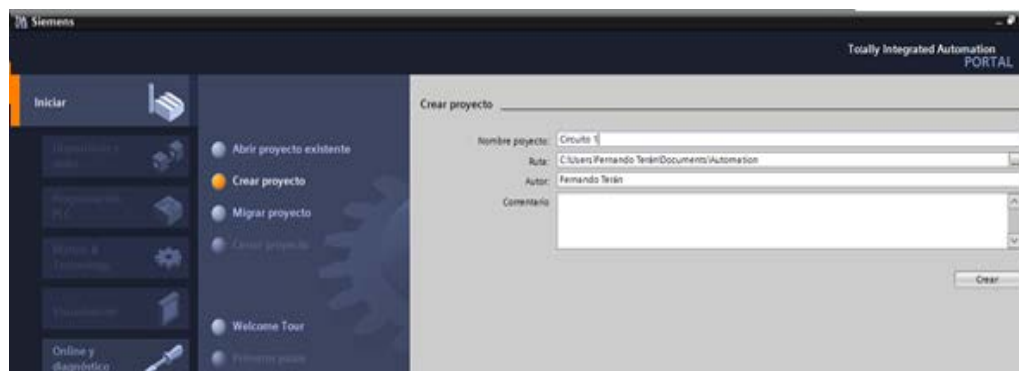
Figura 37: Presentación del programa TIA PORTAL



Fuente: Autor

Se procede a la asignación del nombre del proyecto, ruta y de ser necesario algún comentario como muestra la figura 38.

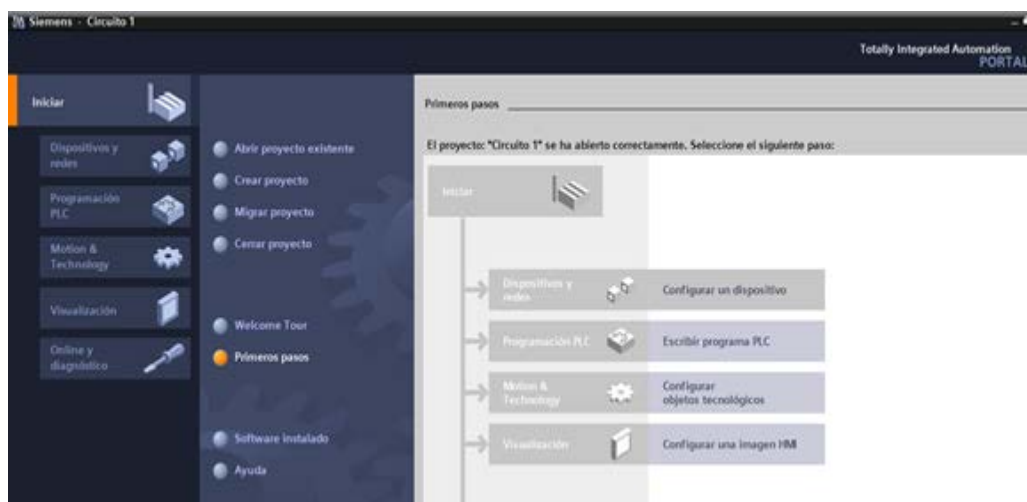
Figura 38: Creación de proyecto



Fuente: Autor

Para luego realizar la configuración del PLC S7-1200, seleccionando la opción configurar un dispositivo como muestra la figura 39.

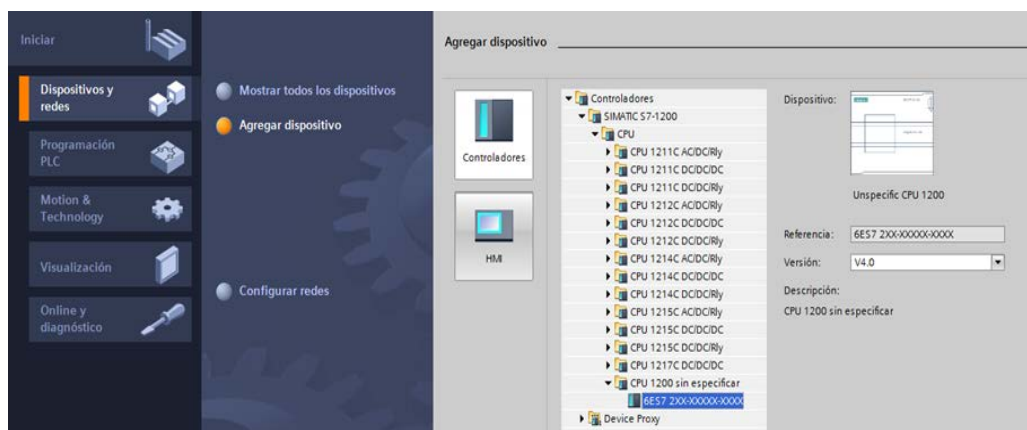
Figura 39: Configuración de dispositivo S7-1200



Fuente: Autor

Después se selecciona la opción controladores, SIMATIC S7-1200, CPU y por ultimo CPU 1200 sin especificar, nuestro computador detectará automáticamente las características de nuestra CPU, como muestra la figura la figura 40.

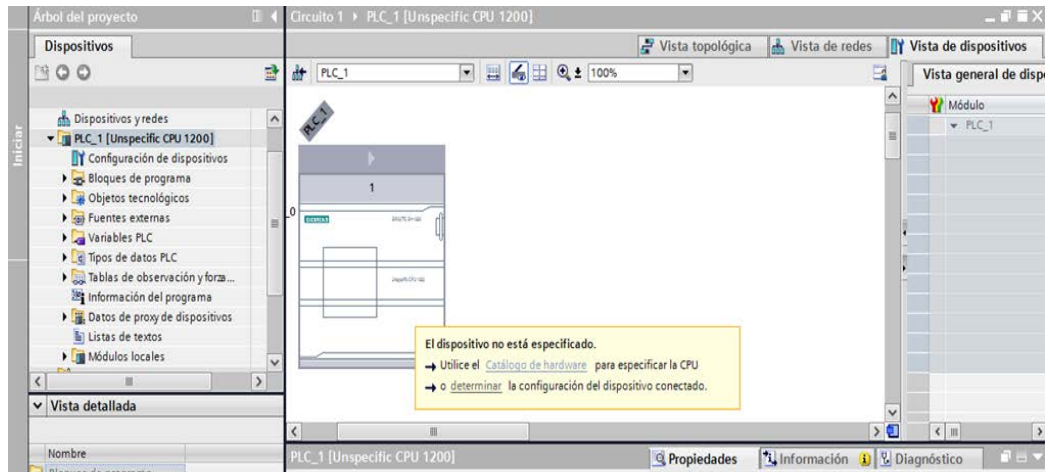
Figura 40: Identificación automática de CPU



Fuente: Autor

En la siguiente ventana muestra una presentación del CPU, como siguiente paso se hace clic en determinar la configuración de dispositivo conectado, como muestra la figura 41.

