

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
Y AVIÓNICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE PLC’S MEDIANTE EL
PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS Y ELABORACIÓN
DE SUS RESPECTIVAS GUIAS PARA EL LABORATORIO DE
CONTROL INDUSTRIAL DEL ITSA.”**

POR:

JARA CHICO MARÍA JOSÉ

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

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. María José Jara Chico como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**.

Ing. Edwin Pruna P.

Latacunga Abril 19 del 2011

DEDICATORIA

Doy infinitas gracias a mis queridos padres, por su confianza y su apoyo en mis años de estudios, a Dios por el camino recorrido, a mi querida hermana por su amor y comprensión, a la vida por lo aprendido y aprehendido y finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

María José Jara Chico

AGRADECIMIENTO

Muchas han sido las personas que de manera directa o indirecta me han ayudado en la realización de este proyecto, en primera instancia le doy gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida y lograr otra meta más, por darme los mejores padres que con su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida me guiaron sobre el camino de la responsabilidad. Creo ahora entender porque me recalaban tantas veces que tenía que terminar mi tarea antes de salir a otras actividades, y muchas cosas más que no terminaría de mencionar.

También agradezco a mi asesor por las horas brindadas en mi proyecto, sin su ayuda y conocimientos no estaría en donde me encuentro ahora.

María José Jara Chico

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de figuras.....	x
Índice de tablas.....	xiii
Índice de anexos.....	xv
Resumen del proyecto.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

EL TEMA.

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Alcance.....	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1 Introducción al PLC.....	3
2.1.1 Estructura externa.....	4
2.1.2 Arquitectura.....	5
2.1.3 Memoria.....	5
2.1.4 Unidades de entrada y salida.....	6

2.1.5 Interfaces.....	6
2.1.6 Unidad de programación... ..	7
2.1.7 Periféricos.....	7
2.1.8 Lenguaje de programación.....	7
2.1.9 Cableado vs Programación.....	9
2.1.10 Contactos abiertos y cerrados... ..	10
2.1.11 Conceptos bit, byte y palabra.....	12
2.2 Automata s7-200 CPU224XP.....	12
2.2.1 Estructura.....	13
2.2.1.1 Tapa Superior.....	14
2.2.1.2 Tapa Inferior.....	15
2.2.1.3 Tapa Frontal.....	17
2.2.1.4 Led's de estado.....	18
2.2.1.5 Puerto de Comunicación.....	18
2.2.1.6 Potenciómetro analógico.....	19
2.3 Generalidades.....	20
2.3.1 Lógica de control.....	20
2.3.1.1 Ejecución de la tareas en un ciclo.....	21
2.3.2 Acceso de datos.....	22
2.3.3 Tipos de memorias y propiedades.....	24
2.3.4 Funciones comunes.....	25
2.3.5 Software Micro/WIN.....	31
2.3.5.1 Características.....	31
2.3.5.2 Funciones.....	32
2.3.5.3 Utilizar Step 7 Micro/WIN para crear programas.....	32
2.4 Elementos de un programa.....	33
2.4.1 Programa principal.....	33
2.4.2 Subrutinas.....	34
2.4.3 Rutinas de interrupción.....	34
2.4.4 Otros elementos del programa.....	35
2.4.5 Funciones del editor KOP.....	35

2.4.6	Cargar los elementos del proyecto en la CPU y en el PC.....	37
2.4.7	Eliminar errores.....	39
2.4.7.1	Errores no fatales.....	40
2.4.7.2	Errores fatales.....	42
2.5	Software Labview.....	43
2.5.1	Características.....	43
2.5.2	Aplicaciones.....	44
2.6	Red.....	45
2.6.1	Parámetros.....	45
2.6.2	Topologías.....	45
2.6.2.1	Tipos de topologías.....	46
2.6.3	Medios Físicos.....	47
2.6.4	Protocolos.....	49
2.6.5	Características.....	54
2.7	Comunicación en red.....	54
2.7.1	Principios básicos de comunicación.....	54
2.7.1.1	Ajustar la velocidad de transferencia y la dirección.....	56
2.7.1.2	Buscar CPU s7-200 en una red.....	58
2.7.2	Interface de comunicación en la red.....	59
2.7.3	Configurar la red.....	62
2.7.3.1	Reglas generales.....	62
2.7.3.2	Repetidores de la red.....	63
2.7.3.3	Cable de la red.....	64
2.7.3.3.1	Asignación de pines.....	64
2.7.3.3.2	Polarización del cable de la red.....	65
2.7.3.3.3	Selección del cable PPI o CP para la red.....	66
2.7.3.4	Dispositivos HMI.....	69

2.7.3.5	Crear protocolos personalizados en modo Freeport.....	69
2.7.3.6	Utilizar cable RS-232/PPI y el modo Freeport.....	71
2.7.4	Optimizar el rendimiento de la red.....	73
2.7.5	Enlace entre los aparatos de la red.....	74
2.8	Librería Modbus.....	76
2.8.1	Requisitos para utilizar el protocolo Modbus.....	76
2.8.2	Inicializar el tiempo de ejecución del protocolo Modbus.....	78
2.8.3	Direccionamiento de Modbus.....	79
2.8.4	Utilizar operaciones de maestro Modbus.....	81
2.8.5	Utilizar operaciones de esclavo Modbus.....	82
2.8.6	Operaciones de protocolo Modbus.....	84
2.8.6.1	MBUS_INIT (inicializar esclavo).....	84
2.8.6.2	MBUS_SLAVE.....	88
2.8.6.3	MBUS_INIT (inicializar maestro).....	89

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA.

3.1	Preliminares.....	94
3.1.1	Lista de componentes para la implementación de una red.....	94
3.1.2	Programación del PLC's.....	95
3.1.3	Software de programación.....	104
3.1.4	Estructura del programa.....	104
3.1.5	Ensayos de la red con un cable serial.....	110
3.1.6	Construcción del cable PROFIBUS y sus conectores.....	111
3.2	Gastos realizados.....	114

3.2.1 Gastos Principales.....	114
3.2.2 Gasto Total.....	115

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	116
4.2 Recomendaciones.....	117

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura Compacta.....	4
Figura 2.2 Estructura Modular.....	4
Figura 2.3 Lenguaje KOP.....	8
Figura 2.4 Lenguaje WAL.....	8
Figura 2.5 Lenguaje FUP.....	8
Figura 2.6 Lenguaje GRAFCET.....	9
Figura 2.7 Lógica cableada y lógica programada.....	10
Figura 2.8 Simbología y equivalencia.....	11
Figura 2.9 Estructura externa S7-200.....	13
Figura 2.10 Estructura interna S7-200.....	13
Figura 2.11 Terminal de alimentación.....	14
Figura 2.12 Terminal de salidas.....	15
Figura 2.13 Alimentación de sensores.....	15

Figura 2.14	Opto-acoplador interno.....	16
Figura 2.15	Conexión con 24V.....	17
Figura 2.16	Selector de estado.....	17
Figura 2.17	Puerto de comunicación.....	18
Figura 2.18	Ejemplo potenciómetro.....	19
Figura 2.19	Controla la entrada y salida del motor.....	21
Figura 2.20	Representación de un ciclo.....	21
Figura 2.21	Direccionamiento del byte-bit.....	23
Figura 2.22	Ejemplos del temporizador ON y OFF.....	27
Figura 2.23	Ejemplo de un contador UP y DOWN.....	28
Figura 2.24	Acceder al acumulador.....	29
Figura 2.25	Programa STEP 7-Micro/WIN.....	32
Figura 2.26	Bloques.....	35
Figura 2.27	Ejemplo de KOP	36
Figura 2.28	Cargar CPU.....	38
Figura 2.29	Cargar PG.....	39
Figura 2.30	Cuadro de diálogo información de la CPU.....	40
Figura 2.31	Condición de error no fatal.....	42
Figura 2.32	RS-232.....	48
Figura 2.33	Protocolo HART	51
Figura 2.34	Configurar comunicación.....	55
Figura 2.35	Ajuste de interface.....	56
Figura 2.36	Ajuste de velocidad y dirección.....	57
Figura 2.37	Configurar comunicación.....	58
Figura 2.38	Red MPI.....	61
Figura 2.39	Ejemplo de una red.....	63

Figura 2.40 Polarizar y cerrar el cable de la red.....	66
Figura 2.41 Enlace PPI.....	75
Figura 2.42 Maestro MODBUS.....	85
Figura 2.43 MODBUS esclavo.....	88
Figura 2.44 MODBUS MAESTRO.....	91
Figura 3.1 Montaje del Hardware.....	96
Figura 3.2 Ejemplo de configuración del maestro.....	100
Figura 3.3 Ejemplo de configuración del esclavo.....	101
Figura 3.4 Asignar memoria maestro.....	102
Figura 3.5 Asignar memoria esclavo.....	102
Figura 3.6 Librería Modbus en el árbol de operaciones.....	104
Figura 3.7 Configuración Control Modbus.....	105
Figura 3.8 Configuración MBUS_MSG.....	106
Figura 3.9 Network 4.....	106
Figura 3.10 Configuración del parámetro del esclavo.....	107
Figura 3.11 Network 2 y 3.....	107
Figura 3.12 Asignar memoria.....	108
Figura 3.13 Cargar CPU.....	109
Figura 3.14 Temporizadores.....	110
Figura 3.15 Pruebas de la red.....	111
Figura 3.16 Cable Profibus.....	111
Figura 3.17 Hilachas para entorchar.....	112
Figura 3.18 Aislantes.....	112
Figura 3.19 Conexión.....	113
Figura 3.20 Cerrar el conector.....	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tipos de Contactos.....	11
Tabla 2.2 Rango decimales y hexadecimales de los distintos tamaños de datos.....	23
Tabla 2.3 Tipos de memoria.....	24
Tabla 2.4 Marcas especiales.....	25
Tabla 2.5 Temporizadores.....	26
Tabla 2.6 Representación de constantes.....	30
Tabla 2.7 Parámetro de soporte.....	60
Tabla 2.8 Protocolo TCP/IP.....	62
Tabla 2.9 Datos técnicos del cable de red.....	64
Tabla 2.10 Asignación de pines.....	65
Tabla 2.11 Protocolo de soporte.....	68
Tabla 2.12 Tiempo de inversión y ajustes.....	72
Tabla 2.13 Prestaciones de comunicación.....	76
Tabla 2.14 Direccionamiento de Modbus.....	81
Tabla 2.15 Funciones que soporta el esclavo MODBUS.....	83
Tabla 2.16 Parámetros de operación MBUS_INIT.....	87
Tabla 2.17 Parámetros de operación MBUS_SLAVE.....	88
Tabla 2.18 Código de error del esclavo.....	89
Tabla 2.19 Parámetros de operación MODBUS Maestro.....	91
Tabla 2.20 Código de error de esclavos Modbus.....	91
Tabla 3.1 Parámetros de las librerías.....	97
Tabla 3.2 Parámetros de librería.....	97
Tabla 3.3 Parámetros de librería.....	98
Tabla 3.4 Parámetros de librería.....	99

Tabla 3.5 Equipos y Accesorios.....	114
Tabla 3.6 Gastos secundarios.....	114
Tabla 3.7 Total de gastos.....	115

INDICE DE ANEXOS

Anexo A Anteproyecto de graduación.....	124
Anexo B Cuestionario.....	168
Anexo C Métodos de control.....	170
Anexo D Tableros del laboratorio de control.....	173

RESUMEN

La investigación previa del proyecto se hizo con el objeto de analizar nuevas técnicas de control en el Laboratorio de control industrial, utilizando protocolos de comunicación industrial, con el objeto de mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes de la Carrera de Electrónica en el I.T.S.A.

De esta manera inducir a una mejor educación superior, adquiriendo conocimientos prácticos que unidos a los conocimientos teóricos recibidos en las aulas permitan eficiencia pero sobre todo eficacia en el campo laboral, con el propósito de ser actores en el nuevo espacio social, cultural y tecnológico.

Se ha realizado una red mediante protocolo Modbus de PLC's maestro-esclavo de tal manera que es el maestro quien tiene el control total y el monitoreo de la misma, siendo él que recibe y envía toda la información consecuentemente sus esclavos son los que acatan las ordenes, trabajan e informan individualmente sin tener el control de la red.

Para la programación de los PLC's se utilizó el programa llamado V4.0 STEP 7 MicroWIN SP6 el mismo que tiene las librerías necesarias para la programación de una red Modbus.

La manera más adecuada de observar y controlar el funcionamiento de la red de PLC's es mediante un HMI (interfaz hombre máquina) que es un medio por el cual se grafica la información para que el operador controle de manera efectiva el proceso, en este proyecto se utilizará el programa labview con la ayuda de un servidor (top server), con el que se monitorean los elementos de la red.

Para una mejor comprensión las guías detallan la instalación del programa, el PLC, la programación con la interfaz PPI (interfaz punto punto), precauciones para la red, información sobre el cable de red y sus conectores. Cabe recalcar que a pesar de la colaboración del instituto con los PLC's los materiales son onerosos desde las librerías para la programación hasta los conectores.

SUMMARY

The previous investigation of the project was to analyze the new control techniques in the laboratory of industrial control, using industrial communication protocols, in order to improve the students' practical learning in the career of electronics in the ITSA.

Thus induce a better higher education, acquiring skills which together with the theoretical knowledge received in the classroom enable efficient but above all effective in the workplace, in order to be actors in the new social space, cultural and technological.

It was created a Modbus network PLC control master-slave so that is the teacher who has full control and monitoring of the same, being the one who receives and sends all the information to the network and consequently their slaves are the ones who attack, work and inform individually without having control of the network.

For the programming of PLC's used a program called V4.0 STEP 7 MicroWIN SP6 the same that have required libraries for the programming of a network. The best way to observe and control the operation of the network and the PLC's is through a process HMI (Human Machine Interface) that is a way by which the information is given to the operator to effectively control the process, in this process it will be used the labwiev program with the help of a server (server top) which it monitors the network itself. For a better comprehension the guides explain in details the installation of the program, the PLC, the programming interface with PPI, precautions for the network, information on the PROFIBUS cable and connectors, among other things.

It emphasize that despite the institute's collaboration with the PLC's the materials are very expensive from the libraries for programming to the profibus connectors.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Este trabajo de investigación surge motivado y dirigido a los estudiantes de la Carrera de Electrónica del ITSA para que conozcan y se relacionen con algunos dispositivos que son más utilizados en la industria, como es el caso de los PLC's, con fines didácticos para conjugar la teoría impartida en clases con la práctica en el laboratorio, y así cumplir con el objetivo pragmático de una tecnología de punta, cuya información se encuentra en el anexo A de este trabajo.

En el laboratorio de control industrial de la institución, se encuentran tres PLC's en estado activo que con frecuencia no son muy utilizados por los estudiantes, debido a que se está implementando poco a poco con la colaboración de los egresados y del instituto, la utilización de los mismos se logrará con constancia, persistencia y conciencia, de allí la necesidad de ejecutar o de hacer realidad este proyecto de investigación, de manera que los PLC's existentes sean bien utilizados y aprovechados al máximo su capacidad.

1.2 Justificación

Las nuevas tecnologías están transformando la sociedad, y en particular los procesos educativos, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ha ido implementando salas virtuales y abasteciendo los laboratorios para mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes de la Carrera de Electrónica, en los cuales existen dispositivos que no son muy utilizados y son poco conocidos por los estudiantes de la carrera.

Por ello el motivo principal e importante por el que se pretende realizar el presente trabajo, es debido a que el mismo va encaminado a explotar al máximo el

laboratorio de control industrial en cuanto se refiere al funcionamiento del PLC que posee tecnología avanzada que se la puede utilizar en muchos campos, así como también se puede aprovechar la existencia de los mismos en el laboratorio, se desarrollarán métodos y técnicas para evitar desperdiciar su capacidad tecnológico.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Colaborar con el desarrollo práctico de los estudiantes de la carrera de electrónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, mediante la implementación de una red de PLC's utilizando el protocolo Modbus y sus respectivas guías.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar la red de PLC's s7-200.
- Analizar los protocolos de comunicación existentes.
- Familiarizar a los estudiantes con la utilización de PLC's y su respectivo software de programación.
- Realizar la programación en los PLC's una vez implementada la red.

1.4 Alcance

El presente proyecto está dirigido al Laboratorio de Control Industrial específicamente a los alumnos de la Carrera de Electrónica, para el aprovechamiento de dispositivos que se encuentran en el Instituto, en los cuales se podrá implementar nuevas técnicas de control en el laboratorio y debido a ello se podrán incrementar los conocimientos, mejorando de esta manera la enseñanza práctica en la materia de Control Industrial y el reconocimiento académico del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción a los PLC's

“Un proceso industrial es una operación o secuencia de operaciones en las que las variables a controlar (temperatura, desplazamiento, tiempo, etc.) están debidamente definidas”¹.

Los autómatas PLC (Controlador Lógico Programable) permiten cambiar la funcionalidad del control del proceso industrial sin más que cambiar el programa, ya que gran parte de los componentes necesarios como relés auxiliares, temporizadores, contadores, detector de flancos y otras operaciones, se encuentran implementados en la estructura interna de él. Sin embargo en los casos en que las modificaciones superen la capacidad del sistema, es posible agregar módulos de ampliación que permitan cumplir con las nuevas exigencias.

Este automatismo fácilmente programable para tareas de control, y concebido para ser utilizado en ambientes industriales, es lo que se conoce como PLC, controlador lógico programable, a él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

Los autómatas programables no sólo tienen aplicación industrial, si no que también se emplean para automatizar procesos en el hogar (puerta de un garaje, luces de la casa, etc.), entre otros.

Entre las características de los PLC's destacan:

- Fácilmente programables por la mayoría de los técnicos.
- Facilidad en la modificación de programas.
- Comunicación con otros PLC's, pudiendo enviar y recibir señales.

¹ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

- Tiempo de vida largo.
- Pueden trabajar sin problemas en todo tipo de ambientes industriales.

2.1.1 Estructura Externa

Existen dos estructuras básicas para los autómatas programables:

- Compacta: consiste en una única pieza en la que se integran todos los elementos.



Figura 2.1: Estructura Compacta

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

- Modular: en los que la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc, son cada una un módulo que se elige en función de la aplicación requerida.

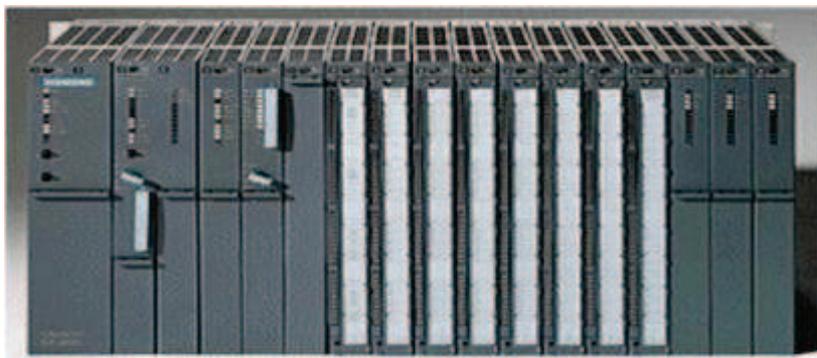


Figura 2.2: Estructura Modular

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Para el caso de una estructura modular se dispone de la posibilidad de fijar los distintos módulos en raíles normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente.