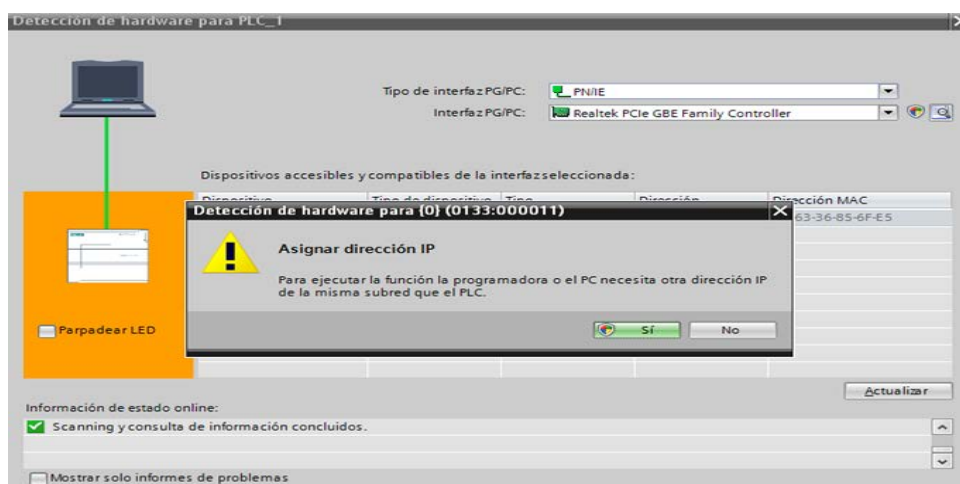
Figura 41: Determinar configuración de CPU



Fuente: Autor

La presente ventana selecciona el tipo de interface (PN/IE), la tarjeta de red del computador y a continuación, automáticamente el computador nos asigna una IP. Como muestra la figura 42.

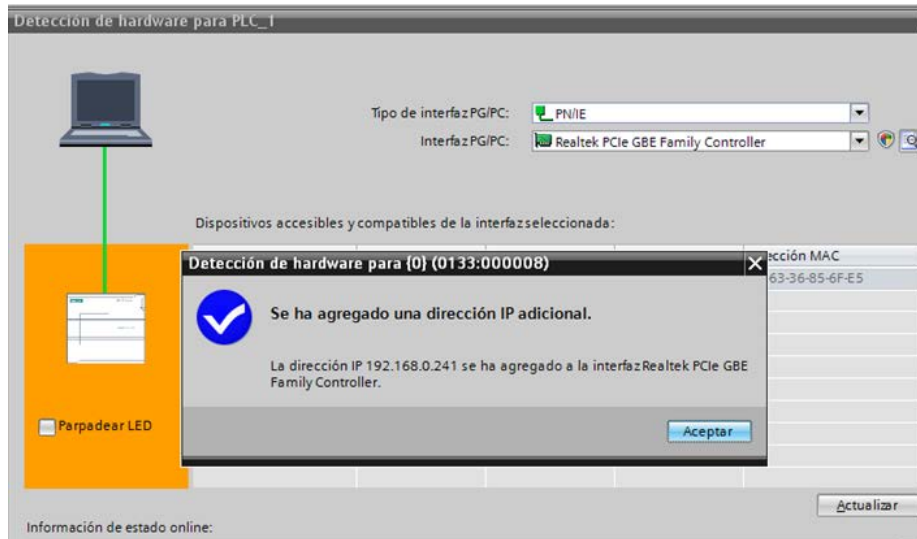
Figura 42: Asignación de la tarjeta de red y su IP



Fuente: Autor

Esta ventana indica la IP automática que fue asignada a la CPU, de acuerdo a la figura 43.

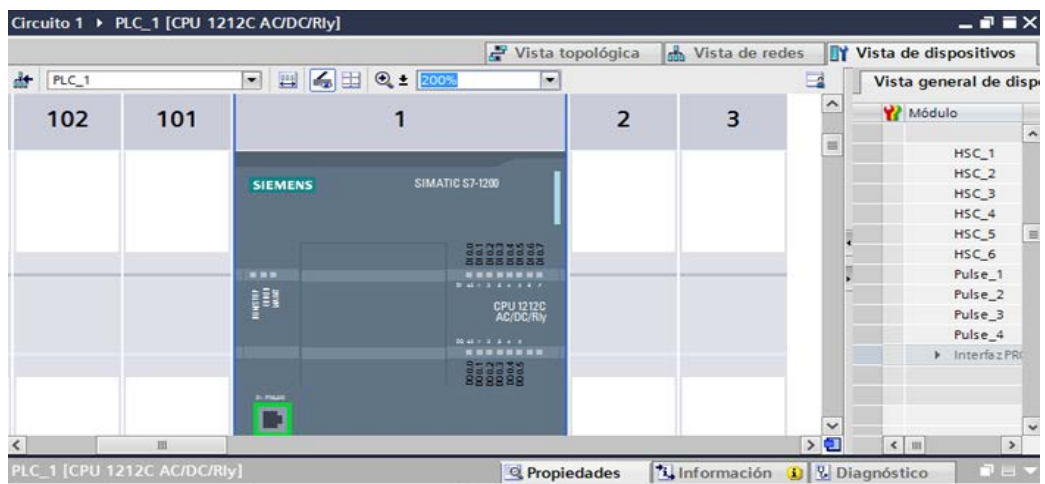
Figura 43: Detección de IP



Fuente: Autor

A continuación muestra una presentación más definida de la CPU, de acuerdo a la figura 44.

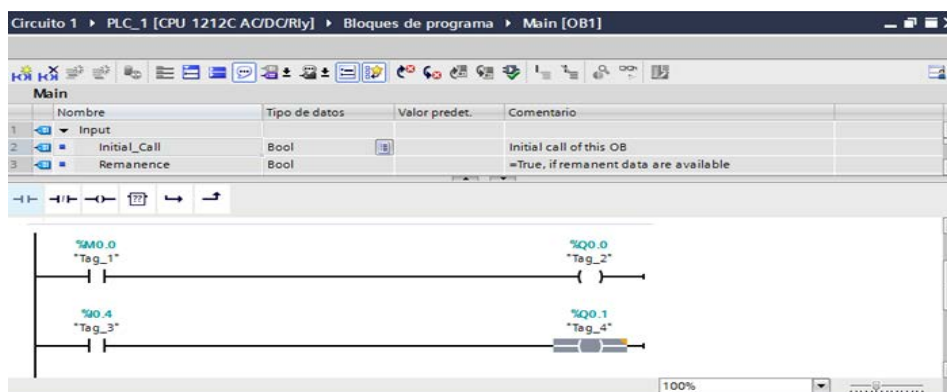
Figura 44: Presentación de CPU de forma detallada



Fuente: Autor

En esta ventana se procede a la realización del circuito eléctrico por bloques, asignando sus entradas y salidas, basados en la programación lader, como muestra la figura 45.

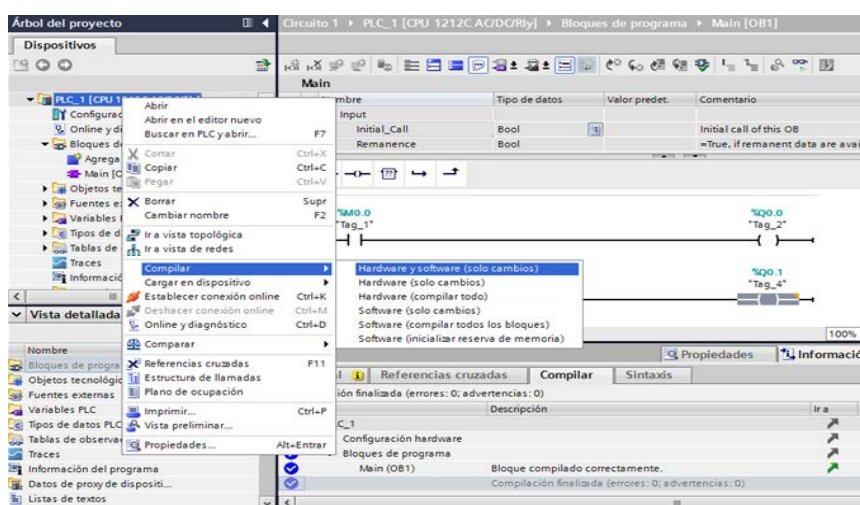
Figura 45: Elaboración del circuito eléctrico en bloques



Fuente: Autor

Una vez terminado el circuito se realiza la compilación de Hardware y software donde indicara si existe algún error de programación, para posteriormente proceder a cargar la programación a la CPU, como se ilustra en la figura 46

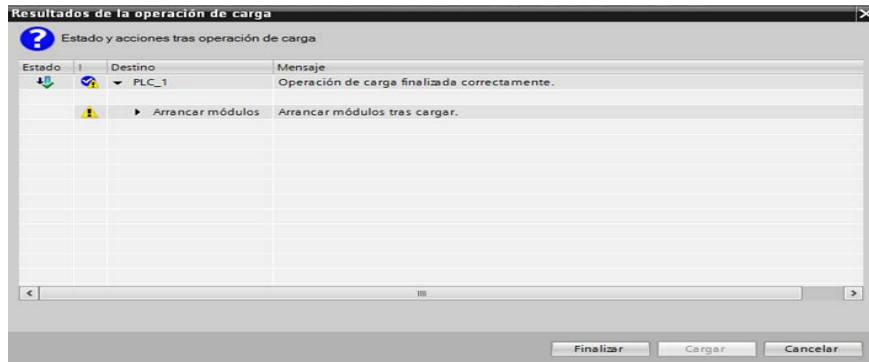
Figura 46: Compilación y carga de programación del circuito eléctrico



Fuente: Autor

Resultado de la operación de la carga del programa a la CPU, de ser en forma satisfactoria, presionamos el botón finalizar, como se muestra en la figura 47.

Figura 47: Operación de la carga del programa al CPU



Fuente: Autor

4.6. Prácticas

4.6.1. Práctica 1. Arranque directo de un motor.

Objetivo:

Realizar un arranque de un motor mediante un entorno gráfico, observando físicamente que exista comunicación mediante la utilización de un switch y que la etapa de control la realice el PLC S7-1200.

Trabajo Preparatorio

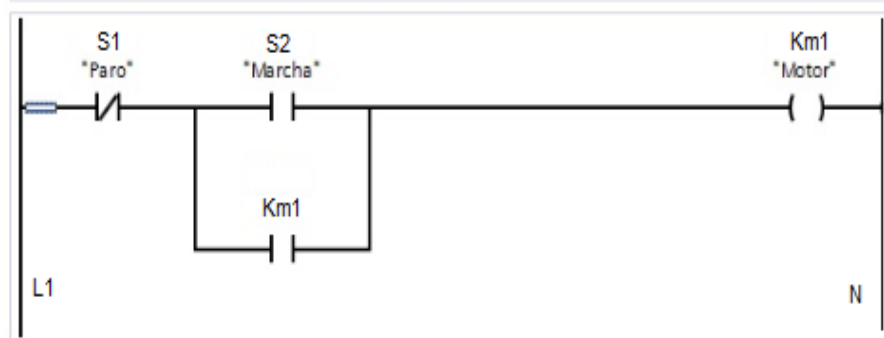
1. Realizar un circuito en Lader basado en el circuito eléctrico de un arranque directo de un motor.
2. Realizar la conexión en estrella de un motor teniendo en consideración las entradas U, V y W, que se utilizaran para conectar al contactor.

Equipos y materiales

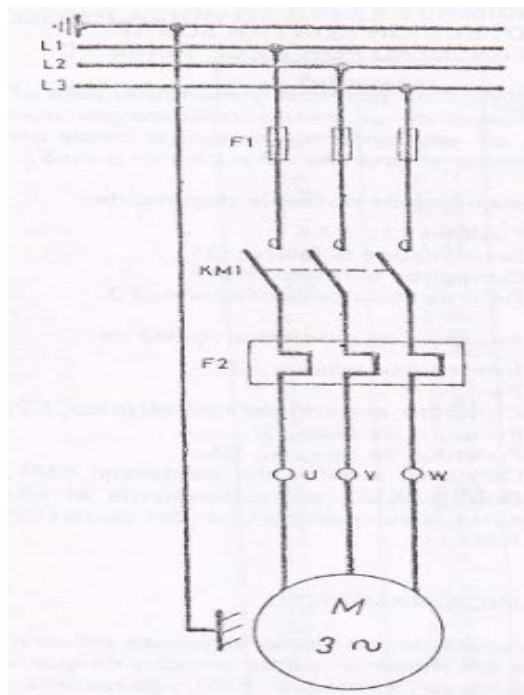
1. Computador.
2. Cables de conexión.
3. PLC S7-1200.
4. Switch.
5. Pulsador normalmente abierto.
6. Pulsador normalmente cerrado.
7. Contactor.
8. Motor eléctrico.
9. 1 Multímetro.