2.1.2 Arquitectura

- Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser digitales o analógicas.
- Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico.
- Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa que el usuario ha introducido. La CPU toma una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando, cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.
- Unidad de alimentación
- Consola de programación: permite introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.
- Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.
- Interfaces: facilitan la comunicación del autómata con otros dispositivos (como un PC), autómatas, etc., para ello, dispone de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa.

2.1.3 Memoria

Dentro de la CPU se dispone de un área de memoria, la cual emplea para diversas funciones:

- Memoria del programa de usuario: aquí introduce el programa que el autómata va a ejecutar cíclicamente.

- Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).
- Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware).
- Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que emplea para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.

2.1.4 Unidades de entrada y salida

Se dispone de dos tipos de módulos de entrada y/o salida:

- Digitales. Se basan en el principio de todo o nada, es decir conducen o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario.
- Analógicas. Pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario.

2.1.5 Interfaces

Todo autómata, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC).

Lo normal es que posea una E/S serie del tipo RS-232 (puerto serie). A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas del autómata incluidas la programación del mismo, y suele emplearse para monitorizar el proceso.

2.1.6 Unidades de programación

La programación del autómeta puede realizarse, generalmente, empleando alguno de los siguientes elementos:

- Consola de programación: suele tener la forma de calculadora.
- PC: es el modo más empleado en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software para SCADA, etc.

2.1.7 Periféricos

El autómeta programable, en la mayoría de los casos, puede ser ampliado. Las ampliaciones abarcan un gran abanico de posibilidades: módulos auxiliares de E/S (analógicas, digitales, etc.), memoria adicional, conexión con otros autómetas, etc.

2.1.8 Lenguajes de programación

“Los primeros autómetas programables surgieron debido a la necesidad de sustituir los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debía ser similar a la utilizada hasta ese momento”². El lenguaje utilizado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos que anteriormente estaban en contacto con la instalación.

Los lenguajes gráficos y textuales definidos en el estándar son una fuerte base para entornos de programación potente en PLC's. Los lenguajes más significativos son:

- Lenguaje de contactos (KOP): es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos.

² <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

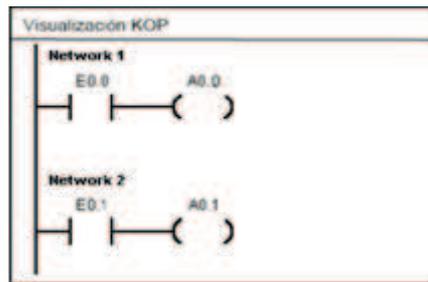


Figura 2.3: Lenguaje KOP

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

- Lenguaje por lista de instrucciones (AWL): consiste en elaborar una lista de instrucciones.

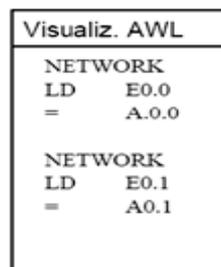


Figura 2.4: Lenguaje AWL

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

- Plano de funciones lógicas (FUP): resulta especialmente cómodo de utilizar cuando se ha habituado a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

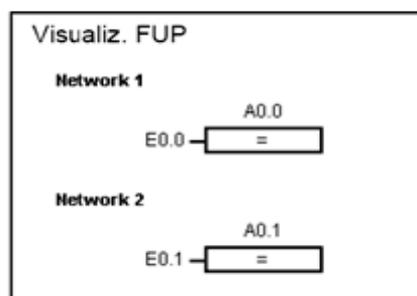


Figura 2.5: Lenguaje FUP

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

- GRAFCET: es el llamado Gráfico de Orden Etapa-Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

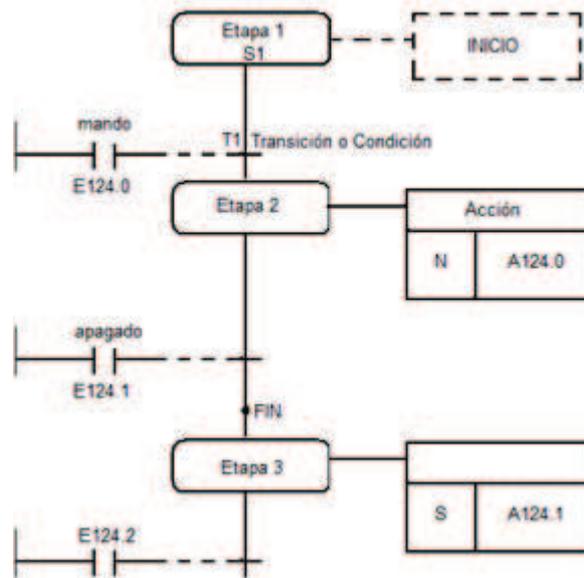


Figura 2.6: Lenguaje GRAFCET
Fuente: Investigación de Campo

2.1.9 Lógica Cableada y Lógica programada

La diferencia entre lógica cableada y lógica programada. Mientras un mando con relés o contactores representa la lógica cableada; un autómata programable representa la lógica programada.

- Lógica cableada: el programa de mando queda determinado a través de la unión entre los diferentes elementos, tales como bobinas de accionamiento, contactos de interruptores, etc. La modificación del programa supone una transformación del cableado.
- Lógica programada: el programa de mando y el cableado son independientes. Los contactos de los captadores y las bobinas de accionamiento se conectan

a las entradas/salidas del autómata. El programa de mando, se escribe en la memoria del autómata, quedando fijada la secuencia en que deben ser consultados los contactos, la forma en que deben realizarse las combinaciones (AND u OR) y la asignación de los resultados a las salidas, es decir, el accionamiento de las bobinas.

En el caso de ser necesario realizar una variación del programa, no hay que modificar el cableado del autómata, sino solamente el contenido del programa.

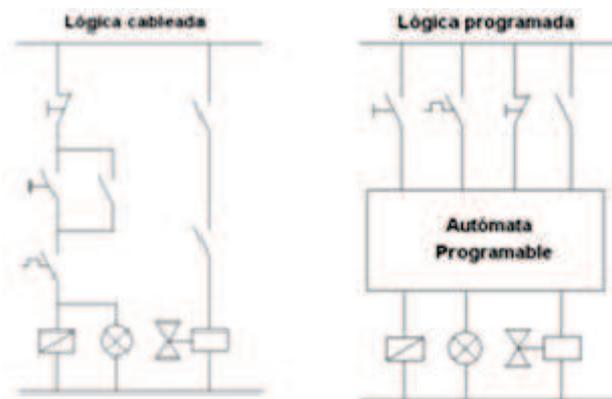


Figura 2.7: Lógica Cableada y Lógica Programada

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

2.1.10 Contactos abiertos o cerrados³

El autómata consulta el valor de sus las entradas según dos estados, si existe tensión o no existe tensión.

A partir de estos datos y según el programa: Activa o desactiva los “aparatos” conectados a sus salidas. En ambos casos se encuentra con una clara y diferenciada situación de los estados, conocida como:

- Estado de señal “0” → No existe tensión → Desactivado.
- Estado de señal “1” → Existe tensión → Activado.

³ <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Si en una entrada hay conectado un contacto abierto, se aplicara el estado de señal “1” en la entrada cuando se accione el contacto. Por el contrario, si a la entrada se encuentra con un contacto cerrado, se aplicara el estado de señal “0” en la entrada cuando se accione el contacto.

Tabla 2.1: Tipos de Contactos

Tipo contacto	Estados	¿Existe tensión?	Estado de señal
 Abierto	Accionado 	SI	1
	No accionado 	NO	0
 Cerrado	Accionado 	NO	0
	No accionado 	SI	1

Fuente: <http://www.salesianos.edu/alcoy.juanxiii/dpts/docs/automatas.pdf>

Elaborado por: María José Jara

En la figura 2.8 se muestra la correspondencia de símbolos eléctricos (o combinaciones de ellos) con la simbología KOP reconocida por el autómata

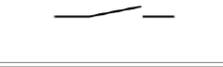
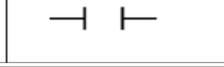
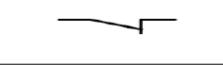
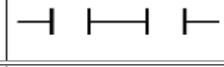
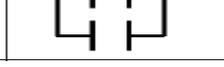
	
	P. ej. finales de carrera, conmutadores, en los que existe un contacto NA y uno NC 
	 Las salidas pueden ser "entradas"
	
	

Figura 2.8: Simbología y equivalencia

Fuente: STEP 7-Micro/WIN

2.1.11 Conceptos de bit, byte y palabra

- Bit. Unidad del símbolo binario, solamente puede tomar los valores “0” y “1”. En ocasiones, el bit es insuficiente para definir determinados aspectos de una automatización. Debiendo recurrir a conjuntos formados por varios símbolos binarios (byte).
- Byte. Conjunto de 8 símbolos binarios, es decir, el byte tiene una longitud de 8 bits, cada uno de los cuales puede tomar cualquier valor entre 0 y 1.
- Palabra En un PLC los bits se asocian en grupos. Como se ha dicho, 8 bits se denominan byte. Y cada bit en dicho grupo esta exactamente definido por una posición propia que tiene una dirección específica. Un byte tiene una dirección bit 0...7. Un grupo de 2 byte se denominan palabra (16 bits).

2.2 Autómata s7-200 CPU 224 XP

“Presenta un alto grado de compactización y tiene una capacidad de programa de 8 K. La CPU S7-200 está formada por una CPU propiamente dicha, una fuente de alimentación y entradas/salidas digitales, todo eso contenido en un módulo compacto”⁴.

⁴ <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

2.2.1 Estructura

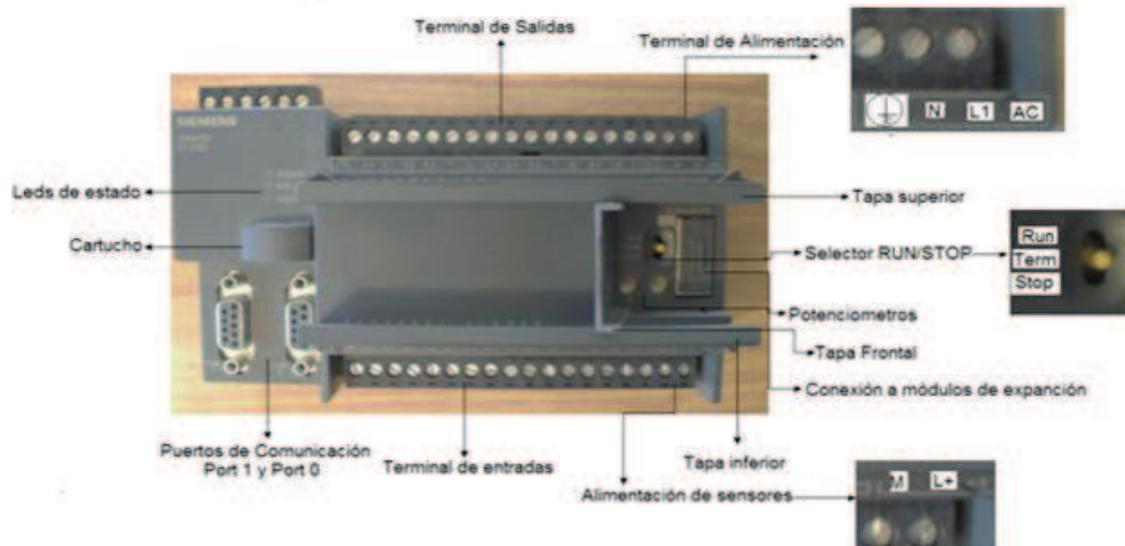


Figura 2.9: Estructura Externa S7-200 CPU 224 XP
Fuente: Investigación de Campo

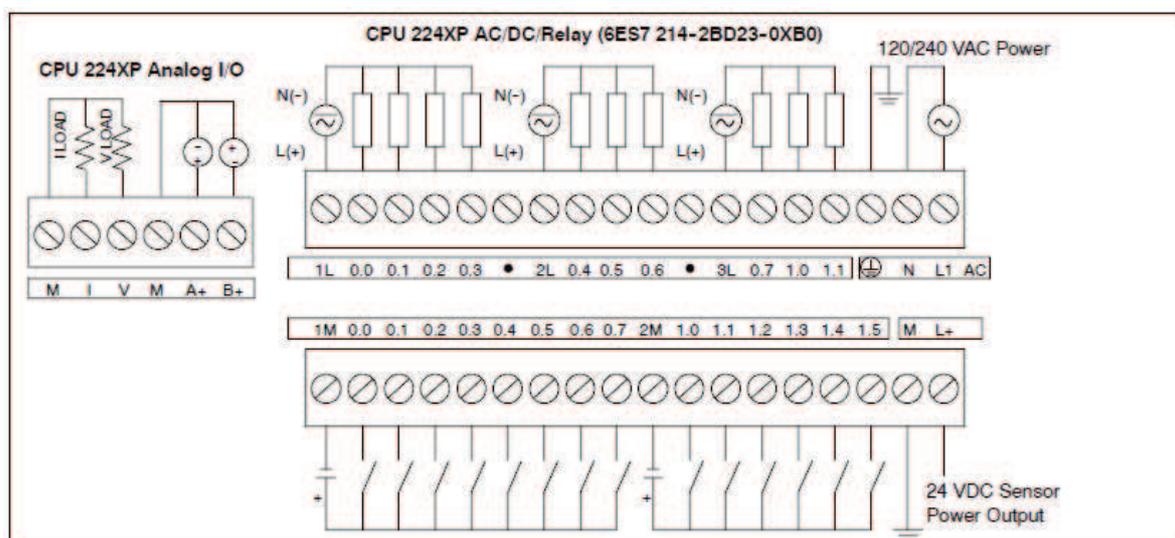


Figura 2.10: Estructura Interna S7-200 CPU 224 XP
Fuente: Investigación de Campo

2.2.1.1 Tapa Superior

Terminal de Alimentación: Proporciona los niveles de tensión necesarios para el correcto funcionamiento, la alimentación requiere de 110V AC lo cual viene indicado en el extremo superior derecho, de la siguiente manera:



Figura 2.11: Terminal de Alimentación

Fuente: Investigación de Campo



Es la toma a tierra del edificio en el cual se encuentra instalado el autómata.

N y L1: La red eléctrica que llega a una instalación es monofásica y, por tanto, posee una fase y un neutro.

Características de la alimentación del autómata

En la tapa superior se ve la siguiente inscripción:

AC/DC/RLY

Esto significa que el autómata se alimenta con una tensión alterna AC, posee 24V DC para alimentar las entradas y las salidas tienen conexión de relé o contacto libre de potencial RLY.

Terminal de Salidas: En el caso de la CPU-224XP, las salidas tienen conexión por relé (contacto libre de potencial). Debido a esto, la tensión con la que se debe alimentar los comunes (1L, 2L, 3L) de las salidas debe coincidir exactamente con la tensión nominal de la carga que se encuentre conectada a la salida.

“Puesto que normalmente se dispone de varias cargas que requieren distintos niveles de tensión, para lo cual se debe conectar todas aquellas cargas que precisen la misma tensión a las salidas pertenecientes a un mismo común, y alimentar dicho común con la tensión nominal que necesiten dichas cargas”⁵.



Figura 2.12: Terminal de Salidas
Fuente: Investigación de Campo

2.2.1.2 Tapa inferior

Existe una fuente de alimentación de 24V DC que se puede utilizar para alimentar las entradas del PLC.

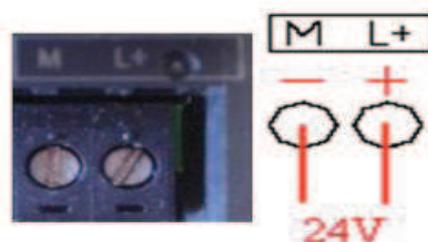


Figura 2.13: Alimentación de Sensores
Fuente: Investigación de Campo

⁵ http://isa.uhm.es/asignaturas/asc/practicaautomatas/pr1/repaso_clase.dpf

M no tiene ninguna relación con los comunes de las entradas del autómeta.

Las características de las entradas son las siguientes:

- Necesitan una tensión de entrada de 0V ó 24V de corriente continua para activarse.
- Tienen una separación galvánica vía opto-acoplador.

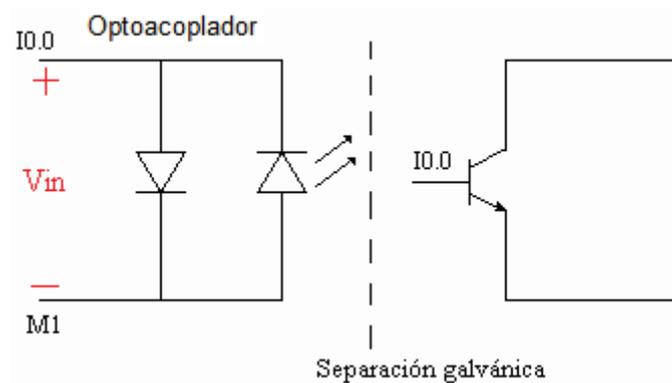


Figura 2.14: Opto-acoplador Interno

Fuente: http://isa.uhm.es/asignaturas/asc/practicaautomatas/pr1/repaso_clase.dpf

“El opto-acoplador posee dos fotodiodos dispuestos en anti-paralelo, con el objetivo de detectar diferencias de tensión tanto positivas como negativas. Una vez que detecta una diferencia de tensión, el diodo correspondiente emite una señal luminosa que es recogida por el fototransistor, el cual transforma dicha señal en un 0 lógico o un 1 lógico. De esta forma, si a la entrada llega un pico de tensión de 110V, se daña el opto-acoplador, pero la circuitería interna de la CPU-224 permanece intacta”⁶.

Para activar las entradas correspondientes se debe hacer dos cosas:

1. Conectar a las entradas comunes 1M, 2M una tensión de 0V o de 24V de continua.

⁶ http://isa.uhm.es/asignaturas/asc/practicaautomatas/pr1/repaso_clase.dpf

2. Dependiendo de qué tensión se vaya aplicado a los comunes, se tendrá que introducir a las entradas I0.0, I0.1, etc., 0V ó 24V para provocar una diferencia de tensión y activarlas.

Si se requiere que las entradas se activen al aplicar 24V, se debe introducir 0V al común al que pertenezca dicha entrada.

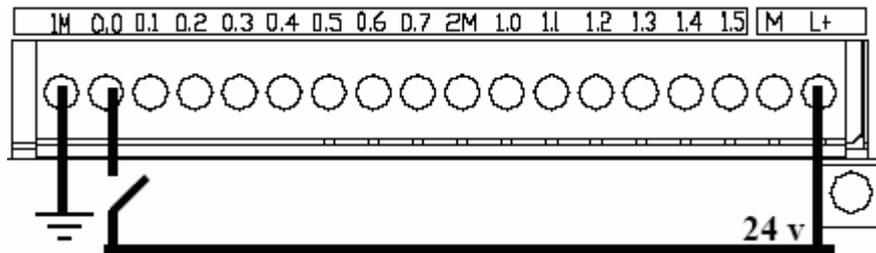


Figura 2.15: Conexión con 24V

Fuente: http://isa.uhm.es/asignaturas/asc/practicaautomatas/pr1/repaso_clase.dpf

2.2.1.3 Tapa Frontal

Selector de Estado: Permite situar al autómeta en tres posiciones de funcionamiento.



Figura 2.16: Selector de estado

Fuente: Investigación de Campo

STOP: El autómeta está encendido, pero el programa de usuario no se ejecuta.

RUN: El autómeta ejecuta cíclicamente las instrucciones del programa de usuario.

TERMINAL: Este estado permite el control del autómata desde un terminal externo como, por ejemplo, un PC. Desde este terminal se puede poner el autómata en modo RUN o STOP.

Estos estados pueden realizarse manualmente una vez ya programado el autómata.

2.2.1.4 LED's de estado

En la CPU existen una serie de LED's que proporcionan información acerca del modo de funcionamiento de la CPU (RUN, STOP o TERMINAL), del estado de las entradas y salidas locales y de un fallo en el sistema.

2.2.1.5 Puerto de comunicaciones

El autómata S7-200 CPU 221, 222 y 224 tienen un puerto que permite conectar el autómata a otras unidades programables. Sin embargo a partir del 224XP y 226 tienen dos puertos de comunicación. Que principalmente se utiliza para conectar la consola de programación o el PC con el autómata para cargar el programa de control.



Figura 2.17: Puerto de Comunicación

Fuente: Investigación de Campo

2.2.1.6 Potenciómetros analógicos del S7-200

Los potenciómetros analógicos están ubicados debajo de la tapa de acceso frontal de la CPU.

“Estos potenciómetros permiten incrementar o decrementar valores almacenados en los bytes de marcas especiales (SMB)”⁷. El programa puede utilizar estos valores de sólo lectura para diversas funciones, por ejemplo: para actualizar el valor de un temporizador o de un contador, para introducir o modificar los valores estándar, o bien, para configurar límites. Utilice un destornillador pequeño para ajustar los potenciómetros. Gire el potenciómetro hacia la derecha para incrementar el valor, o bien hacia la izquierda para decrementarlo.

SMB28 almacena el valor digital que representa la posición del potenciómetro analógico 0.

SMB29 almacena el valor digital que representa la posición del potenciómetro analógico 1.

El potenciómetro analógico tiene un rango nominal comprendido entre 0 y 255, así como una repetitividad de ± 2 contajes.

⁷ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

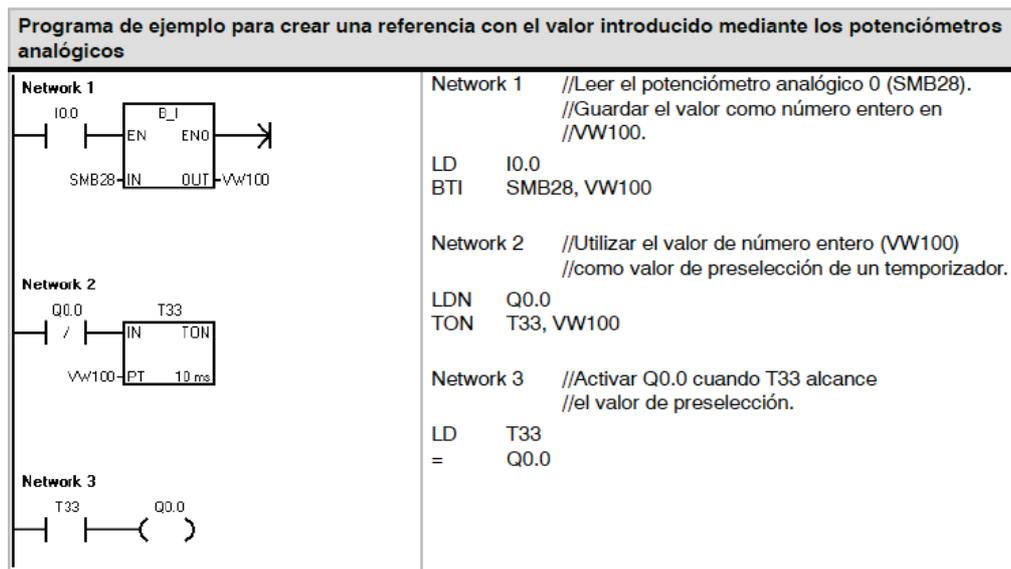


Figura 2.18: Ejemplo del Potenciómetro
Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.3 Generalidades

La función principal es vigilar las entradas de campo y, conforme a la lógica de control, activar o desactivar los aparatos de salida de campo.

2.3.1 Lógica de control en el S7--200

El S7-200 ejecuta cíclicamente la lógica de control del programa, leyendo y escribiendo datos, relaciona el programa con las entradas y salidas físicas

El funcionamiento básico del S7--200 es muy sencillo:

- El S7--200 lee el estado de las entradas.
- El programa almacenado en el S7--200 utiliza las entradas para evaluar la lógica. Durante la ejecución del programa, el S7--200 actualiza los datos.
- El S7--200 escribe los datos en las salidas.

La figura 2.19 muestra cómo se procesa un esquema de circuitos simple en el S7-200. En este ejemplo, el estado del interruptor para arrancar el motor se combina con los estados de otras el resultado obtenido determina entonces el estado de la salida que corresponde al actuador que arranca el motor.

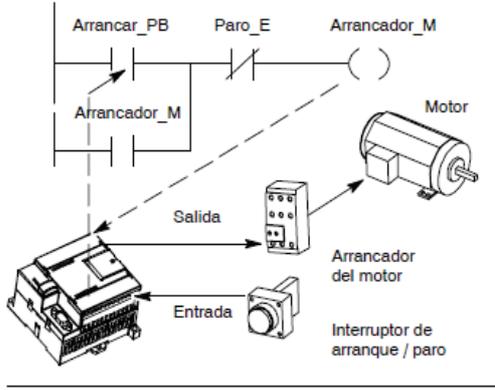


Figura 2.19: Controla las entradas y salidas de un motor
 Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.3.1.1 Ejecución de las tareas en un ciclo

Ejecuta una serie de tareas de forma repetitiva. Esta ejecución se denomina ciclo. Como muestra la figura 2.20, el S7-200 ejecuta la mayoría de las tareas siguientes durante un ciclo:

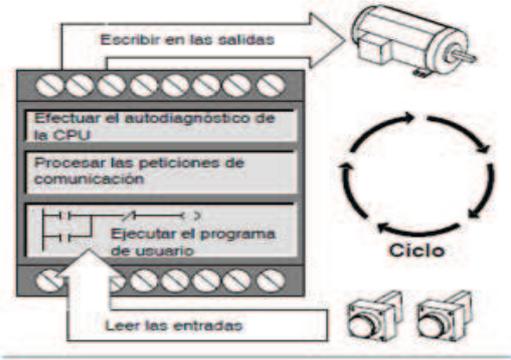


Figura 2.20: Representación de un ciclo
 Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

- Leer entradas.- copia el estado de las entradas físicas en la imagen de proceso de las entradas.
- Ejecutar la lógica de control en el programa: el S7-200 ejecuta las operaciones del programa y guarda los valores en las distintas áreas de memoria.
- Procesar las peticiones de comunicación: el S7-200 ejecuta las tareas necesarias para la comunicación.
- Efectuar el auto-diagnóstico de la CPU: el S7-200 verifica si el firmware, la memoria del programa y los módulos de ampliación están trabajando correctamente.
- Escribir en las salidas: los valores almacenados en la imagen de proceso de las salidas se escriben en las salidas físicas.

La ejecución del programa de usuario depende de si el S7-200 está en modo STOP o RUN. El programa se ejecutará si el S7-200 está en modo RUN. En cambio, no se ejecutará en modo STOP.

2.3.2 Acceder a los datos

El S7-200 almacena información en diferentes áreas de la memoria que tienen direcciones unívocas. Es posible indicar explícitamente la dirección a la que se desea acceder. El programa puede acceder entonces directamente a la información.

La tabla 2.2 muestra el rango de números enteros representables en los distintos tamaños de datos.

Tabla 2.2: Rango decimales y hexadecimales de los distintos tamaños de datos

Representación	Byte (B)	Palabra (W)	Palabra doble (D)
Entero sin signo	0-255 0 a FF	0 a 65.535 0 a FFFF	0 a 4.2994.967.295 0 a FFFF FFFF
Entero con signo	128 a +127 80 a 7F	32.768 a +32.767 8000 a 7FFF	-2.147.483.648 a + 2.147.483.647 8000 0000 a 7FFFFFFF
Real IEEE de 32 bits en coma flotante	No aplicable	No aplicable	+1.175495E-38 a +3.402823E+38(positivo) +1.175495E-38 a -3.402823E+38(negativo)

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

Para acceder a un bit en un área de memoria es preciso indicar la dirección del mismo, compuesta por un identificador de área, la dirección de byte y el número de bit. La figura 2.21 muestra un ejemplo de direccionamiento de un bit (denominado también direccionamiento "byte.bit"). En el ejemplo, el área de memoria y la dirección del byte (I = entrada y 3 = byte 3) van seguidas de un punto decimal (".") que separa la dirección del bit (bit 4).

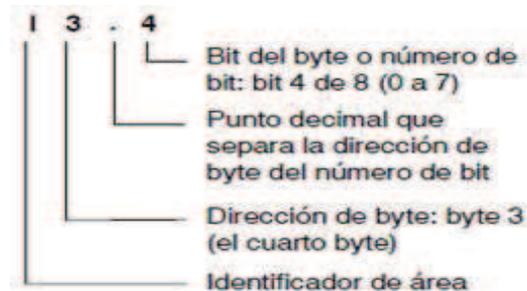


Figura 2.21: Direccionamiento del byte-bit

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Utilizando el formato de dirección de byte se puede acceder a los datos de la mayoría de las áreas de memoria (V, I, Q, M, S, L y SM) en formato de bytes, palabras o palabras dobles.

La dirección de un byte, de una palabra o de una palabra doble de datos en la memoria se especifica de forma similar a la dirección de un bit. Esta última está

compuesta por un identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección inicial del valor de byte, palabra o palabra doble.

2.3.3 Tipos de memoria y propiedades

Tabla 2.3: Tipos de memoria

Tipos de memoria y propiedades							
Área	Descripción	Acceso a bits	Acceso a bytes	Acceso a palabras	Acceso a palabras dobles	Puede ser remanente	Se puede forzar
I	Entradas digitales e imagen del proceso de las entradas	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	sí
Q	Salidas digitales e imagen del proceso de las salidas	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	sí
M	Marcas internas	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	sí	sí
SM	Marcas especiales (SM0 a SM29 son de sólo lectura)	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	no
V	Memoria de variables	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	sí	sí
T	Valores actuales y bits de temporizadores	Bit T lectura / escritura	no	Valor actual T lectura / escritura	no	Valor actual T - sí Bit T - no	no
C	Valores actuales y bits de contadores	Bit C lectura / escritura	no	Valor actual C lectura / escritura	no	Valor actual C - sí Bit C - no	no
HC	Valores actuales de contadores rápidos	no	no	no	sólo lectura	no	no
AI	Entradas analógicas	no	no	sólo lectura	no	no	sí
AQ	Salidas analógicas	no	no	sólo escritura	no	no	sí
AC	Acumuladores	no	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	no
L	Memoria de variables locales	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	no
S	SCR	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	lectura / escritura	no	no

Elaborado por: Ayuda Micro/WIN

Fuente: Ayuda Micro/WIN

2.3.4 Funciones comunes

Área de marcas: M

El área de marcas (memoria M) se puede utilizar como relés de control para almacenar el estado inmediato de una operación u otra información de control.

Marcas especiales: SMB

Las marcas especiales (SM) permiten intercambiar datos entre la CPU y el programa. Estas marcas se pueden utilizar para seleccionar y controlar algunas funciones especiales de la CPU S7-200. Por ejemplo, hay una marca que se activa sólo en el primer ciclo, marcas que se activan y se desactivan en determinados intervalos, o bien marcas que muestran el estado de las operaciones matemáticas y de otras operaciones.

Tabla 2.4: Marcas especiales

Marcas especiales	Descripción
SMB0	Bits de estado del sistema
SMB1	Bits de estado de ejecución de operaciones
SMB2	Búfer de recepción de caracteres Freeport
SMB3	Error de paridad en modo Freeport
SMB4	Desbordamiento de la cola de espera de interrupciones, errores de programación en el tiempo de ejecución, habilitar interrupciones, transmisor Freeport inactivo, valores forzados
SMB5	Bits de estado de las entradas y salidas
SMB6	Identificador de la CPU
SMB8 a SMB21	Identificadores y registros de errores de los módulos de ampliación
SMW22 a SMW26	Tiempos de ciclo
SMB28 a SMB29	Potenciómetros analógicos

Fuente: Ayuda Step 7 Micro/WIN

Elaborado por: María José Jara

Área de temporizadores: T

Se dispone de temporizadores TON, TONR muy poco utilizado y TOFF con tres resoluciones. La resolución viene determinada por el número del temporizador que muestra la tabla siguiente. El valor actual resulta del valor de conteo multiplicado por la base de tiempo. Por ejemplo, el valor de conteo 50 en un temporizador de 10 ms equivale a 500 ms, básicamente depende del proceso a realizarse para la utilización de cualesquiera de estos.

Tabla 2.5: Temporizadores

Temporizador	resolución	Valor máximo	Nº del temporizador
TONR	1ms	32,767 s	T0, T64
	10ms	327,67 s	T1-T4, T65-T68
	100ms	3276,7 s	T5-T31, T69-T95
TON, TOFF	1ms	32,767 s	T32, T96
	10ms	327,67 s	T33-T36, T97-T100
	100ms	3276,7 s	T37-T63, T101-T255

Fuente: Ayuda Step 7 Micro/WIN

Elaborado por: María José Jara

La operación Temporizador como retardo a la conexión (TON) cuenta el tiempo al estar activada (ON) la entrada de habilitación. Si el valor actual (Txxx) es mayor o igual al valor de preselección (PT), se activará el bit de temporización (bit T). El valor actual del temporizador como retardo a la conexión se borra cuando la entrada de habilitación está desactivada (OFF). El temporizador continúa contando tras haber alcanzado el valor de preselección y para de contar cuando alcanza el valor máximo de 32767.

La operación Temporizador como retardo a la desconexión (TOF) se utiliza para retardar la puesta a 0 (OFF) de una salida durante un período determinado tras haberse desactivado (OFF) una entrada. Cuando la entrada de habilitación se activa (ON), el bit de temporización se activa (ON) inmediatamente y el valor actual se pone

a 0. Cuando la entrada se desactiva (OFF), el temporizador cuenta hasta que el tiempo transcurrido alcanza el valor de preselección. Una vez alcanzado éste, el bit de temporización se desactiva (OFF) y el valor actual detiene el contaje. Si la entrada está desactivada (OFF) durante un tiempo inferior al valor de preselección, el bit de temporización permanece activado (ON). Para que la operación TOFF comience a contar se debe producir un cambio de ON a OFF.

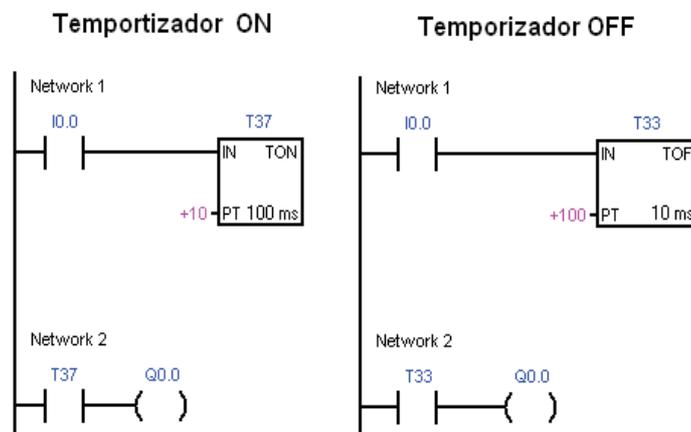


Figura 2.22: Ejemplos del temporizador ON y OFF

Fuente: Ayuda Step7-Micro/WIN

Área de contadores: C

Los contadores son elementos que cuentan los cambios de negativo a positivo en las entradas de contaje. Hay contadores que cuentan sólo adelante (UP), otros que cuentan sólo atrás (DOWN) y otros cuentan tanto adelante como atrás (UP-DOWN).

Los contadores UP son aquellos que van de manera creciente es decir a contar adelante a partir del valor actual cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje adelante CU. Si el valor actual (Cxxx) es mayor o igual al valor de preselección (PV), se activa el bit de contaje (Cxxx). El contador se inicializa cuando se activa la entrada de desactivación (R) o al ejecutarse la operación Poner a 0.

El contador se detiene cuando el valor de contaje alcance el valor límite superior (32.767).

Los contadores DOWN son aquellos que van de forma decreciente, empieza a contar atrás a partir del valor actual cuando se produce un flanco negativo en la entrada de contaje atrás CD. Si el valor actual Cxxx es igual a cero, se activa el bit de contaje (Cxxx). El contador desactiva el bit de contaje (Cxxx) y carga el valor actual con el valor de preselección (PV) cuando se activa la entrada de carga (LD). El contador se detiene cuando alcanza el valor "0" y el bit de temporización Cxxx se activa.

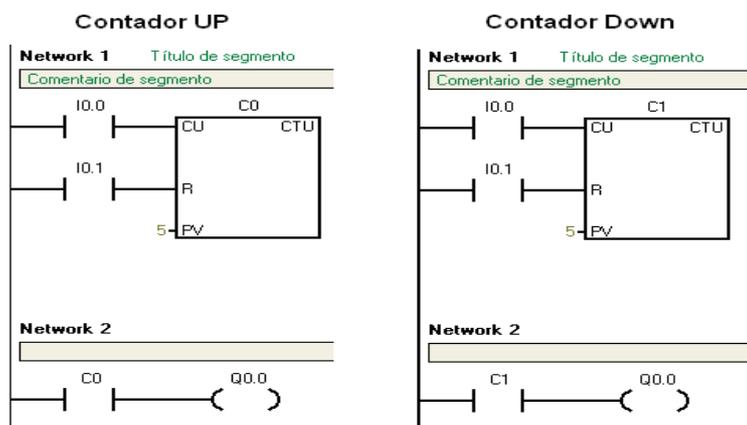


Figura 2.23: Ejemplo de contador UP y DOWN

Fuente: Curso de PLC SIMATIC I

Contadores rápidos: HC

Los contadores rápidos cuentan eventos rápidos, independientemente del ciclo de la CPU. Tienen un valor de contaje de entero de 32 bits con signo (denominado también valor actual).

Para acceder al valor de contaje del contador rápido, se indica la dirección del mismo (utilizando el identificador HC) y el número del contador (p. ej. HC0). El valor actual del contador rápido es de sólo lectura, pudiéndose acceder al mismo sólo en formato de palabra doble (32 bits).