Diagramas de conexión

1. Circuito de control.



2. Circuito de fuerza.



Procedimiento

1. Al pulsar S2 ponemos en marcha el motor (Km1).
2. Se enclava el contacto Km1 que se encuentra en paralelo con el pulsador S2.
3. Para detener la marcha del motor (Km1), pulsamos S1.

Trabajo en el laboratorio

1. Analizar las aplicaciones del PLC S7-1200.
2. Realizar la programación con el software TIA PORTAL.
3. Realizar las mediciones eléctricas a las entradas y salidas de los equipos eléctricos y electrónicos.

Informe

1. Describir los voltajes con los que funcionan los equipos eléctricos y electrónicos utilizados en esta práctica.
2. Presentar la simbología e interpretar las características encontradas en los equipos de medida, desarrollar brevemente cada uno de los símbolos.

Cuestionario

Describir el principio de funcionamiento de los aparatos de medida (AC o DC) e identificar que magnitud mide cada uno de los siguientes aparatos según su mecanismo de funcionamiento:

1. De bobina móvil
2. De hierro móvil
3. Tipo rectificador

Bibliografía y enlaces web recomendados

1. Conclusiones, recomendaciones y sugerencias.
2. Bibliografía adicional.
 - a. Siemens. Simatic S7 Controlador Programable S7- 1200 Manual del Sistema noviembre 2011.

4.6.2. Práctica 2. Arranque directo de un motor con componentes inalámbricos.

Objetivo:

Realizar un arranque de un motor mediante un entorno gráfico, observando físicamente que exista comunicación mediante la utilización de un router inalámbrico y el PLC S7-1200, mediante la configuración de dirección IP.

Trabajo Preparatorio

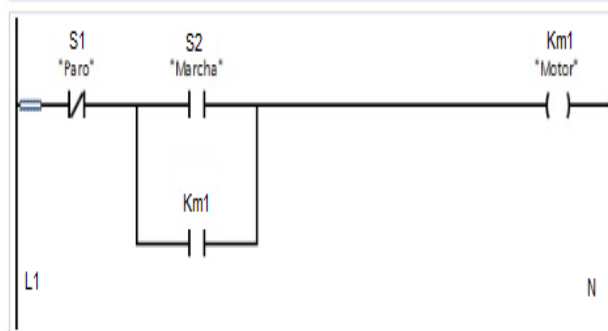
1. Realizar un circuito en Ladder basado en el circuito eléctrico de un arranque directo de un motor con enclavamiento.
2. Ingresar las direcciones IP, en el router inalámbrico, computador y el PLC S7-1200, evitando que exista conflictos de IP.
3. Realizar la conexión en estrella de un motor teniendo en consideración las entradas U, V y W, que se utilizaran para conectar al contactor.

Equipos y materiales

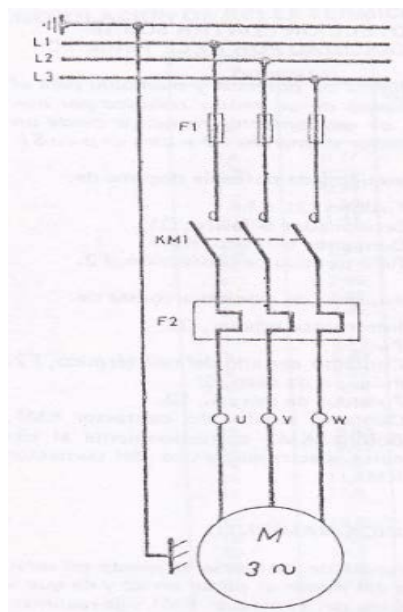
1. Computador
2. Cables de conexión
3. PLC S7-1200
4. Router inalámbrico
5. Pulsador normalmente abierto
6. Pulsador normalmente cerrado
7. Contactor
8. Motor eléctrico
9. 1 Multímetro

Diagramas de conexión.

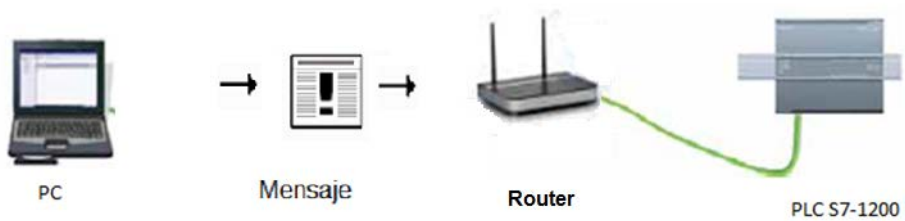
1. Circuito de control.



2. Circuito de fuerza.



3. Circuito de comunicación.



Procedimiento

1. Puesta en marcha de todos los equipos, verificando la comunicación entre equipos y que no exista conflictos de IP, con el siguiente direccionamiento: ruoter (192.168.0.1), PLC (192.168.0.2), PC (192.168.0.3), con su respectiva mascara de subred (255.255.255.0).
2. Al pulsar S2 ponemos en marcha el motor (Km1), se enclava el contacto Km1 que se encuentra en paralelo con el pulsador S2, esta acción se va a visualizar en el computador, información que viajará inalámbricamente a través del router.
3. Para detener la marcha del motor (Km1), pulsamos S1, esta acción se va a visualizar en el computador, información que viajará inalámbricamente a través del router.

Trabajo en el laboratorio

1. Analizar si existió limitaciones en el PLC S7-1200, con una conexión inalámbrica.
2. Realizar la programación y cambio de IP en el PLC S7-1200, con el software TIA PORTAL.
3. Realizar las mediciones eléctricas a las entradas y salidas de los equipos inalámbricos, eléctricos y electrónicos.

Informe

1. Describir los voltajes con los que funcionan los equipos eléctricos y electrónicos utilizados en esta práctica.
2. Describir el medio por el cual se realizó la comunicación entre equipos de control.
3. Describir la norma que se utilizó para la conexión de cable UTP y el procedimiento para ponchar el cable UTP con terminales RJ 45.

Cuestionario

1. Describir el funcionamiento de las comunicaciones inalámbricas.
2. Ventajas y desventajas de las conexiones y comunicaciones inalámbricas.