El S7-200 CPU 224XP soporta seis contadores rápidos (HSC0 a HSC5).

Acumuladores: AC

Los acumuladores son elementos de lectura/escritura que pueden utilizarse de igual manera que la memoria. Por ejemplo, se pueden usar para transferir parámetros y realizar subrutinas, así como para almacenar valores intermedios utilizados en cálculos. Ofrece cuatro acumuladores de 32 bits (AC0, AC1, AC2 y AC3). A los acumuladores se puede acceder en formato de byte, palabra o palabra doble.

La operación utilizada para el acceso al acumulador determina el tamaño de los datos a los que se accede. Como muestra la figura 2.24, cuando se accede a un acumulador en formato de byte o palabra se utilizan los 8 ó 16 bits menos significativos del valor almacenado en el acumulador.

Cuando se accede a un acumulador en formato de palabra doble, se usan todos los 32 bits.

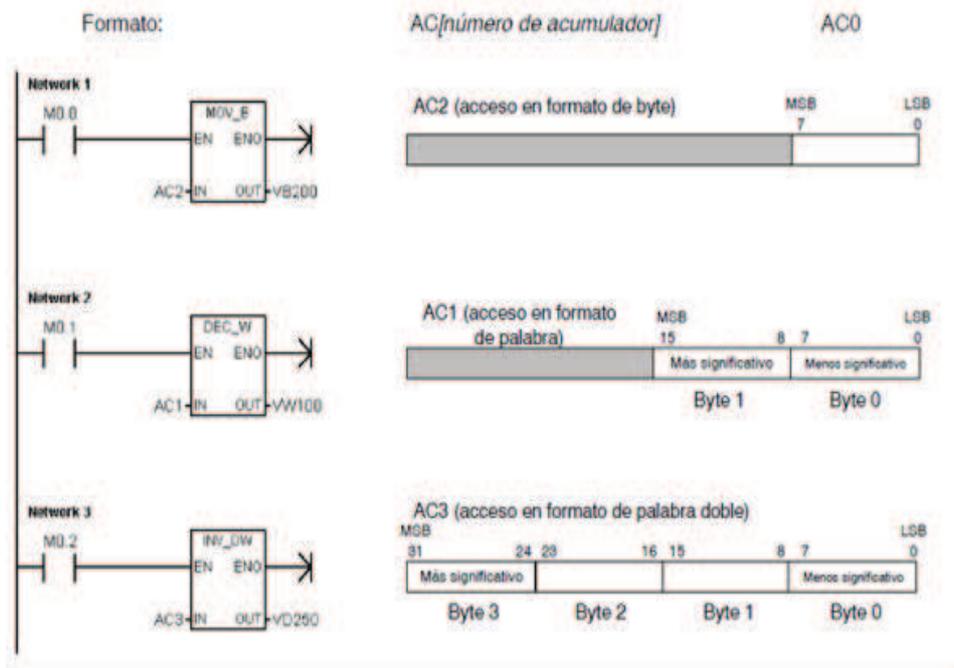


Figura 2.24: Acceder al acumulador

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Entradas analógicas: AI

Convierte valores reales analógicos (por ejemplo temperatura, tensión, etc.) en valores digitales en formato de palabra (de 16 bits). A estos valores se accede con un identificador de área (AI), seguido del tamaño de los datos (W) y de la dirección del byte inicial. Puesto que las entradas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (por ejemplo 0, 2, 4, etc.), es preciso utilizar direcciones con bytes pares (por ejemplo AIW0, AIW2, AIW4, etc.) para acceder a las mismas. Las entradas analógicas son valores de sólo lectura.

Salidas analógicas: AQ

Convierte valores digitales en formato de palabra (de 16 bits) en valores reales analógicos (p. ej. intensidad o tensión). Estos valores analógicos son proporcionales a los digitales. A los valores analógicos se accede con un identificador de área (AQ), seguido del tamaño de los datos (W) y de la dirección del byte inicial. Puesto que las salidas analógicas son palabras que comienzan siempre en bytes pares (p. ej. 0, 2, 4, etc.), es preciso utilizar direcciones con bytes pares (p. ej. AQW0, AQW2, AQW4, etc.) para acceder a las mismas. Las salidas analógicas son valores de sólo escritura.

Utilizar constantes para las operaciones

Las constantes pueden utilizarse en numerosas operaciones del S7-200. Pueden ser valores de bytes, palabras o palabras dobles. El S7-200 almacena todas las constantes como números binarios que se pueden representar en formato decimal, hexadecimal, ASCII, o bien como números reales (en coma flotante).

Tabla 2.6: Representación de constantes

Representación	Formato	Ejemplo
Decimal	Valor decimal	20047
Binario	2#(número binario)	2#1010_0101_0101
Real	ANSI/IEEE754-1985	+1.175495E-38(positivo) -1.175495E-38(negativo).

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.3.5 Software Micro/WIN

Este es un programa que facilita la programación del PLC de manera práctica y sencilla, en el cual se representan elementos o dispositivos eléctricos o electrónicos con una simbología similar a la que utilizan los técnicos eléctricos, de manera que se pueda interpretar el lenguaje para una correcta programación.

STEP 7-Micro/WIN es un lenguaje de programación simple y fácil de aprender para el sistema de automatización SIMATIC S7-200. Su gran repertorio funcional permite resolver incluso las tareas de automatización más difíciles. Su facilidad de aprendizaje y la velocidad con que es posible programar le hacen particularmente fácil de usar.

2.3.5.1 Características

- Es un software de programación de fácil uso bajo entorno Windows NT/2000/XP para el SIMATIC S7-200.
- Apoya la programación, incluso de tareas difíciles de automatización, con un gran número de asistentes.
- Para una rápida familiarización y una programación rápida.
- Con un extenso repertorio funcional.
- Basado en el software Windows estándar (la interfaz se corresponde con las aplicaciones estándar, por ejemplo MS Word, MS Outlook).
- Con 3 editores estándar AWL, KOP y FUP; se puede conmutar en todo momento entre los editores.
- Creación, exportación e importación de librerías personalizadas (incluye comandos estándar y subprogramas definidos por el usuario).
- CD de documentación con manuales, herramientas de software y programas de ejemplo para fines de apoyo

2.3.5.2 Funciones

Programación estructurada.- Un único programa principal al cual se anexan simplemente los subprogramas y las rutinas de tratamiento de interrupciones garantizan un programa “light” y claro. Adicionalmente, se puede crear un bloque de datos para la inicialización de un proyecto. Es posible programar utilizando sinónimos.

Programación en los lenguajes KOP y AWL Se puede conmutar en todo momento entre los correspondientes editores.

Posibilidad de programación simbólica

2.3.5.3 Utilizar Step 7 Micro/WIN para crear programas

Para iniciar STEP 7--Micro/WIN, haga doble clic en el icono de STEP 7-Micro/WIN o elija los comandos Inicio >Todos los programas >SIMATIC > STEP 7--Micro/WIN V4.0.

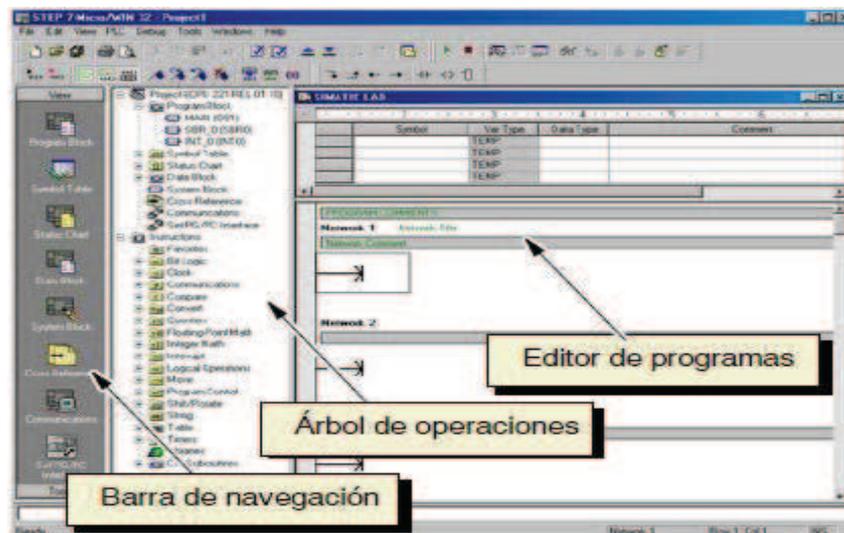


Figura 2.25: Programa STEP 7-Micro/WIN

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

STEP 7-Micro/WIN ofrece una interfaz de usuario cómoda para crear el programa de control.

Las barras de herramientas contienen botones de método abreviado para los comandos de menú de uso frecuente. Estas barras se pueden mostrar u ocultar.

La barra de navegación comprende iconos que permiten acceder a las diversas funciones de programación de STEP 7-Micro/WIN.

En el árbol de operaciones se visualizan todos los objetos del proyecto y las operaciones para crear el programa de control. Para insertar operaciones en el programa, puede utilizar el método de “arrastrar y soltar” desde el árbol de operaciones, o bien hacer doble clic en una operación con objeto de insertarla en la posición actual del cursor en el editor de programas.

STEP 7-Micro/WIN ofrece tres editores para crear programas: Esquema de contactos (KOP), Lista de instrucciones (AWL) y Diagrama de funciones (FUP). Con algunas restricciones, los programas creados con uno de estos editores se pueden visualizar y editar con los demás.

2.4 Elementos de un programa⁸

2.4.1 Programa principal

Esta parte del programa contiene las operaciones que controlan la aplicación. “El S7-200 ejecuta estas operaciones en orden secuencial una vez por ciclo”. El programa principal se denomina también OB1.

⁸ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.4.2 Subrutinas

Estos elementos opcionales del programa se ejecutan sólo cuando se llaman desde el programa principal, desde una rutina de interrupción, o bien desde otra subrutina. Las subrutinas son elementos opcionales del programa, adecuándose para funciones que se deban ejecutar repetidamente. Así, en vez de tener que escribir la lógica en cada posición del programa principal donde se deba ejecutar una función, basta con escribirla sólo una vez en una subrutina y llamar a la subrutina desde el programa principal cada vez que sea necesario. Las subrutinas tienen varias ventajas:

- La utilización de subrutinas permite reducir el tamaño total del programa.
- La utilización de subrutinas acorta el tiempo de ciclo, puesto que el código se ha extraído del programa principal. El S7-200 evalúa el código del programa principal en cada ciclo, sin importar si el código se ejecuta o no. Sin embargo, el S7-200 evalúa el código en la subrutina sólo si se llama a ésta. En cambio, no lo evalúa en los ciclos en los que no se llame a la subrutina.
- La utilización de subrutinas crea códigos portátiles. Es posible aislar el código de una función en una subrutina y copiar ésta a otros programas sin necesidad de efectuar cambios o con sólo pocas modificaciones.

2.4.3 Rutinas de interrupción

Estos elementos opcionales del programa reaccionan a determinados eventos de interrupción.

Las rutinas de interrupción se pueden programar para gestionar eventos de interrupción predefinidos. El S7-200 ejecuta una rutina de interrupción cuando ocurre el evento asociado.

El programa principal no llama a las rutinas de interrupción. Una rutina de interrupción se asocia a un evento de interrupción y el S7-200 ejecuta las operaciones contenidas en esa rutina sólo cada vez que ocurra el evento en cuestión.

2.4.4 Otros elementos del programa

Hay otros bloques que contienen información para el S7-200. A la hora de cargar el programa en la CPU, es posible indicar qué bloques se deben cargar así mismos.

Bloque de sistema

El bloque de sistema permite configurar diversas opciones de hardware para el S7-200.

Bloque de datos

En el bloque de datos se almacenan los valores de las diferentes variables (memoria V) utilizadas en el programa. Este bloque se puede usar para introducir los valores iniciales de los datos.



Figura 2.26: Bloques

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.4.5 Funciones del editor KOP

El editor KOP visualiza el programa gráficamente, de forma similar a un esquema de circuitos.

Los programas KOP hacen que el programa emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. Los programas KOP incluyen una barra de alimentación izquierda que está energizada. Los contactos cerrados permiten que la corriente circule por ellos hasta el siguiente elemento, en tanto que los contactos abiertos bloquean el flujo de energía.

La lógica se divide en segmentos (“Networks”). El programa se ejecuta un segmento tras otro, de izquierda a derecha y luego de arriba abajo. La figura 2.27 muestra un ejemplo de un programa KOP. Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas.

Los contactos representan condiciones lógicas de entrada, tales como interruptores, botones o condiciones internas.

Las bobinas representan condiciones lógicas de salida, tales como lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos o condiciones internas de salida.

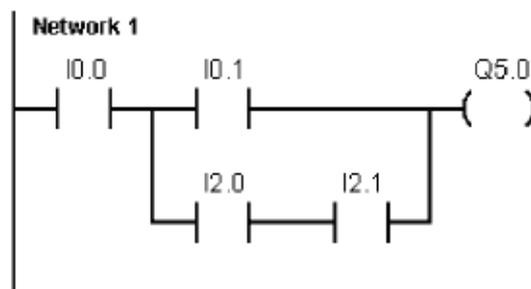


Figura 2.27: Ejemplo de KOP

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Los cuadros representan operaciones adicionales, tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas.

Considere los siguientes aspectos importantes al seleccionar el editor KOP:

- El lenguaje KOP facilita el trabajo a los programadores principiantes.
- La representación gráfica es fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero.
- El editor KOP se puede utilizar con los juegos de operaciones SIMATIC e IEC 1131-3.
- El editor AWL se puede utilizar siempre para visualizar un programa creado con el editor SIMATIC KOP.

Convenciones específicas del editor KOP

En el editor KOP, las teclas de función F4, F6 y F9 sirven para acceder a los contactos, los cuadros y las bobinas. El editor KOP utiliza las convenciones siguientes:

- El símbolo “>>” representa un circuito abierto o una conexión necesaria para la circulación de corriente.
- El símbolo “→✎ ” indica que la salida es una conexión opcional para la circulación de corriente en una operación que se puede disponer en cascada o conectar en serie.
- El símbolo “>>” indica que se puede utilizar la circulación de corriente.

2.4.6 Cargar los elementos del proyecto en la CPU y en el PC

El proyecto comprende tres elementos diferentes, a saber:

- Bloque de programa
- Bloque de datos (opcional)
- Bloque de sistema (opcional)
- Recetas (opcional)
- Configuraciones de registros de datos (opcional)

Cuando un proyecto se carga en la CPU, los bloques de programa, de datos y del sistema se guardan de forma segura en la memoria no volátil. Las recetas y las configuraciones de registros de datos se almacenan en el cartucho de memoria, sustituyendo las recetas y los registros de datos existentes. Todos los elementos del programa que no se carguen en la CPU permanecen inmodificados en la memoria no volátil y el cartucho de memoria.

Si se deben cargar recetas y configuraciones de datos en la CPU, el cartucho de memoria debe estar insertado para que el programa funcione correctamente.

Para cargar un proyecto en una CPU S7--200:

1. Elija el comando de menú Archivo > Cargar en CPU.
2. Haga clic en cada uno de los elementos del proyecto que desea cargar en la CPU.
3. Haga clic en el botón “Cargar en CPU”.

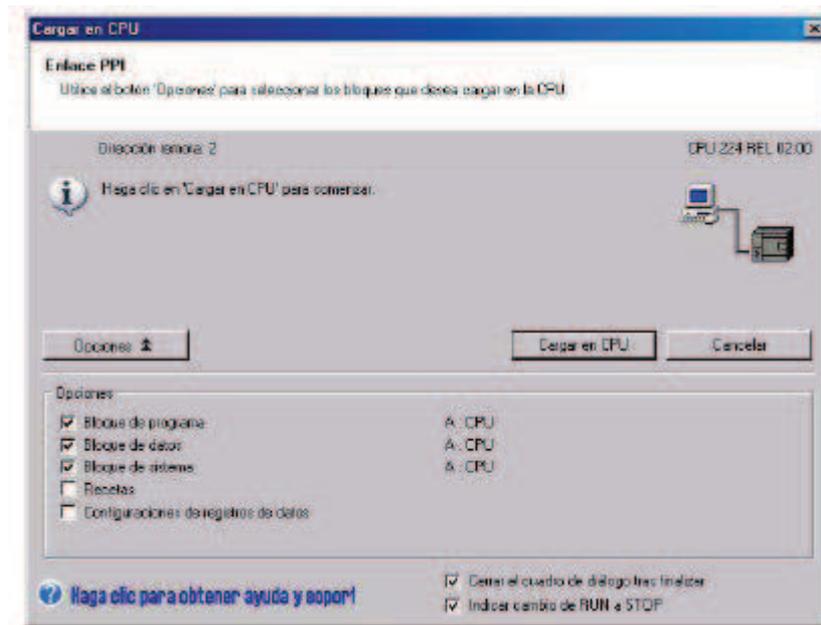


Figura 2.28: Cargar CPU

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Cuando un proyecto se carga en la PG/el PC con STEP 7-Micro/WIN, el S7-200 carga los bloques de programa, de datos y del sistema desde la memoria no volátil. Las recetas y las configuraciones de registros de datos se cargan en la PG/el PC desde el cartucho de memoria.

Los datos de los registros de datos no se cargan en la PG el PC con STEP 7-Micro/WIN, sino con el Explorador S7-200

Para cargar un proyecto en la PG/el PC desde una CPU S7--200:

1. Elija el comando de menú Archivo > Cargar en PG.
2. Haga clic en cada uno de los elementos del proyecto que desea cargar en la PG/el PC.
3. Haga clic en el botón “Cargar en PG”.

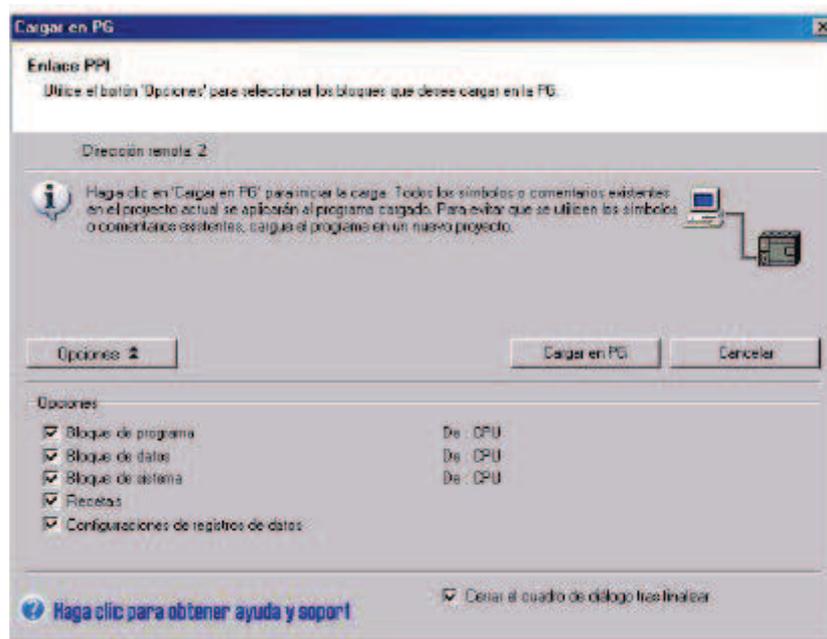


Figura 2.29: Cargar PG

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.4.7 Eliminar errores

En el S7-200 pueden ocurrir errores fatales o no fatales. Para visualizar los códigos generados por los errores, elija el comando de menú CPU > Información.

La figura 2.30 muestra el cuadro de diálogo “Información CPU”. Allí se visualizan el código y la descripción del error.

El campo “Último fatal” muestra el último código de error fatal generado por el S7-200. Al desconectarse la alimentación, este valor se conserva si se respalda la RAM. El valor se borra si se efectúa un borrado total del S7-200 o si la RAM no se respalda tras un corte prolongado de la alimentación.

El campo “Total fatales” muestra el contaje total de errores fatales generados por el S7-200 desde la última vez que se efectuó un borrado total de la memoria. Al desconectarse la alimentación, este valor se conserva si se respalda la RAM. El valor se borra si se efectúa un borrado total del S7-200 o si la RAM no se respalda tras un corte prolongado de la alimentación.

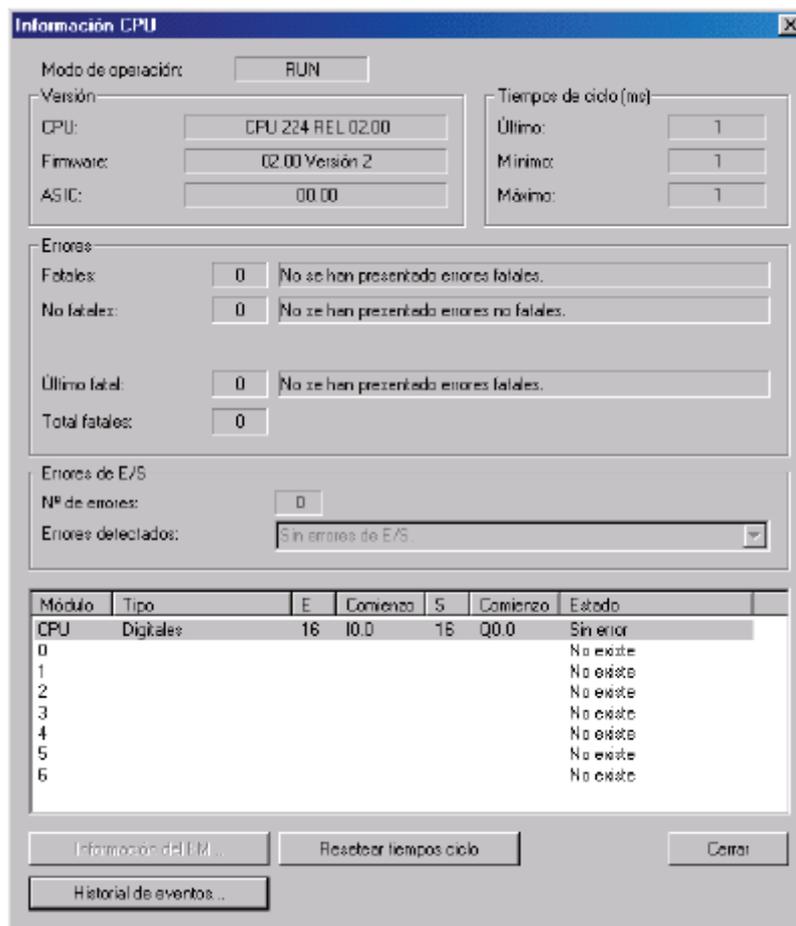


Figura 2.30: Cuadro de diálogo información de la CPU

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.4.7.1 Errores no fatales

Los errores no fatales indican problemas relativos a la estructura del programa de usuario, la ejecución de una operación en el programa de usuario o los módulos de ampliación, STEP 7-Micro/WIN permite visualizar los códigos generados por los errores no fatales. Hay tres categorías básicas de errores no fatales.

Errores de compilación del programa

Al cargar un programa en el S7-200, éste lo compila. Si el S7-200 detecta una violación de las reglas de compilación, el proceso de carga se

suspenderá, generándose entonces un código de error. (Si ya se ha cargado un programa en el S7-200, seguirá existiendo en la EEPROM, por lo que no se perderá). Una vez corregido el programa, se podrá cargar de nuevo contiene una lista de violaciones de las reglas de compilación.

Errores de E/S

Al arrancar, el S7-200 lee la configuración de E/S de todos los módulos. Durante el funcionamiento normal, el S7-200 comprueba periódicamente el estado de todos los módulos y lo compara con la configuración obtenida durante el arranque. Si el S7-200 detecta una diferencia, activará el bit de error de configuración en el registro de errores del módulo. El S7-200 no lee datos de las entradas ni escribe datos en las salidas de ese módulo hasta que la configuración concuerde de nuevo con la obtenida durante el arranque.

La información de estado del módulo se guarda en marcas especiales (SM). El programa puede supervisar y evaluar estas marcas.

Errores de programación en el tiempo de ejecución

El programa puede crear condiciones de error mientras se está ejecutando. Estos errores pueden ocurrir debido al uso incorrecto de una operación, o bien si una operación procesa datos no válidos. Por ejemplo, un puntero de direccionamiento indirecto que era válido cuando se compiló el programa puede haber cambiado durante la ejecución del programa, señalando entonces a una dirección fuera de área. Este es un ejemplo de un error de programación en el tiempo de ejecución. La marca especial SM4.3 se activa al ocurrir este error y permanece activada mientras que el S7-200 se encuentre en modo RUN.

El S7-200 no cambia a modo STOP cuando detecta un error no fatal. Tan sólo deposita el evento en la marca especial en cuestión y continúa ejecutando el programa. No obstante, es posible programar que el S7-200 cambie a modo STOP cuando se detecte un error no fatal. El siguiente

programa de ejemplo muestra un segmento de un programa que supervisa las dos marcas globales de errores no fatales, cambiando el S7-200 a STOP cuando se active una de esas marcas.

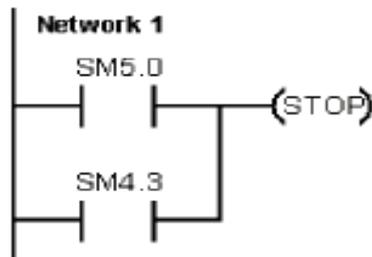


Figura 2.31: Condición de error no fatal
Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.4.7.2 Errores fatales

Cuando ocurre un error fatal, el S7-200 detiene la ejecución del programa. Según la gravedad del error, es posible que el S7-200 no pueda ejecutar todas las funciones, o incluso ninguna de ellas. El objetivo del tratamiento de errores fatales es conducir al S7-200 a un estado seguro, en el que se puedan analizar y eliminar las condiciones que hayan causado el error. Cuando se detecta un error fatal, el S7-200 cambia a modo STOP, enciende los LEDs "SF/DIAG" (rojo) y "STOP", omite la tabla de salidas y desactiva las salidas. El S7-200 permanece en ese estado hasta que se haya eliminado la causa del error fatal.

Tras remediar las condiciones que causaron el error fatal, re-arranque el S7-200 utilizando uno de los métodos siguientes:

- Desconecte la alimentación y vuelva a conectarla luego.
- Cambie el selector de modo de RUN o TERM a STOP.
- Elija el comando de menú CPU > Reset al arrancar en STEP 7-Micro/WIN para re-arrancar el S7-200. Ello obliga al S7-200 a efectuar un re-arranque y borrar todos los errores fatales.

Al rearrancar el S7-200 se borra la condición de error fatal y se ejecuta un diagnóstico de arranque para verificar si se ha corregido el error. En caso de detectarse otro error fatal, el S7-200 enciende de nuevo el LED de fallo. De lo contrario, el S7-200 comienza a funcionar con normalidad.

Algunas condiciones de error incapacitan al S7-200 para la comunicación. Estos errores indican fallos de hardware, por lo que es necesario reparar el S7-200. No se pueden solucionar modificando el programa ni borrando la memoria del S7-200.

2.5 Software Labview

LabVIEW es un entorno de programación gráfica usado por miles de ingenieros e investigadores para desarrollar sistemas sofisticados de medida, pruebas y control usando íconos gráficos e intuitivos y cables que parecen un diagrama de flujo. Ofrece una integración incomparable con miles de dispositivos de hardware y brinda cientos de bibliotecas integradas para análisis avanzado y visualización de datos, todo para crear instrumentación virtual.

2.5.1 Características

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. Al tener ya pre-diseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final. Cada VI consta de dos partes diferenciadas:

Panel Frontal: El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, se utiliza para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán

observar los datos del programa actualizados en tiempo real (como van fluyendo los datos, un ejemplo sería una calculadora, donde se pone las entradas, y arroja el resultado en la salida).

Diagrama de Bloques: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa. Suele haber una tercera parte ícono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.

En el panel frontal, se encuentran los tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles y indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuarán con la terminal del VI.

2.5.2 Aplicación

Es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas como:

- Adquisición de datos y análisis matemático
- Comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante
- Automatización industrial y programación de PACs (Controlador de Automatización Programable)
- Diseño de controladores: simulación, prototipaje rápido, hardware en el ciclo (HIL) y validación
- Diseño embebido de micros y chips
- Control y supervisión de procesos
- Visión artificial y control de movimiento
- Robótica
- Domótica y redes de sensores inalámbricos

2.6 Red

“Es un conjunto de operaciones centralizadas o distribuidas, con el fin de compartir recursos "hardware y software", es así un sistema de transmisión de datos que permite el intercambio de información entre ordenadores”⁹.

Una red en general son dispositivos interconectados físicamente (ya sea vía alámbrica o vía inalámbrica) que comparten recursos y que se comunican través de reglas (protocolos) de comunicación.

2.6.1 Parámetros

Toda red debe estar conformada por los siguientes parámetros:

- Topología: arreglo físico en el cual el dispositivo de red se conecta al medio.
- Medio físico: cable físico (o frecuencia del espectro electromagnético) para interconectar los dispositivos a la red.
- Protocolo de acceso al medio: Reglas que determinan como los dispositivos se identifican entre sí y como accedan al medio de comunicación para enviar y recibir la información.

2.6.2 Topología de una red

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. “La topología en una red es la configuración adoptada por las estaciones de trabajo para conectarse entre sí”¹⁰.

⁹ <http://www.angelfire.com/alt/arashi/red.htm>

¹⁰ <http://www.monografias.com/trabajos15/topologias-neural/topologias-neural.shtml>

2.6.2.1 Tipos de topologías¹¹

Bus: Esta topología permite que todas las estaciones reciban la información que se transmite, una estación transmite y todas las restantes escuchan. Consiste en un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red, todos los nodos de la red están unidos a este cable.

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

Anillo: Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

Estrella: Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador, este realiza todas las funciones de la red, además actúa como amplificador de los datos. La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

¹¹ <http://www.monografias.com/trabajos15/topologias-neural/topologias-neural.shtml>

Híbridas: El bus lineal, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.

Anillo en Estrella: Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.

"Bus" en Estrella: El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un "bus" que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

Estrella Jerárquica: Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica.

Árbol: Esta estructura se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

Trama: Esta estructura de red es típica de las WAN, pero también se puede utilizar en algunas aplicaciones de redes locales (LAN). Las estaciones de trabajo están conectadas cada una con todas las demás.

2.6.3 Medio Físico

Aquí se encuentran los cables que conectan a cada uno de los dispositivos entre los más utilizados se encuentran RS-232, RS-485, RS-422 entre otros.

“RS-232 es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos)”¹² y un DCE (Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

¹² <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-232>

Construcción física

La interfaz RS-232 está diseñada para distancias cortas, de hasta 15 metros según la norma y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 Kilobits/segundo. A pesar de ello, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, half duplex o full duplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección. En un canal half duplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full duplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente. Las líneas de handshaking de la RS-232 se usan para resolver los problemas asociados con este modo de operación, tal como en qué dirección los datos deben viajar en un instante determinado.



Figura 2.32: RS-232

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-232>

RS-485

“Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión”¹³. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32

¹³ <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485>

receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilizaciones

Aplicaciones

- SCSI -2 y SCSI-3 usan esta especificación para ejecutar la capa física.
- RS-485 se usa con frecuencia en las UARTs para comunicaciones de datos de poca velocidad en las cabinas de los aviones. Por ejemplo, algunas unidades de control del pasajero lo utilizan. Requiere el cableado mínimo, y puede compartir el cableado entre varios asientos. Por lo tanto reduce el peso del sistema.
- RS-485 se utiliza en sistemas grandes de sonido, como los conciertos de música y las producciones de teatro, se usa software especial para controlar remotamente el equipo de sonido de una computadora, es utilizado más generalmente para los micrófonos.
- RS-485 también se utiliza en la automatización de los edificios pues el cableado simple del bus y la longitud de cable es larga por lo que son ideales para ensamblar los dispositivos que se encuentran alejados.

2.6.4 Protocolos

“Un protocolo es un conjunto de reglas de comunicaciones entre dispositivos (computadoras, teléfonos, enrutadores, switches, PLC’s, etc). Los protocolos gobiernan el formato, sincronización, secuencia y control de errores. Sin estas reglas, los dispositivos no podrían detectar la llegada de bits”¹⁴.

Pero los protocolos van más allá que sólo una comunicación básica. Suponiendo que desean enviar un mensaje de un PLC a otro. Podría enviar todo el archivo de una sola vez. Desafortunadamente, quien podría detener a los otros usuarios que están usando la red, durante el tiempo que toma enviar dicho archivo. Adicionalmente, si

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/protocolo>

un error ocurre durante la transmisión, todo el archivo tendría que enviarse de nuevo. Para resolver estos problemas, el archivo es partido en piezas pequeñas llamados "paquetes" agrupados de cierta manera. Esto significa que cierta información debe ser agregada al paquete para decirle al receptor donde pertenece cada grupo en relación con los otros, pero éste es un asunto menor. Para mejorar la confiabilidad de la información, información de sincronización y corrección deberá ser agregada al famoso paquete. A la información útil (es decir el mensaje), junto con la información adicional se le conoce como protocolo.

Debido a su complejidad, la comunicación entre dispositivos es separada en pasos. Cada paso tiene sus propias reglas de operación y, consecuentemente, su propio protocolo. Esos pasos deben de ejecutarse en un cierto orden, de arriba hacia abajo en la transmisión y de abajo hacia arriba en la recepción. Debido al arreglo jerárquico de los protocolos, el término "pila de protocolos" (protocol Stack) es comúnmente usado para describir esos pasos. Una pila de protocolos, por lo tanto, es un conjunto de reglas de comunicación, y cada paso en la secuencias tiene su propio subconjunto de reglas.

Los protocolos de comunicación más usados en la industria son los siguientes:

“Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo”¹⁵.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4 - 20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos

¹⁵ <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART
- Profibus
- Fieldbus Foundation

HART

“El protocolo HART (High way-Addressable- Remote-Transducer) agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forma una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4 - 20 mA”¹⁶.

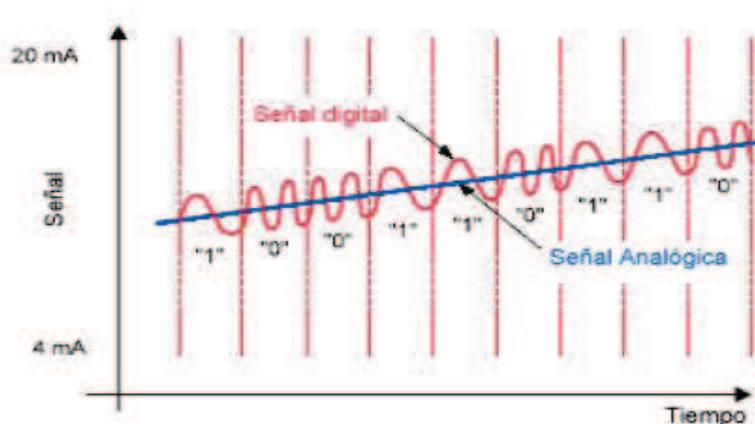


Figura 2.33 Protocolo HART

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

¹⁶ <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

Como la señal promedio de un onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4 - 20 mA, lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso.

PROFIBUS

(Process Field Bus) Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos normalizada en Europa por EN 50170.

Existen tres perfiles:

- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCs) o terminales.
- Profibus PA (Process Automation). Para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 1 15 8 - 2, seguridad intrínseca).
- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización.

FIELDBUS

Foundation Fieldbus (FF) es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización. Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

Otros protocolos ampliamente usados aunque de menor alcance son:

- Modbus
- DeviceNet

MODBUS

Modbus es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso, es un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales, permitiendo el control de una red de dispositivos. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

1. Es público
2. Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
3. Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

La Interfaces de Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485.

Existen dos variantes, con diferentes representaciones numéricas de los datos y detalles del protocolo ligeramente desiguales. Modbus RTU es una representación binaria compacta de los datos. Modbus ASCII es una representación legible del protocolo pero menos eficiente. Ambas implementaciones del protocolo son serie. El formato RTU finaliza la trama con una suma de control de redundancia cíclica (CRC), que es un tipo de función que recibe un flujo de datos de cualquier longitud como entrada y devuelve un valor de longitud fija como salida, mientras que el formato ASCII utiliza una suma de control de redundancia longitudinal (LRC) que es detección y corrección de errores y se aplica independientemente de cada transmisión. Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única, cualquier dispositivo puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero sólo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast", que es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una

multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

DEVICENET

Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc y dispositivos de alto nivel (PLC, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, cuyos datos serán desplegados en la interfaz del usuario.

2.6.5 Características

Una red debe contar con los siguientes aspectos:

- Un medio de comunicación donde transfiera información, existen los medios alámbricos e inalámbricos
- Un recurso que compartir Discos, impresoras, archivos, scanners, CD-ROMs, PLC
- Un lenguaje o reglas para comunicarse, existen los protocolos de red: Ethernet, TCP/IP, X.25, IPX, PPI, MPI. MODBUS, PROFIBUS.

2.7 Comunicación en red

2.7.1 Principios básicos de comunicación

Seleccionar la interfaz de comunicación en la red

El S7-200 soporta numerosos tipos de redes de comunicación. La red se selecciona en el cuadro de diálogo “Ajustar interface PG/PC”. Una red seleccionada se

denomina una interfaz. A continuación se indican los diferentes tipos de interfaces disponibles para acceder a las redes de comunicación:

- Cables multimaestro PPI
- Procesadores de comunicaciones
- Tarjetas de comunicación Ethernet

Para seleccionar la interfaz de comunicación de STEP 7-Micro/WIN, siga los pasos indicados a continuación.

1. Haga doble clic en el icono en la ventana “Configurar la comunicación”.
2. Seleccione el parámetro de la interfaz para STEP 7--Micro/WIN.