Bibliografía y enlaces web recomendados

1. Conclusiones, recomendaciones y sugerencias.
2. Bibliografía adicional.
 - a. Siemens. Simatic S7 Controlador Programable S7- 1200 Manual del Sistema noviembre 2011.
 - b. www.siemens.com/automation/support
 - c. www.siemens.com/simatic-controller

4.6.3. Práctica 3. Comunicación entre dos PLC's S7-1200, mediante cable UTP.

Objetivo:

Comunicar en red dos PLC's S7-1200, serie 1212C, donde el PLC-1 envía un byte (IB0), de sus entradas digitales al PLC-2 en el byte (QB0), de sus salidas digitales, es decir, se observará que cuando activemos un bit de entrada del PLC-1, se activará un bit de salida del PLC-2

Trabajo Preparatorio

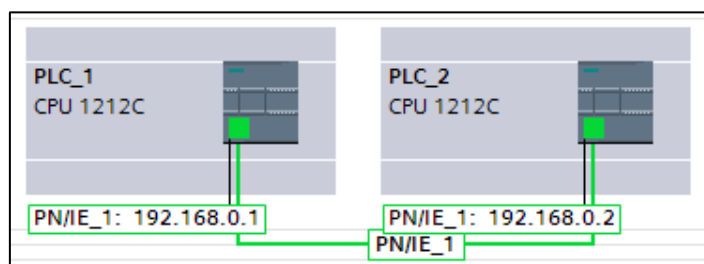
1. Ingresar las direcciones IP, en el computador y los PLC's S7-1200, evitando que exista conflictos de IP.

Equipos y materiales

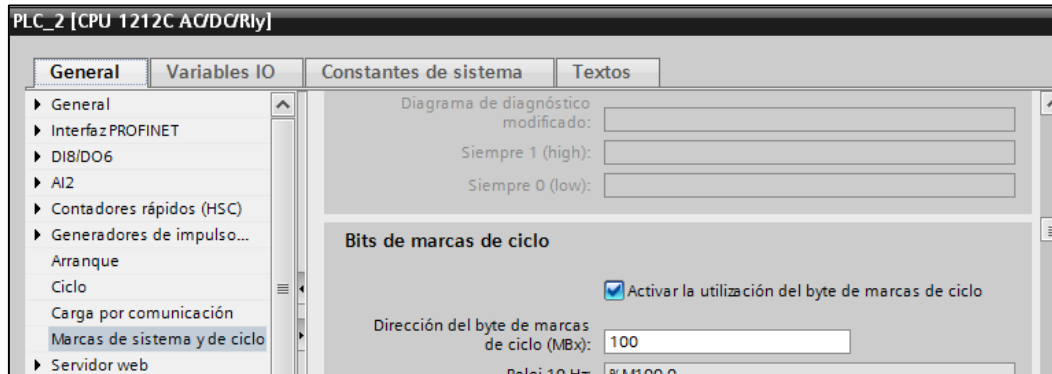
1. Computador
2. Cables de conexión
3. 2 PLC S7-1200, serie 1212C
4. Pulsador normalmente abierto
5. 1 Multímetro

Procedimiento

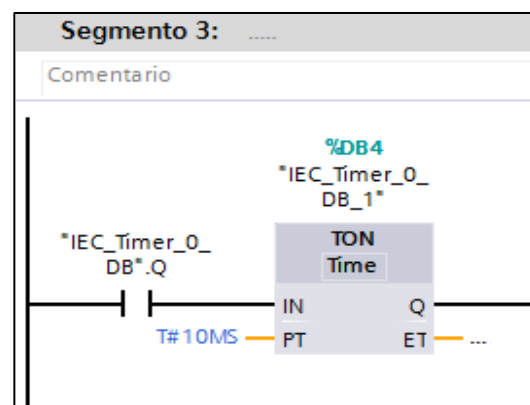
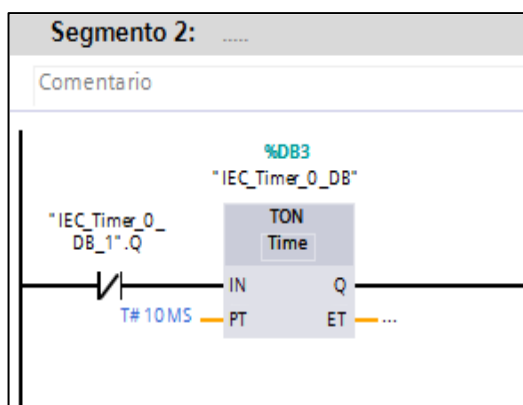
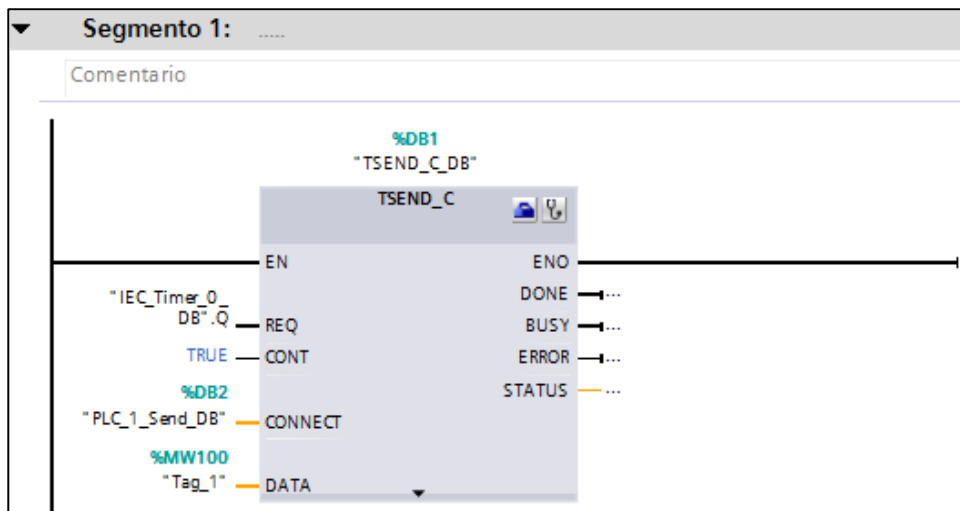
1. Ingresar a los dos PLC's S7-1200, las siguientes IP's:
 - a. 192.168.0.1 y con máscara de subred 255.255.255.0. (PLC 1)
 - b. 192.168.0.2 y con máscara de subred 255.255.255.0. (PLC 2)

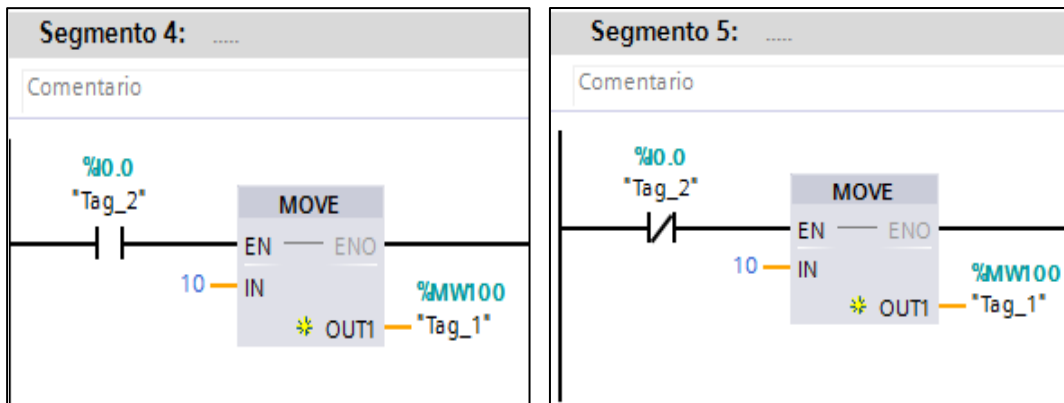


- Para que exista el envío y recepción de información, en las propiedades, pestaña General, se activó los bits de marca de ciclo con un valor de 100(MBx) y los bits de marca de sistema con un valor de 1 (MBx) en cada uno de los PLC's.