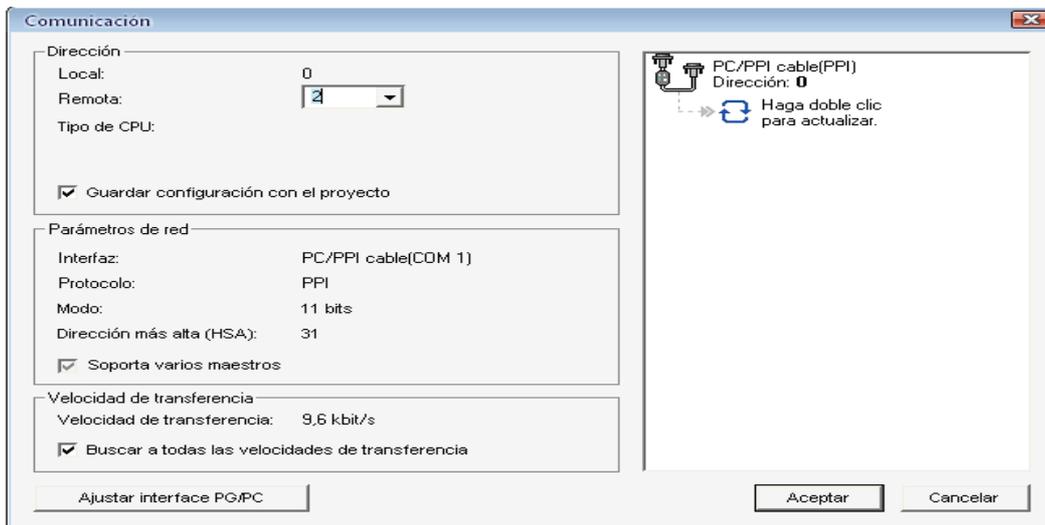


Figura 2.34: Configurar comunicación

Fuente: STEP 7-Micro/WIN

Cables multimaestro PPI

El S7--200 soporta la comunicación a través de dos tipos diferentes de cables multimaestro PPI. Estos tipos de cable permiten la comunicación vía una interfaz RS--232, o bien USB.

Como muestra la figura 2.35, es muy fácil seleccionar el tipo de cable multimaestro PPI. Proceda de la manera siguiente:

1. Haga clic en el botón “Propiedades...” del cuadro de diálogo “Ajustar interface PG/PC”.
2. En el cuadro de diálogo “Propiedades”, haga clic en la ficha “Conexión local”.
3. Seleccione el puerto USB o COM deseado.

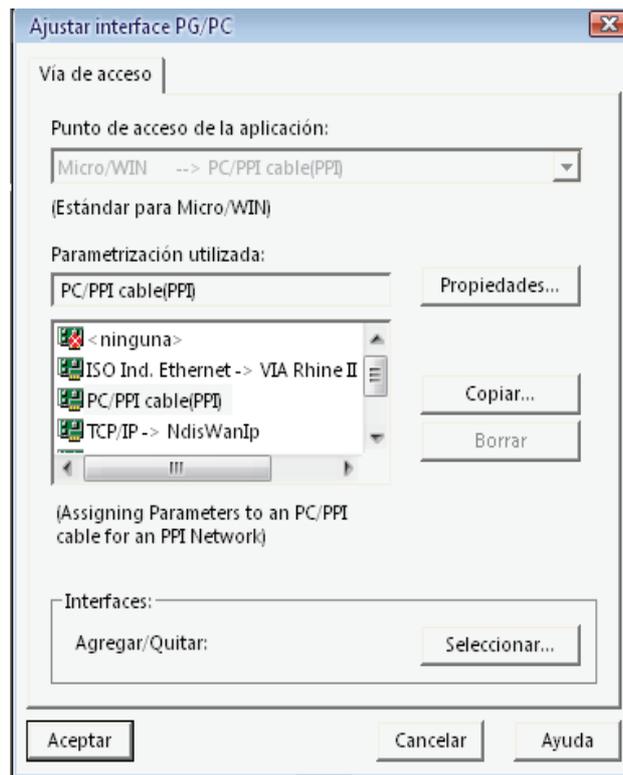


Figura 2.35 Ajuste de interface

Fuente: STEP 7-Micro/WIN

2.7.1.1 Ajustar la velocidad de transferencia y la dirección de estación de STEP 7-Micro/WIN

Es preciso configurar la velocidad de transferencia y la dirección de estación de STEP 7-Micro/WIN. “La velocidad de transferencia debe

ser igual a la de los demás equipos que conforman la red, en tanto que la dirección de estación deberá ser unívoca”¹⁷.

Por lo general no es necesario cambiar la dirección de estación (0) de STEP 7-Micro/WIN.

Si la red incluye un paquete de programación diferente puede resultar necesario cambiar la dirección de estación de STEP 7-Micro/WIN.

Como muestra la figura 2.36, es muy fácil configurar la velocidad de transferencia y la dirección de estación de STEP 7-Micro/WIN. Tras hacer clic en el icono “Comunicación” en la barra de navegación, siga los pasos siguientes:

1. Haga doble clic en el icono en la ventana “Configurar la comunicación”.
2. Haga clic en el botón “Propiedades...” del cuadro de diálogo “Ajustar interface PG/PC”.
3. Seleccione la dirección de estación de STEP 7--Micro/WIN.
4. Seleccione la velocidad de transferencia de STEP 7--Micro/WIN.

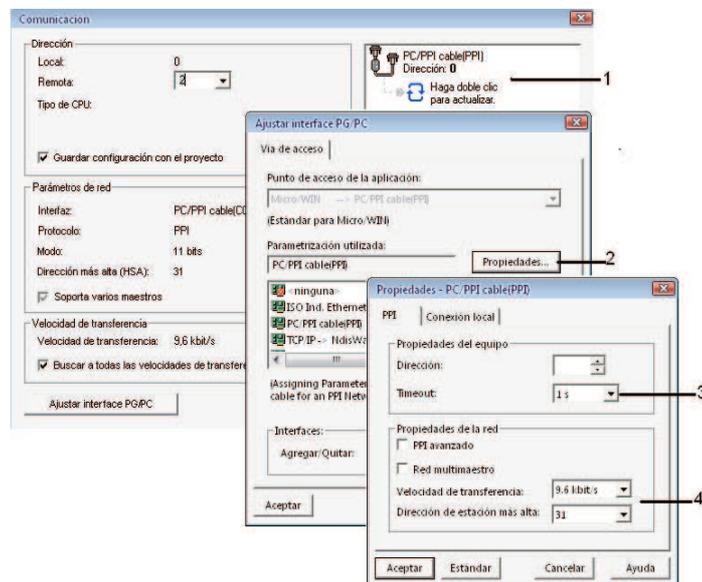


Figura 2.36: Ajuste de velocidad y dirección
Fuente: STEP 7-Micro/WIN

¹⁷ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

2.7.1.2 Buscar CPUs S7--200 en una red

Es posible buscar e identificar las CPUs S7--200 conectadas a la red. La búsqueda de CPUs S7--200 en la red se puede efectuar a una velocidad de transferencia determinada, o bien a todas las velocidades de transferencia.

Los cables multimaestro PPI son los únicos que permiten buscar a todas las velocidades de transferencia. Esta función no está disponible si la comunicación se efectúa vía un procesador de comunicaciones. La búsqueda comienza a la velocidad de transferencia seleccionada actualmente.

1. Abra el cuadro de diálogo “Configurar la comunicación” y haga doble clic en el icono “Actualizar” para iniciar la búsqueda.
2. Si desea buscar a todas las velocidades de transferencia, active la casilla de verificación “Buscar a todas las velocidades de transferencia”.

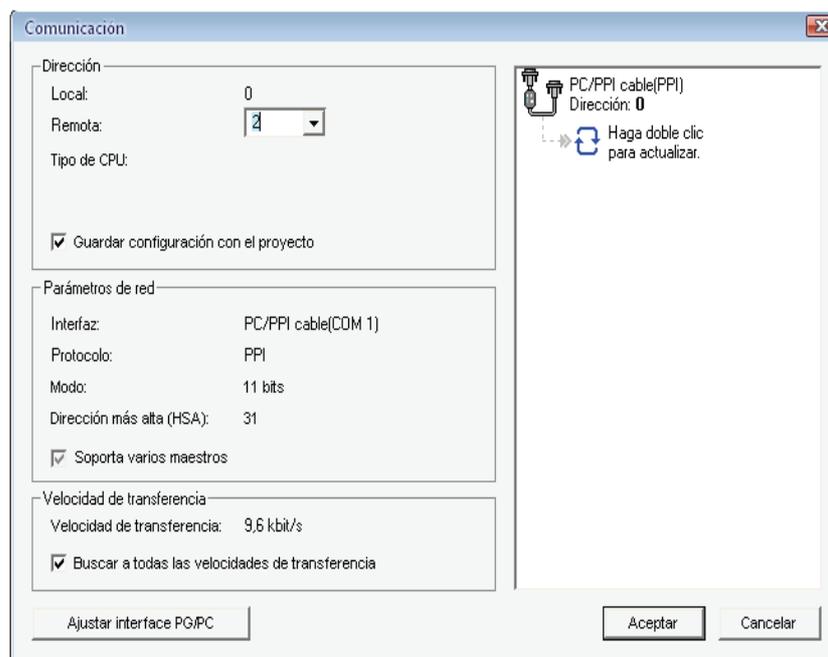


Figura 2.37: Buscar comunicación
Fuente: STEP 7-Mircro/WIN

2.7.2 Interface de comunicación en la red

A continuación se indican los protocolos soportados por las CPUs S7--200.

- Interfaz punto a punto (PPI)
- Interfaz multipunto (MPI)
- PROFIBUS

Basándose en la intercomunicación de sistemas abiertos (OSI) de la arquitectura de siete capas, estos protocolos se implementan en una red “token ring” (red de anillo con testigo) conforme al estándar PROFIBUS, definido en la Norma Europea EN 50170. Se trata de protocolos asíncronos de caracteres que utilizan un bit de inicio, ocho bits de datos, un bit de paridad par y un bit de parada. “Los bloques de comunicación dependen de los caracteres especiales de inicio y de parada, de las direcciones de estación de fuente y de destino, de la longitud de los bloques y de la suma de verificación para garantizar la integridad de los datos”¹⁸. Los protocolos se pueden utilizar simultáneamente en una red sin que interfieran entre sí, con la condición de que usen una misma velocidad de transferencia.

2.7.2.1 Protocolo PPI

PPI es un protocolo maestro esclavo. Los maestros envían peticiones a los esclavos y éstos responden

Los esclavos no inician mensajes, sino que esperan a que un maestro les envíe una petición o solicite una respuesta.

Los maestros se comunican con los esclavos vía un enlace compartido que es gestionado por el protocolo PPI. El protocolo PPI no limita el número de maestros que se pueden comunicar con un mismo esclavo Sin embargo la red no puede comprender más de 32 maestros.

¹⁸ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Estando en modo RUN, algunas CPUs S7--200 pueden actuar de estaciones maestras en la red si está habilitado el modo maestro PPI en el programa de usuario.

Una vez habilitado el modo maestro PPI, las operaciones Leer de la red (NETR) y Escribir en la red (NETW) se podrán utilizar para leer de o escribir en otros equipos S7--200. Mientras actúa de maestro PPI, el S7--200 sigue respondiendo en calidad de esclavo a las peticiones de otros maestros.

El protocolo PPI Avanzado permite establecer un enlace lógico entre los aparatos. En este caso, cada aparato soporta una cantidad de enlaces limitado. En la tabla se indica la cantidad de enlaces que soporta el S7-- 200.

Todas las CPUs S7--200 soportan los protocolos PPI y PPI Avanzado. En cambio, el módulo EM 277 soporta únicamente el protocolo PPI Avanzado.

Tabla 2.7: Parámetro de soporte

Módulo		Velocidad de transferencia	Conectores
S7-200	Puerto 0	9.6 Kbits ó 187.5 Kbits	4
	Puerto 1	9.6 Kbits, 19.2 Kbits ó 187.5 kbits	4

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.7.2.2 Protocolo MPI (Interfaz de paso de mensajes)

El protocolo MPI soporta la comunicación maestro-maestro y maestro esclavo.

Para comunicarse con una CPU S7-200, STEP 7-Micro/WIN establece un enlace maestro esclavo. El protocolo MPI no sirve para comunicarse con una CPU S7-200 que actúe de maestra.

Los aparatos de la red se comunican a través de enlaces separados (gestionados por el protocolo MPI) entre dos aparatos cualesquiera. La comunicación entre los aparatos se limita la cantidad de enlaces que soportan la CPU S7-200 o el módulo EM 277.

En el caso del protocolo MPI, los sistemas de automatización S7-300 y S7-400 utilizan las operaciones XGET y XPUT para leer y escribir datos en la CPU S7-200.

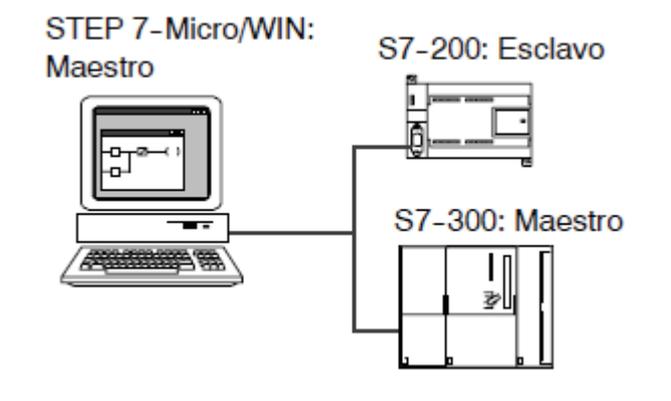


Figura 2.38: Red MPI

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.7.2.3 Protocolo PROFIBUS

El protocolo PROFIBUS se ha diseñado para la comunicación rápida con unidades periféricas descentralizadas (E/S remotas). Hay numerosos aparatos PROFIBUS ofrecidos por diversos fabricantes. Estos aparatos abarcan desde módulos sencillos de entradas o salidas hasta controladores de motores y sistemas de automatización (autómatas programables).

Continuamente, el maestro escribe los datos de salida en los esclavos y lee de allí los datos de entrada.

Una vez que un maestro DP haya configurado correctamente a un esclavo, éste último le pertenecerá. Si hay otro maestro en la red, tiene tan sólo un acceso muy limitado a los esclavos del primer maestro.

2.7.2.4 Protocolo TCP/IP

El S7-200 soporta la comunicación Ethernet TCP/IP vía un módulo de ampliación Ethernet (CP 243--1) o Internet (CP 243--1 IT). La tabla 2.8 muestra las velocidades de transferencia y la cantidad de enlaces que soportan estos módulos.

Tabla 2.8: Protocolo TCP/IP

Módulo	Velocidad de transferencia	Conectores
Módulo Ethernet (CP 243-1)	10 a 100 Mbits/s	8 enlaces de carácter general
Módulo Internet (CP 243-1 IT)		1 enlace STEP 7-Micro/WIN

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.7.3 Configuración de la red

2.7.3.1 Reglas generales

- Instale dispositivos de supresión de sobretensiones apropiados en el cableado susceptible de recibir sobretensiones causadas por rayos.
- Evite colocar los conductores de señalización y los cables de comunicación en una misma canalización junto con los cables AC y los cables DC de alta tensión y de conmutación rápida.
- El cableado deberá efectuarse por pares, con el cable de neutro o común combinado con el cable de fase o de señal.

- El puerto de comunicación del S7-200 no está aislado. Es recomendable utilizar un repetidor RS-485 o un módulo EM 277 para garantizar el aislamiento de la red.

2.7.3.2 Repetidores de la red

Los repetidores RS-485 sirven para polarizar y cerrar el segmento de red en cuestión.

Se pueden utilizar para los fines siguientes:

- Aumentar la longitud de una red: Agregando un repetidor a la red, es posible ampliarla en 50 metros adicionales. Si conecta repetidores sin nodos entre ellos, es posible ampliar la red hasta la longitud máxima del cable permitida para la velocidad de transferencia en cuestión. En una red pueden utilizarse como máximo 9 repetidores en serie, pero la longitud total de la red no puede exceder 9600 metros.
- Agregar aparatos a una red: Cada segmento puede comprender como máximo 32 aparatos conectados hasta 50 m a 9600 bit/s. Utilizando un repetidor es posible agregar un segmento adicional (32 aparatos) a la red.
- Aislar eléctricamente diferentes segmentos de la red: El aislamiento de la red mejora la calidad de la transmisión, separando los segmentos que puedan tener diferentes potenciales de puesta a tierra.
- Un repetidor de la red cuenta como uno de los nodos de un segmento, aunque no tiene asignada una dirección de estación.



Figura 2.39: Ejemplo de una red

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.7.3.3 Cable de la red

Las redes S7-200 utilizan el estándar RS-485 con cables de par trenzado. En la tabla 2.9 figuran los datos técnicos del cable de red. Un segmento puede incorporar 32 aparatos como máximo.

Tabla 2.9: Datos técnicos del cable de red

Datos técnicos	Descripción
Tipo de cable	Apantallado con par trenzado
Resistencia de bucle	$\leq 115\Omega/\text{km}$
Capacidad efectiva	30 pF/m
Impedancia nominal	Aprox 135 Ω a 160 Ω (frecuencia=3MHz a 20 MHz)
Atenuación	0.9dB/100 m
Sección del alma del cable	0.3 mm ² a 0.5 mm ²
Diámetro del cable	8mm \pm 0.5mm

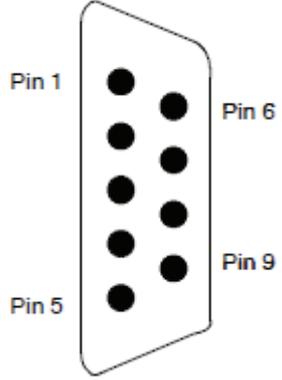
Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.7.3.3.1 Asignación de pines

Los puertos de comunicación de las CPUs S7-200 son compatibles con el estándar RS-485 vía un conector D subminiatura de 9 pines, conforme al estándar PROFIBUS definido en la norma europea EN 50170. La tabla 2.10 muestra el conector que ofrece el enlace físico para el puerto de comunicación, indicándose también las asignaciones de pines de los puertos de comunicación.

Tabla 2.10: Asignación de pines

Enchufe	N° de pines	Serial Profibus	Puerto0/Puerto1
	1	Blindaje	Tierra
	2	24 V Hilo retorno	Hilo lógico
	3	Serial b RS-485	Serial B RS-485
	4	Petición de transmitir	RTS(TTL)
	5	5 V Hilo de retorno	Hilo Lógico
	6	+5 V	+5V, 100Ω resistor en serie
	7	+24V	+24V
	8	Serial A RS-485	Serial A RS-485
	9	No aplicable	Selección protocolo de 10 bits (entrada)
	Carcasa de enchufe	Blindaje	Tierra

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.7.3.3.2 Polarizar y cerrar el cable de red

Siemens ofrece dos tipos de conectores de bus que permiten conectar fácilmente varios aparatos a una red, a saber: un conector de bus estándar (en la tabla 2.10 figura la asignación de pines) y un conector que incorpora un puerto de programación, permitiendo conectar un PC/PG o un dispositivo HMI (interfaz hombre-máquina) a la red, sin perturbar ningún enlace existente. El conector con puerto de programación transmite todas las señales del S7-200 (incluyendo los pines de potencia) a través del puerto de programación, siendo especialmente apropiado para conectar equipos alimentados por el S7-200.