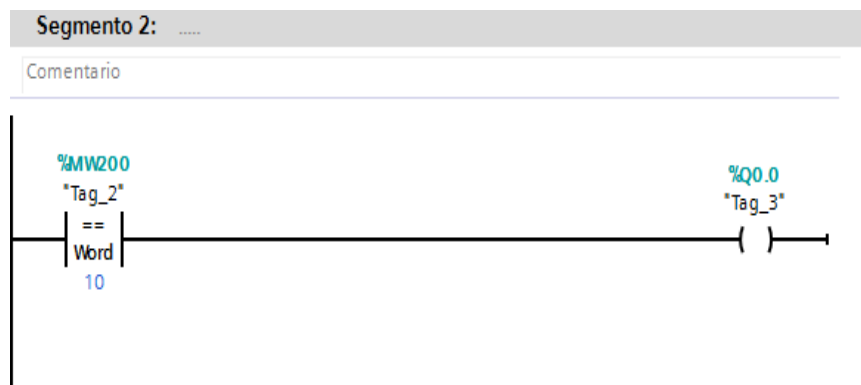
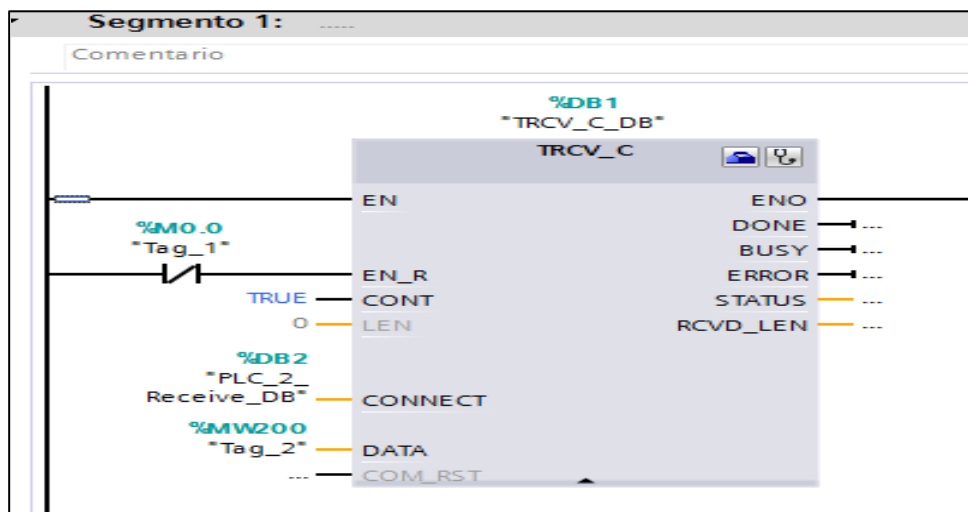


- En el PLC 1 se ingresan los siguientes datos en el bloque OB1 utilizando la función TSEND_C, de las instrucciones de comunicación, con sus respectivos segmentos.





4. En el PLC 2, se ingresan los siguientes datos en el bloque OB1 utilizando la función TRECVC, de las instrucciones de comunicación, con su respectivo segmento.



Trabajo en el laboratorio

1. Analizar los bloques de las funciones: TSEND_C y TRECVC, de las instrucciones de comunicación.
2. Realizar la programación y cambio de IP's en los PLC's S7-1200, con el software TIA PORTAL.

Informe

1. Describir el medio por el cual se realizó la comunicación entre equipos de control.
2. Describir los diferentes tipos de bloques de función y contactos que se utilizaron.

Cuestionario

1. Describir el funcionamiento de la comunicación entre PLC's mediante bloques de comunicación.
2. Ventajas y desventajas al utilizar los bloques de comunicación.

Bibliografía y enlaces web recomendados

1. Conclusiones, recomendaciones y sugerencias.
2. Bibliografía adicional.
 - a. Siemens. Simatic S7 Controlador Programable S7- 1200 Manual del Sistema noviembre 2011.
 - b. Siemens. Simaticnet .Redes Profibus. Versión 1. 1996
 - c. www.siemens.com/automation/support
 - d. www.siemens.com/simatic-controller
 - e. www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicacion-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

4.7. Presupuesto

Tabla 7: Presupuesto estimado de módulo didáctico

Ítem	Características	Cantidad	Costo total
1	CPU 1212C AC/DC, 85/264VAC, puerto de comunicación Profinet/Industrial Ethernet RJ45	1	354,90
2	Cd con documentación	1	
3	Módulo de señales de 2S Analógicas	1	332,28
4	Gabinete metálico 50x50x25	1	130,00
5	Relé de 6 contactos con su respectiva base	6	90,00
6	Breaker 10 A, 2x10.	1	8,10
7	Breaker 10 A, 1x16	1	3,90
8	Bornera , 20 A, 12AWG	55	28,56
9	Canaleta ranurada 25x40	2	9,02
10	Riel din	2	7,50
11	Selector	5	23,67
12	Potenciómetros	2	5,00
13	Voltímetro digital	4	88,00
14	Fuente fija de 10 v, 3 A	1	25,00
15	Luz piloto	6	20,68
16	Selector 2 posiciones	1	13,14
17	Brocas	5	15,00
18	Pulsadores rojo/verde	5	48,90
19	Plub banana hembra	24	5,28
20	Riel dim	1	3,35
21	Cable flexible 16 AWG	80	20,00
22	Router inalámbrico	1	26,06
	Suma		1249,66
	Iva 12%		149,96
	Imprevistos		80,00
	Transporte		40,00
	Impresiones y empastado		230,00
	Total		1749,62

Fuente: Autor Fernando Terán

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Realizadas las pruebas de comunicación, se evidencio que se ha cumplido con los objetivos propuestos en este trabajo de tesis, logrando de esta manera diseñar e implementar una red de comunicación industrial para el módulo didáctico, capaz de controlar dispositivos eléctricos mediante cable UTP.