Ambos conectores poseen dos juegos de tornillos para fijar los cables de entrada y salida. Asimismo, disponen de interruptores para polarizar y cerrar la red de forma selectiva.

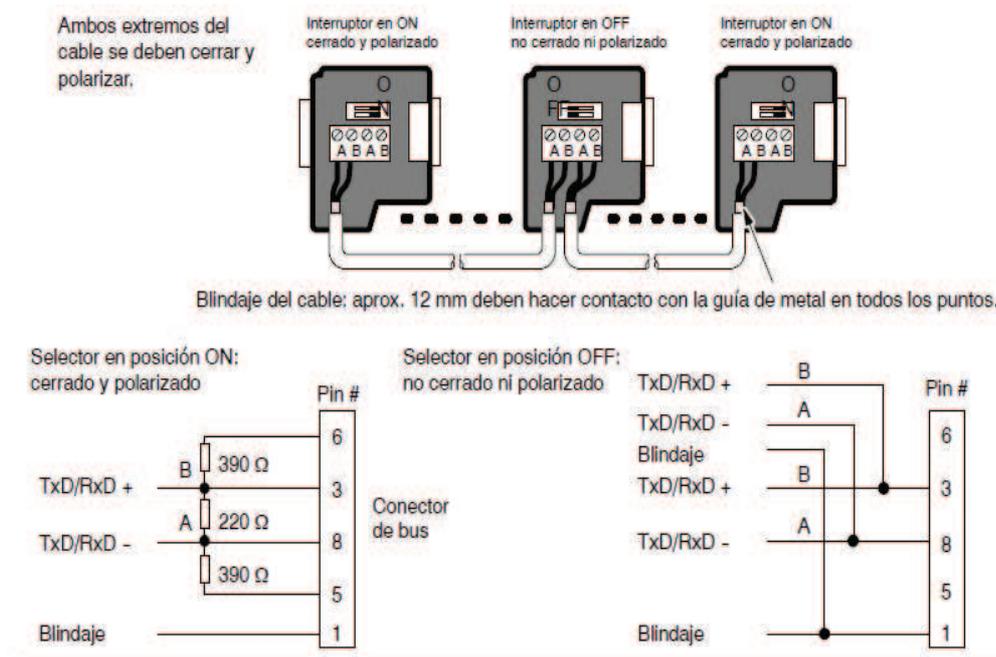


Figura 2.40: Polarizar y cerrar el cable de la red

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

2.7.3.4.3 Seleccionar un cable multimaestro PPI o un CP para la red

Como se muestra la tabla 2.11, STEP 7-Micro/WIN soporta los cables multimaestro RS-232/PPI y USB/PPI, así como varios procesadores de comunicaciones (CPs) que permiten que el PC o la PG actúe de maestro en la red.

A velocidades de transferencia de hasta 187,5 kbit/s, los cables multimaestro PPI ofrecen el enlace más sencillo y económico entre STEP 7-Micro/WIN y una CPU S7-200 o una red S7-200. Hay dos tipos de cables multimaestro PPI disponibles. Ambos se pueden utilizar para enlaces locales entre STEP 7-Micro/WIN y una red S7-200.

El cable multimaestro USB/PPI es un dispositivo “plug and play” utilizable con PCs que soporten la versión USB 1.1. Proporciona aislamiento eléctrico entre el PC y la red S7-200, soportando la comunicación PPI a velocidades de transferencia de hasta 187,5 kbit/s. No es necesario ajustar interruptores DIP.

Basta con que conecte el cable, seleccione el cable PC/PPI como interfaz, active el protocolo PPI y ajuste el puerto USB en la ficha "Conexión PC". Sólo un cable multimaestro USB/PPI puede estar conectado al PC para utilizarlo con STEP 7-Micro/WIN.

El cable multimaestro RS-232/PPI dispone de ocho interruptores DIP. Dos de ellos se utilizan para configurar el cable para el funcionamiento con STEP 7-Micro/WIN.

- Si conecta el cable al PC, seleccione el modo PPI (interruptor 5 = 1) y el modo local (interruptor 6 = 0).
- Si conecta el cable a un módem, seleccione el modo PPI (interruptor 5 = 1) y el modo remoto (interruptor 6 = 1).
- El cable proporciona aislamiento eléctrico entre el PC y la red S7-200. En la ficha "Conexión PC", elija el cable PC/PPI como interfaz y seleccione el puerto RS-232 que desea utilizar. En la ficha "PPI", seleccione la dirección de estación y la velocidad de transferencia de la red. No es necesario que seleccione nada más, puesto que el cable multimaestro RS-232/PPI selecciona automáticamente el protocolo.
- Los cables multimaestro USB/PPI y RS-232/PPI tienen LEDs que indican las actividades de comunicación tanto del PC como de la red.
- El LED Tx indica que el cable está transmitiendo datos al PC.
- El LED Rx indica que el cable está recibiendo datos del PC.
- El LED PPI indica que el cable está transmitiendo datos a la red. Puesto que los cables multimaestro pueden tener el "token" en su poder, el LED PPI se enciende continuamente una vez que STEP 7-Micro/WIN haya inicializado la comunicación. El LED PPI se apaga cuando se finalice la conexión con STEP 7-Micro/WIN. El LED PPI parpadea a una frecuencia de 1 Hz cuando esté esperando ingresar a la red.
- Los procesadores de comunicaciones (CPs) contienen componentes de hardware especiales para asistir al PC o a la PG en la gestión de la red

multimaestro, soportando diferentes protocolos y diversas velocidades de transferencia.

- Todos los procesadores de comunicaciones (CPs) incorporan un puerto RS-485 para la conexión a la red. El CP 5511 PCMCIA dispone de un adaptador que incorpora el conector D subminiatura de 9 pines. Uno de los extremos del cable se conecta al puerto RS-485 del CP y el otro, al conector del puerto de programación de la red.
- Si se utiliza un CP para la comunicación PPI, STEP 7-Micro/WIN no soporta la ejecución simultánea de dos aplicaciones diferentes en un mismo CP. Es preciso cerrar la otra aplicación antes de conectar STEP 7-Micro/WIN a la red a través del CP. Si utiliza la comunicación MPI o PROFIBUS, varias aplicaciones de STEP 7-Micro/WIN pueden comunicarse simultáneamente a través de la red.

Tabla 2.11: Protocolo de soporte

Configuración	Velocidad de transferencia	Protocolo
Cable multimaestro RS-232/PPI conectada a un puerto de la programadora	9.6 Kbit/s a 187 kbit/s	PPI
PC adapter USB, V1.1 o posterior	9.6 Kbit/s a 187 bit/s	PPI, MPI PROFIBUS
CP 5512 tipo II tarjeta PCMCIA para un portátil	9.6 kbit/s a 12 Mbit/s	PPI, MPI PROFIBUS
CP 5611 (versión 3 o superior) Tarjeta PCI	9.6 kbit/s a 12 Mbit/s	PPI, MPI PROFIBUS
CP 1613 S7-1613 Tarjeta CPI	10 o 100 Mbit/s	TCP/IP
CP 1612, SoftNet-S7 Tarjeta CPI	10 o 100 Mbit/s	TCP/IP
CP 1512, softNet-S7 Tarjeta CPMCIA (para un portátil)	10 o 100 Mbit/s	TCP/IP

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.7.3.4. Dispositivos HMI en la red

“El S7--200 soporta numerosos tipos de dispositivos HMI (interfaces hombre-máquina) y de otros fabricantes. En algunos de ellos no es posible seleccionar el protocolo de comunicación a utilizar por el dispositivo, en tanto que otros sí lo permiten”¹⁹.

- Si el dispositivo HMI permite seleccionar el protocolo de comunicación, tenga en cuenta las reglas siguientes:
- Si un dispositivo HMI está conectado al puerto de comunicación de la CPU S7-200 y la red no incorpora más dispositivos, seleccione el protocolo PPI o MPI.
- Si un dispositivo HMI está conectado a un módulo EM 277 PROFIBUS, seleccione el protocolo MPI o PROFIBUS.
- Si la red que incorpora el dispositivo HMI comprende sistemas de automatización S7-300 o S7--400, seleccione el protocolo MPI para el dispositivo HMI.
- Si la red que incorpora el dispositivo HMI es una red PROFIBUS, seleccione el protocolo PROFIBUS para el dispositivo HMI y elija un perfil coherente con los demás maestros de la red PROFIBUS.
- Si un dispositivo HMI está conectado al puerto de comunicación de una CPU S7-200 configurada como estación maestra, seleccione el protocolo PPI para el dispositivo HMI.
- El modo PPI Avanzado es el protocolo óptimo. Los protocolos MPI y PROFIBUS no soportan la CPU S7-200 como estación maestra.

2.7.3.5 Crear protocolos personalizados en modo Freeport

El modo Freeport permite controlar el puerto de la CPU S7-200 desde el programa de usuario.

¹⁹ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Con el modo Freeport se pueden implementar protocolos de comunicación definidos por el usuario para comunicarse con numerosos dispositivos inteligentes. El modo Freeport soporta los protocolos ASCII y binario.

“El modo Freeport se habilita utilizando las marcas especiales SMB30 (para el puerto 0) y SMB130 (para el puerto 1)”²⁰. El programa utiliza las siguientes operaciones e interrupciones para controlar el funcionamiento del puerto de comunicación:

- Operación Transmitir mensaje (XMT) e interrupción de transmisión: La operación Transmitir mensaje sirve para transmitir hasta 255 caracteres desde el puerto COM del S7-200.
- La interrupción de transmisión notifica al programa contenido en el S7-200 el fin de la transmisión.
- Interrupción de recepción de caracteres: Esta interrupción le indica al programa de usuario que se ha recibido un carácter en el puerto COM. El programa puede reaccionar a ese carácter, basándose en el protocolo a implementar.
- Operación Recibir mensaje (RCV): La operación Recibir mensaje obtiene el mensaje entero del puerto COM y genera luego una interrupción en el programa cuando el mensaje se ha recibido por completo. La memoria de marcas del S7-200 se utiliza para configurar la operación Recibir mensaje con objeto de iniciar y detener la recepción de mensajes, basándose en condiciones predefinidas. Esta operación le permite al programa iniciar o detener un mensaje, basándose en caracteres específicos o en intervalos de tiempo. La mayoría de los protocolos se pueden implementar con la operación Recibir mensaje.
- El modo Freeport sólo está activado cuando el S7-200 se encuentra en modo RUN. Si el S7-200 cambia a modo STOP, se detiene la

²⁰ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

comunicación Freeport y el puerto de comunicación retorna al protocolo PPI con los ajustes configurados en el bloque de sistema del S7-200.

2.7.3.6 Utilizar el cable multimaestro RS-232/PPI y el modo Freeport con dispositivos RS-232

El cable multimaestro RS-232/PPI y el modo Freeport se pueden utilizar para conectar las CPUs S7-200 a numerosos dispositivos compatibles con el estándar RS-232. Para que el cable pueda funcionar en modo Freeport, es preciso ajustar el modo PPI/Freeport (interruptor 5 = 0). El interruptor 6 selecciona bien sea el modo local (DCE) (interruptor 6 = 0), o bien el modo remoto (DTE) (interruptor 6 = 1).

“El cable multimaestro RS-232/PPI está en modo de transmisión cuando los datos se envían del puerto RS-232 al puerto RS-485. En cambio, se encuentra en modo de recepción al estar inactivo, o bien cuando los datos se transmiten del puerto RS-485 al RS-232. El cable cambia inmediatamente de modo de recepción a transmisión cuando detecta caracteres en el canal de transmisión del RS-232”²¹.

El cable multimaestro RS-232/PPI soporta velocidades de transferencia comprendidas entre 1200 bit/s y 115,2 kbit/s. Utilice los interruptores DIP dispuestos en la carcasa del cable multimaestro RS-232/PPI para configurar el cable a la velocidad de transferencia correcta.

La tabla 2.12 muestra las velocidades de transferencia y las posiciones de los interruptores DIP.

El cable cambia nuevamente a modo de recepción cuando el canal de transmisión del RS-232 está inactivo durante el tiempo de inversión del cable. Como muestra la tabla 2.12 la velocidad de transferencia seleccionada en el cable determina el tiempo de inversión.

²¹ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Si el cable multimaestro RS-232/PPI se utiliza en un sistema que use el modo Freeport, el programa del S7-200 debe considerar el tiempo de inversión en las situaciones siguientes:

- El S7-200 responde a los mensajes que envía el aparato RS-232. Tras recibir una petición del aparato RS-232, el S7-200 debe retardar la transmisión de un mensaje de respuesta por un período mayor o igual al tiempo de inversión del cable.
- El aparato RS-232 responde a los mensajes que envía el S7-200. Tras recibir una respuesta del aparato RS-232, el S7-200 debe retardar la transmisión de la siguiente petición por un período mayor o igual al tiempo de inversión del cable.

En ambos casos, el tiempo de retardo es suficiente para que el cable multimaestro RS-232/PPI pueda cambiar de modo de transmisión a modo de recepción, enviando entonces los datos del puerto RS-485 al RS-232

Tabla 2.12: Tiempo de inversión y ajustes

Velocidad de transferencia	Tiempo de inversión	Ajuste 1=arriba
115200	0.15ms	110
57600	0.3ms	111
38400	0.5ms	000
19200	1.0ms	001
9600	2.0ms	010
4800	4.0ms	011
2400	7.0ms	100
1200	14.0ms	101

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.7.4 Optimizar el rendimiento de la red

Los factores siguientes afectan el rendimiento de la red (la velocidad de transferencia y el número de maestros tienen el mayor impacto a este respecto):

- Velocidad de transferencia: El rendimiento óptimo de la red se logra utilizando la velocidad de transferencia máxima soportada por todos los aparatos.
- Número de maestros en la red: Si el número de maestros se reduce a un mínimo, aumenta también el rendimiento de la red. Cada maestro prolonga el tiempo de procesamiento de la red. Por tanto, el tiempo se acortará cuanto menor sea el número de maestros.
- Direcciones de los maestros y esclavos: Las direcciones de los maestros se deben elegir de forma secuencial, evitando huecos entre las mismas. Si hay un hueco (GAP) entre las direcciones de los maestros, éstos comprueban continuamente las direcciones del GAP para averiguar si hay otro maestro que desee ingresar a la red. Esta comprobación aumenta el tiempo de procesamiento de la red. Si no existe un hueco entre las direcciones de los maestros, la comprobación no se efectúa, por lo que se minimiza el tiempo de procesamiento. Las direcciones de los esclavos se pueden ajustar a cualquier valor sin que ello influya en el rendimiento de la red, a menos que los esclavos se encuentren entre los maestros. En este último caso aumentaría también el tiempo de procesamiento de la red, como si existieran huecos entre las direcciones de los maestros.
- Factor de actualización GAP: El factor de actualización GAP, utilizado sólo si una CPU S7-200 actúa de maestro PPI, le indica al S7-200 con qué frecuencia debe comprobar el hueco de direcciones para averiguar si hay otros maestros que deban ingresar a la red. El factor de actualización GAP se ajusta en STEP 7Micro/WIN cuando se configura el correspondiente puerto de la CPU. Ello permite configurar el S7-200 de manera que compruebe periódicamente si hay huecos entre las direcciones. Si se elige "1" como factor de actualización GAP, el S7-200 comprobará el hueco de direcciones cada vez que tenga el "token"

en su poder. Si se elige “2”, el S7-200 comprobará el hueco cada 2 veces que tenga el “token” en su poder. Si hay huecos entre las direcciones de los maestros, un factor de actualización GAP más elevado reducirá el tiempo de procesamiento en la red. Si no existen huecos, el factor de actualización GAP no tendrá efecto alguno en el rendimiento. Si se ajusta un factor de actualización GAP elevado pueden producirse grandes demoras cuando se deban incorporar nuevos maestros a la red, ya que las direcciones se comprueban con menor frecuencia. El ajuste estándar del factor de actualización GAP es “10”.

- Dirección de estación más alta (HSA): La HSA, utilizada sólo si una CPU S7-200 actúa de maestro PPI, es la dirección más alta donde un maestro debe buscar a otro. Esta dirección se ajusta en STEP 7Micro/WIN cuando se configura el correspondiente puerto de la CPU. Al ajustar la HSA se limita el hueco de direcciones que el último maestro (la dirección más alta) debe comprobar en la red. Limitando el tamaño del hueco de direcciones se reduce el tiempo necesario para buscar e incorporar en la red a un nuevo maestro. La dirección de estación más alta no tiene efecto en las direcciones de los esclavos: los maestros pueden comunicarse con esclavos cuyas direcciones sean superiores a la dirección de estación más alta. Por regla general, se ajusta en todos los maestros un mismo valor para la dirección de estación más alta. Esta dirección debería ser mayor o igual a la dirección más alta de los maestros. El valor estándar de la dirección de estación más alta es “31”.

2.7.5 Enlaces entre los aparatos de la red

Los aparatos de la red se comunican vía conexiones individuales, es decir, enlaces privados entre el maestro y los esclavos. Como muestra la figura 2.41, los protocolos de comunicación se diferencian en la manera de tratar las conexiones:

- El protocolo PPI utiliza un enlace compartido por todos los aparatos de la red.
- Los protocolos PPI Avanzado, MPI y PROFIBUS utilizan enlaces por separado entre dos aparatos cualquiera que se comuniquen entre sí.

Si se utilizan los protocolos PPI Avanzado, MPI o PROFIBUS, un segundo maestro no podrá interferir en un enlace que se haya establecido entre un maestro y un esclavo. Las CPUs S7-200 y los módulos EM 277 reservan siempre un enlace para STEP 7Micro/WIN y otro para los dispositivos HMI (interfaces hombre-máquina). Los demás maestros no pueden utilizar estos enlaces reservados. Gracias a ello, siempre es posible conectar al menos un PC o una PG y como mínimo un aparato HMI a la CPU S7-200 o al módulo EM 277, si el maestro utiliza un protocolo que soporte enlaces.