El módulo didáctico ayudará al estudiante a realizar las prácticas necesarias en manejo de red industrial creando mayor destreza en la programación y transferencia de datos a un PLC S7- 1200, demostrando que la red Profibus es un sistema de comunicación confiable.

La conexión entre equipos electrónicos, eléctricos y pc mediante un switch se evidencio físicamente la transferencia y ejecución de órdenes, teniendo una interfaz hombre maquina implementada en este módulo didáctico.

El PLC S7-1200, serie 1212, que forma parte del módulo didáctico, es un equipo compacto, de fácil programación y amplias aplicaciones en el campo industrial y domótica, pero su programación solo se la puede realizar con el programa TIA PORTAL versión 13, con versiones anteriores no es posible cargar el programa del PC (computador) al PLC.

5.2. Recomendaciones

Aprovechar los beneficios que nos brinda una red de comunicación industrial, mediante la utilización del cable UTP, siempre y cuando la distancia entre equipos no sea mayor a 100 m para evitar pérdida de información.

Ampliar el conocimiento del estudiante en el manejo de programas informáticos de programación como TIA PORTAL, para el manejo del PLC S7-1200.

Ampliar la red de comunicación a equipos eléctricos y electrónicos de periferia tanto en las entradas como salidas del PLC S7-1200, simulando un ambiente de trabajo.

En la utilización de cable UTP, el ponchado de las terminales se lo tiene que realizar enmarcado en las norma EIA/TIA T568A (conexión directa), para evitar posibles errores en la comunicación entre equipos eléctricos y electrónicos, en grandes distancias y/o diferentes ambientes de trabajo.

Para un correcto funcionamiento verificar antes de la puesta en marcha que las direcciones IP de los equipos (PLC, PC, switch y equipos inalámbricos), sean los indicados para evitar errores de comunicación esto significa que no se dupliquen las direcciones IP.

Para una correcta programación y funcionamiento del PLC S7-1200 serie, 1212, se recomienda la instalación del software TIA PORTAL, v13 en la plataforma del sistema operativo Windows 7, 8 y 8.1 para su correcto funcionamiento, por motivo de existir incompatibilidad con versiones anteriores de Windows

5.3. Referencias bibliográficas

Bibliografía

- Antonio Ricardo Castro, Teleinformática, segunda edición 1995.
- Behrouz A. Forouzan, Transmisión de datos y redes de comunicaciones, segunda edición 2002.
- Bruce A. Hallberg, Fundamentos de redes, cuarta edición 2007.
- Miguel Ángel Posso Yépez, Metodología para el Trabajo de Grado, segunda edición 2005.
- Siemens. Tutorial de PROFIBUS en Simatic S7 Febrero 2004.
- Siemens. Anexo IV Conceptos Fundamentales de los Sistemas de bus de Campo con Simatic S7-1200, febrero 2002.
- Siemens. Simaticnet .Redes Profibus. Versión 1. 1996.
- Siemens. Simatic S7 Controlador Programable S7- 1200 Manual del Sistema noviembre 2011.

Linkografía

- Cristóbal Gómez Vergara (2009), Manual SIMATIC S7-1200, Módulo de comunicación, recuperado de <http://es.scribd.com/doc/74790916/Modulo-de-comunicacion>
- Empresa internacional: PROFIBUS & PROFINET, Arquitectura de PROFINET, recuperado de <http://www.profibus.com/technology/profinet/>
- José María Hurtado Torres, comunicación entre dos CPU's S7 1200 en red Profinet, recuperado de:
http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicacion3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf
- Siemens AG 2009-2015, especificaciones técnicas PLC S7-1200, recuperado de www.siemens.com/automation/support

- Siemens AG 2009-2015, soporte on line del PLC S7-1200, recuperado de <http://support.automation.siemens.com>
- Siemens AG 2009-2015, catálogo de montaje del PLC S7-1200, recuperado de www.siemens.com/simatic/printmaterial
- Siemens AG 1996-2015, catálogo de The Product family for Automation by Siemens, recuperado de www.siemens.com/simatic
- Siemens AG 1996-2015, características de controladores del PLC S7-1200, recuperado de www.siemens.com/simatic-controller

Anexos

ANEXO 1: Datos técnicos del PLC S7-1200, 1212C, AC

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1212C AC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/relé	CPU 1212C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 212-1BD30-0XB0	6ES7 212-1HD30-0XB0	6ES7 212-1AD30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	90 x 100 x 75		
Peso	425 gramos	385 gramos	370 gramos
Disipación de potencia	11 W	9 W	
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1000 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	300 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		
Características de la CPU			
Memoria de usuario	25 KB de memoria de trabajo / 1 MB de memoria de carga / 2 KB de memoria remanente		
E/S digitales integradas	8 entradas/6 salidas		
E/S analógicas integradas	2 entradas		
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		
Ampliación con módulos de señales	2 SMs máx.		
Ampliación con módulos de comunicación	3 CMs máx.		
Contadores rápidos	4 en total Fase simple: 3 a 100 kHz y 1 a 30 kHz de frecuencia de reloj Fase en cuadratura: 3 a 80 kHz y 1 a 20 kHz de frecuencia de reloj		
Salidas de impulsos	2		
Entradas de captura de impulsos	8		
Alarmas de retardo/cíclicas	4 en total con resolución de 1 ms		
Alarmas de flanco	8 ascendentes y 8 descendentes (12 y 12 con Signal Board opcional)		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Precisión del reloj en tiempo real	+/- 60 segundos/mes		
Tiempo de respaldo del reloj en tiempo real	10 días típ./6 días mín. a 40°C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)		
Rendimiento			
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de transferencia de palabras	12 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
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	20,4 a 28,8 V DC	
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	400 mA a 24 V DC	
CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	240 mA a 120 V AC 120 mA a 240 V AC	1200 mA a 24 V DC	
Corriente de irrupción (máx.)	20 A a 264 V AC	12 A a 28,8 V DC	

Fuente: Siemens

ANEXO 2: Datos técnicos del módulo de salidas analógicas.

Datos técnicos	
Modelo	SB 1223 AQ 1x12bit
Referencia	6ES7 232-4HA30-0XB0
General	
Dimensiones A x A x P (mm)	38 x 62 x 21 mm
Peso	40 gramos
Disipación de potencia	1,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	15 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	40 mA (sin carga)
Salidas analógicas	
Número de salidas	1
Tipo	Tensión o intensidad
Rango	±10 V ó 0 a 20 mA
Resolución	Tensión: 12 bits Intensidad: 11 bits
Rango total (palabra de datos)	Tensión: -27.648 a 27.648 Intensidad: 0 a 27.648
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	±0.5% / ±1% de rango máximo
Tiempo de estabilización (95% del nuevo valor)	Tensión: 300 µS (R), 750 µS (1 uF) Intensidad: 600 µS (1 mH), 2 ms (10 mH)
Impedancia de carga	Tensión: ≥ 1000 Ω Intensidad: ≤ 600 Ω
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno
Longitud de cable (metros)	10 metros, trenzado y apantallado
Diagnóstico	
Rebase por exceso/defecto	Sí
Cortocircuito a tierra (sólo en modo de tensión)	Sí
Rotura de hilo (sólo en modo de intensidad)	Sí

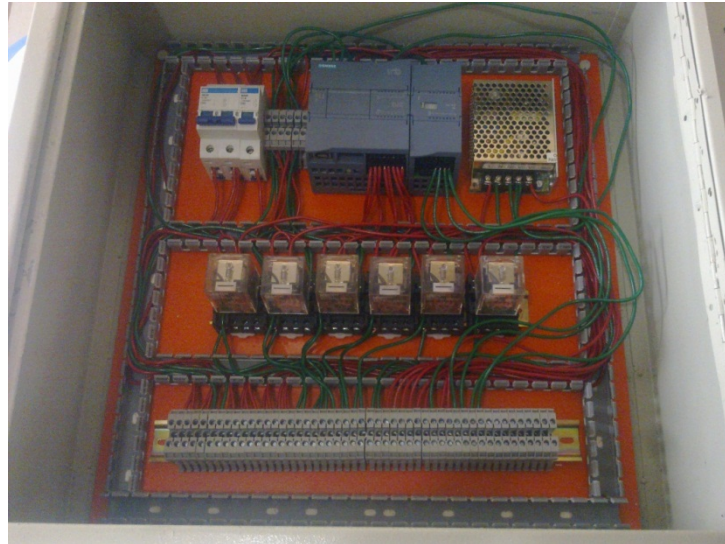
Fuente: Siemens

ANEXO 3: Armario del módulo didáctico para PLC S7-1200



Fuente: Autor

ANEXO 4: Instalaciones Eléctricas internas del módulo didáctico del PLC S7-1200



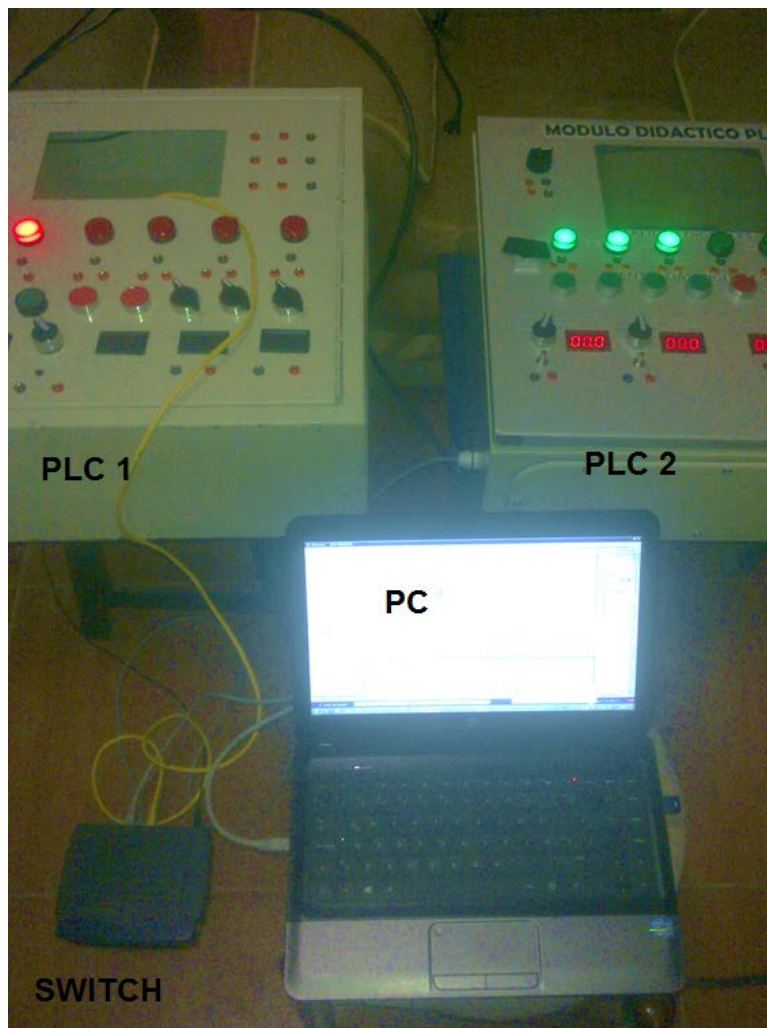
Fuente: Autor

ANEXO 5: Módulo didáctico del PLC S7-1200



Fuente: Autor

ANEXO 6: Red de comunicación utilizando un switch, entre módulos didácticos, con PLC S7-1200, serie 1212 AC, monitoreados mediante un computador portátil



Fuente: Autor

AUTORÍA

Yo, Terán Salazar Ramiro Fernando, portador de la cédula de identidad Nro. 1715727796, declaro que el trabajo de grado que presento sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2014-2015”**. Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, es auténtico, original y las ideas y comentarios de este trabajo de investigación, son de responsabilidad exclusiva del autor.



.....

Firma

C.I. 1715727796




UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Cesión de Derechos de Autor del Trabajo de Grado a favor de la Universidad Técnica del Norte

Yo, Terán Salazar Ramiro Fernando, con cédula de identidad Nro. 1715727796, 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 de la obra o trabajo de grado titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2014-2015”**, 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 autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)..... 
Nombres: Terán Salazar Ramiro Fernando
Ci: 1715727796

Ibarra, a los 19 días del mes de mayo de 2015.



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:	1715727796		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Terán Salazar Ramiro Fernando		
DIRECCIÓN:	Av. Los Galeanos, Urb. San Patricio		
EMAIL:	Fernando_rfts@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	062632907	TELÉFONO MÓVIL:	0993519099

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PARA EL MÓDULO DIDÁCTICO DEL PLC S7-1200 PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL PERIODO 2014-2015”.
AUTOR:	Terán Salazar Ramiro Fernando
FECHA:	2015/05/19
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO

TITULO POR EL QUE	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
OPTA:	
ASESOR /DIRECTOR:	M.Sc. Mauricio Vasquez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD


Yo, Terán Salazar Ramiro Fernando, con cédula de identidad Nro. 1715727796, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en 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 manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de mayo de 2015.

EL AUTOR:

(Firma)..... 
 Nombres: Terán Salazar Ramiro Fernando
 CI: 1715727796

Facultado por resolución del Consejo Universitario.