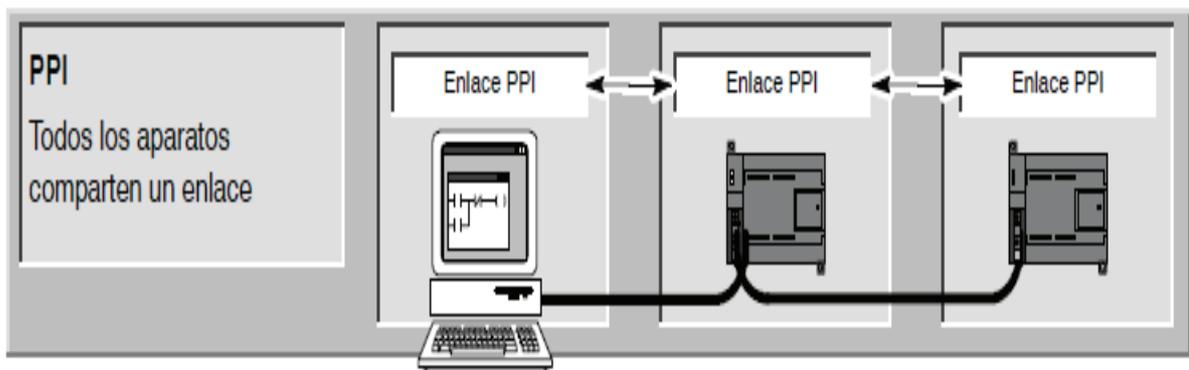


Figura 2.41: Enlace PPI

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Como muestra la tabla 2.13, la CPU S7-200 y el módulo EM 277 soportan un determinado número de enlaces. Cada puerto (tanto el puerto 0 como el puerto 1) de una CPU S7-200 asisten hasta cuatro enlaces por separado. (Por tanto, con una CPU S7-200 se pueden establecer ocho enlaces como máximo.) A ello se le suma el enlace PPI compartido. El módulo EM 277 soporta seis enlaces. Cada puerto reserva un enlace para una programadora y un enlace para un panel de operador (OP o TP). Los demás enlaces están disponibles para el uso general.

Tabla 2.13: Prestaciones de comunicación

Punto de conexión	Velocidad de transferencia	Conectores	Protocolo de STEP 7-Micro/WIN
S7-200 CPU Puerto 0 Puerto 1	9.6 Kbit/s, 19.2 Kbit/s 187.5 Kbit/s	4	PPI, PPI Avanzado, MPI, PROFIBUS
	9.6 Kbit/s, 19.2 Kbit/s 187.5 Kbit/s	4	PPI, PPI Avanzado, MPI, PROFIBUS
Modelo EM 277	9.6 Kbit/s a 12 Mbit/s	6 por módulo	PPI avanzado, MPI PROFIBUS

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8 Librería Modbus

2.8.1 Requisitos para utilizar la librería²².

Las operaciones del protocolo de maestros Modbus utilizan los siguientes recursos del S7-200:

- La inicialización del protocolo de esclavos Modbus utiliza el puerto de comunicación de la CPU específico para dicho protocolo.
- Si el puerto de la CPU se está utilizando para la comunicación vía el protocolo de maestros Modbus, no se podrá usar para ninguna otra función, incluyendo la comunicación con STEP 7--Micro/WIN. La operación MBUS_ CTRL asigna el puerto 0 al protocolo de maestros Modbus, o bien al protocolo PPI. La operación MBUS_ CTRL_P1 asigna el puerto 1 (de la librería del puerto 1) al protocolo de maestros Modbus, o bien al protocolo PPI.

²² Step 7 Micro/WIN/Ayuda

- Las operaciones del protocolo de esclavos Modbus afectan a todas las direcciones de marcas especiales (SM) asociadas a la comunicación Freeport por el puerto utilizado.
- Las operaciones del protocolo de maestros Modbus utilizan 3 subrutinas y 1 rutina de interrupción.
- Las operaciones del protocolo de maestros Modbus necesitan 1620 bytes de espacio en el programa para las dos operaciones Modbus y las rutinas de soporte.
- Las variables de las operaciones del protocolo de maestros Modbus necesitan un bloque de 284 bytes de la memoria V. El usuario asigna la dirección inicial de este bloque, que se reserva para las variables Modbus.
- Para poder soportar la librería del protocolo de maestros Modbus, la versión de firmware de la CPU S7-200 debe ser 2.00 o posterior (referencia de la CPU: 21x-2xx23-0XB0).
- La librería del protocolo de maestros Modbus utiliza interrupciones de usuario para algunas funciones. El programa de usuario no debe inhibir las interrupciones de usuario.

Las operaciones del protocolo de esclavos Modbus utilizan los siguientes recursos del S7-200:

- La inicialización del protocolo para esclavos Modbus utiliza el puerto 0 para la comunicación Modbus. Si el puerto 0 se está utilizando para la comunicación vía el protocolo de esclavos Modbus, no se podrá usar para ninguna otra función, incluyendo la comunicación con STEP 7-Micro/WIN. La operación MBUS_INIT asigna el puerto 0 al protocolo para esclavos Modbus, o bien al protocolo PPI.
- Las operaciones del protocolo para esclavos Modbus afectan a todas las direcciones de marcas especiales (SM) asociadas a la comunicación Freeport por el puerto 0.
- Las operaciones del protocolo para esclavos Modbus utilizan 3 subrutinas y 2 rutinas de interrupción.

- Las operaciones del protocolo para esclavos Modbus necesitan 1857 bytes de espacio en el programa para las dos operaciones Modbus y las rutinas de soporte.
- Las variables de las operaciones del protocolo de esclavos Modbus necesitan un bloque de 779 bytes de la memoria V. El usuario asigna la dirección inicial de este bloque, que se reserva para las variables Modbus.

2.8.2 Inicialización y tiempo de ejecución del protocolo Modbus

Protocolo de maestros Modbus – “El protocolo de maestros Modbus requiere poco tiempo en cada ciclo para ejecutar la operación MBUS_CTRL. En el primer ciclo, cuando la operación MBUS_CTRL está inicializando el maestro Modbus, se necesitan aproximadamente 1,11 milisegundos y, en los ciclos posteriores, unos 0,41 milisegundos”²³.

El tiempo de ciclo se prolonga cuando la subrutina MBUS_ MSB está procesando una petición.

La mayor parte del tiempo se dedica a calcular la CRC Modbus de la petición y de la respuesta.

El CRC (comprobación de redundancia cíclica) garantiza la integridad de los mensajes de comunicación. El tiempo de ciclo se prolonga unos 1,85 milisegundos por cada palabra de la petición y de la respuesta. Una petición/respuesta máxima (lectura o escritura de 120 palabras) prolonga el tiempo de ciclo en aproximadamente 222 milisegundos. Una petición de lectura prolonga el ciclo sobre todo cuando se recibe la respuesta del esclavo y, en menor medida, cuando se envía la petición. Una petición de escritura prolonga el ciclo sobre todo cuando se envían los datos al esclavo y, en menor medida, cuando se recibe la respuesta.

Protocolo de esclavos Modbus – “La comunicación Modbus utiliza una CRC (comprobación de redundancia cíclica) para garantizar la integridad de los mensajes

²³ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

de comunicación”²⁴. El protocolo de esclavos Modbus usa una tabla de valores precalculados (tabla CRC), con objeto de decrementar el tiempo necesario para procesar los mensajes. La inicialización de la tabla CRC tarda aproximadamente 240 milisegundos, efectuándose en la subrutina MBUS_INIT. Por lo general, ello sucede en el primer ciclo del programa de usuario tras pasar el a modo RUN. El usuario debe borrar el temporizador de vigilancia y mantener las salidas habilitadas (si lo exigen los módulos de ampliación), en caso de que el tiempo necesario para la subrutina MBUS_INIT y otras inicializaciones exceda los 500 milisegundos de vigilancia del ciclo. El temporizador de vigilancia del módulo de salidas se borra escribiendo en las salidas del módulo.

El tiempo de ciclo se prolonga cuando la subrutina MBUS_SLAVE procesa una petición. Puesto que la mayor parte del tiempo se dedica a calcular la CRC, el tiempo de ciclo se prolonga unos 420 microsegundos por cada byte de la petición y de la respuesta. Una petición/respuesta máxima (lectura o escritura de 120 palabras) prolonga el tiempo de ciclo en aproximadamente 100 milisegundos.

2.8.3 Direccionamiento Modbus

Por lo general, “las direcciones Modbus se escriben como valores de 5 caracteres, conteniendo el tipo de datos y el offset. El primer carácter determina el tipo de datos, en tanto que los últimos cuatro caracteres seleccionan el valor apropiado dentro del tipo de datos en cuestión”²⁵.

Direccionamiento de maestros Modbus - Las operaciones de maestros Modbus asignan luego las direcciones a las funciones correctas para enviarlas al esclavo. Las operaciones de maestros Modbus soportan las direcciones Modbus siguientes:

- 00001 hasta 09999 para las salidas digitales (bobinas)
- 10001 hasta 19999 para las entradas digitales (contactos)

²⁴ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

²⁵ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

- 30001 hasta 39999 para los registros de entradas (por lo general, entradas analógicas)
- 40001 hasta 49999 para los registros de retención

Todas las direcciones Modbus se basan en “1”. Ello significa que el primer valor de datos comienza en la dirección “1”. El rango de direcciones válidas depende del esclavo utilizado.

Los distintos esclavos soportan diferentes tipos de datos y rangos de direcciones.

Direccionamiento de esclavos Modbus - El maestro Modbus asigna luego las direcciones de manera que correspondan a las funciones correctas. Las operaciones de esclavos Modbus soportan las direcciones siguientes:

- 00001 hasta 00128 son salidas digitales asignadas a Q0.0 hasta Q15.7
- 10001 hasta 10128 son entradas digitales asignadas a I0.0 hasta I15.7
- 30001 hasta 30032 son registros de entradas analógicas asignados a AIW0 hasta AIW62
- 40001 hasta 4xxxx son registros de retención asignados a la memoria V.

Todas las direcciones Modbus se basan en “1”. La tabla 2.14 muestra la asignación de las direcciones Modbus a las direcciones del S7--200.

El protocolo para esclavos Modbus permite limitar la cantidad de entradas, salidas, entradas analógicas y registros de retención (memoria V) accesibles a un maestro Modbus.

El parámetro MaxIQ de la operación MBUS_INIT indica la cantidad máxima de entradas o salidas digitales (I o Q) a las que puede acceder el maestro Modbus.

El parámetro MaxAI de la operación MBUS_INIT indica la cantidad máxima de registros de entradas analógicas (AIW) a los que puede acceder el maestro Modbus.

El parámetro MaxHold de la operación MBUS_INIT indica la cantidad máxima de registros de retención (palabras de la memoria V) a los que puede acceder el maestro Modbus. Para más información sobre cómo ajustar las restricciones de

memoria de los esclavos Modbus, consulte la descripción de la operación MBUS_INIT.

Tabla 2.14: Direccionamiento de Modbus

Dirección Modbus	Dirección S7-200
00001	Q0.0
00002	Q0.1
00003	Q0.2
.....
00127	Q15.6
00128	Q15.7
10001	I0.0
10002	I0.1
10003	I0.2
...	...
10127	I15.6
10128	I15.7
30001	AIW0
30002	AIW2
30003	AIW4
...	...
30032	AIW62
40001	HoldStart
40002	HoldStart+2
40003	HoldStart+4
...	...
4xxxx	HoldStart+2 x (xxxx1)

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8.4 Utilizar las operaciones de maestros Modbus

Para utilizar las operaciones de maestros Modbus en el programa del S7-200, proceda del siguiente modo:

1. Inserte la operación MBUS_CTRL en el programa y ejecute dicha operación en cada ciclo.

Esta operación se puede utilizar bien sea para iniciar, o bien para modificar los parámetros de comunicación Modbus.

Cuando inserte la operación MBUS_CTRL, varias subrutinas y rutinas de interrupción ocultas se agregarán automáticamente al programa.

2. Utilice el comando Asignar memoria a librería con objeto de asignar una dirección inicial para la memoria V necesaria para ejecutar las operaciones de maestros Modbus.

3. Disponga en el programa una o más operaciones MBUS_MSG. Puede agregar un número cualquiera de operaciones MBUS_MSG al programa. No obstante, sólo una de éstas podrá estar activada a la vez.

4. Conecte un cable de comunicación entre el puerto 0 de la CPU S7-200 (o el puerto 1 si utiliza la librería del puerto 1) y los esclavos Modbus.

Las operaciones de maestros Modbus utilizan las funciones Modbus indicadas abajo para leer o escribir una dirección Modbus específica. El esclavo Modbus debe soportar las funciones Modbus indicadas abajo para leer o escribir una dirección Modbus en particular.

2.8.5 Utilizar las operaciones de esclavos Modbus

Para utilizar las operaciones de esclavos Modbus en el programa del S7-200, proceda del siguiente modo:

1. Inserte la operación MBUS_INIT en el programa y ejecútela operación sólo durante un ciclo. Esta operación se puede utilizar bien sea para iniciar, o bien para modificar los parámetros de comunicación Modbus.

Cuando inserte la operación MBUS_INIT, varias subrutinas y rutinas de interrupción ocultas se agregarán automáticamente al programa.

2. Utilice el comando Asignar memoria a librería con objeto de asignar una dirección inicial para la memoria V necesaria para ejecutar las operaciones de esclavos Modbus.

3. Disponga en el programa sólo una operación MBUS_SLAVE. Esta operación se invoca en cada ciclo para procesar las peticiones que se hayan recibido.

4. Utilizando el cable de comunicación, conecte el puerto 0 del S7-200 al maestro Modbus.

Las operaciones de esclavos Modbus utilizan los acumuladores (AC0, AC1, AC2, AC3). Éstos aparecen en la lista de referencias cruzadas. Antes de ejecutar una operación para esclavos Modbus, los valores de los acumuladores se guardan y se restablecen en los acumuladores antes de que finalice la operación. Así se conservan todos los datos de usuario contenidos en los acumuladores mientras se ejecuta la operación.

Las operaciones del protocolo de esclavos Modbus asisten el protocolo Modbus RTU. Estas operaciones utilizan las funciones Freeport del para soportar las funciones Modbus más habituales. Se asisten las funciones Modbus siguientes:

Tabla 2.15: Funciones que soporta el esclavo MODBUS

Dirección Modbus	Leer o escribir	Función de esclavos Modbus requerido
00001 a 09999 salidas digitales	Leer	Función 1
	Escribir	Función 5 para una sola salida
		Función 15 para varias salidas
10001 a 19999 entradas digitales	Leer	Función 2
	Escribir	Imposible
30001 a 39999 registros de entrada	Leer	Función 4
	Escribir	Imposible
40001 a 49999	Leer	Función 3

registros de retención	Escribir	Función 6 para un solo registro
		Función 16 para varios registro
Función	Descripción	
1	Leer una o varias bobinas (salidas digitales). La función 1 indica el estado ON/OFF de un número cualquiera de salidas (Q).	
2	Leer uno o varios contactos (entradas digitales). La función 2 indica el estado ON/OFF de un número cualquiera de entradas (I).	
3	Leer uno o varios registros de retención. La función 3 indica el contenido de la memoria V. En Modbus, los registros de retención son valores de palabra que permiten leer hasta 120 palabras en una sola petición.	
4	Leer uno o varios registros de entrada. La función 4 indica los valores de las entradas.	
5	Escribir en una bobina (salida digital). La función 5 ajusta una salida al valor indicado. La salida no se fuerza y el programa puede sobrescribir el valor escrito por la petición Modbus.	
6	Escribir en un registro de retención. La función 6 escribe un registro de retención en la memoria V del S7-200	
15	Escribir en varias bobinas (salidas digitales). La función 15 escribe los valores de varias salidas digitales en la imagen de proceso de las salidas del s7-200. La salida inicial debe comenzar en un límite de byte (Q0.0 o Q2.0) y la cantidad de salidas escritas debe ser un múltiplo de 8. Ello representa una restricción de las operaciones del protocolo de esclavos Modbus. Las salidas no se fuerzan y el programa puede sobrescribir los valores escritos por la petición Modbus.	
16	Escribir en varios registros de retención en la memoria V del S7-200. En una petición puede escribir 120 palabras como máximo.	

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8.6 Operaciones del protocolo Modbus

2.8.6.1 MBUS_INIT (Inicializar esclavo)²⁶

MBUS_INIT (Inicializar esclavo).- La operación MBUS_INIT sirve para activar e inicializar, o bien para desactivar la comunicación Modbus. MBUS_INIT se debe ejecutar sin errores antes de poder utilizar la operación MBUS_SLAVE. La operación se finaliza y el bit

²⁶ Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Done se pone a 1 inmediatamente, antes de continuar con la siguiente operación.

La operación se ejecuta en cada ciclo cuando está activada la entrada EN.

Ejecute la operación MBUS_INIT sólo una vez por cada cambio de estado de la comunicación. Por tanto, la entrada EN debe permanecer activada al detectarse un flanco positivo, o bien ejecutarse sólo en el primer ciclo.

El valor de la entrada Mode selecciona el protocolo de comunicación. Si la entrada tiene el valor "1", el puerto 0 se asignará al protocolo Modbus y se habilitará el protocolo.

Si la entrada tiene el valor "0", el puerto 0 se asignará a PPI y se inhibirá el protocolo Modbus.

El parámetro Baud ajusta la velocidad de transferencia a 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 ó 115200 bit/s. Las CPUs S7-200 (versión 1.2 o posterior) soportan velocidades de transferencia comprendidas entre 57600 y 115200 bit/s.

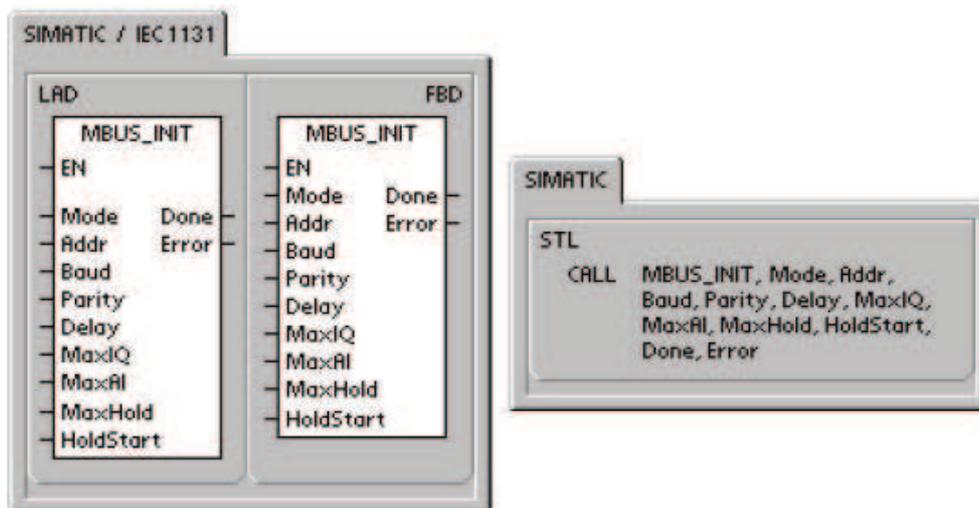


Figura 2.42: Maestro MODBUS

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

El parámetro Parity se ajusta de manera que concuerde con la paridad del maestro Modbus.

Todos los ajustes utilizan un bit de parada. Los valores permitidos son:

- 0 sin paridad
- 1 paridad impar
- 2 paridad par

El parámetro Delay retarda el timeout de fin de mensaje Modbus estándar, sumando el número indicado de milisegundos al timeout de mensajes Modbus estándar. En redes cableadas, el valor típico de este parámetro debería ser "0". Si se utilizan módems sin corrección de errores, ajuste el retardo a un valor comprendido entre 50 y 100 milisegundos. Si se utilizan radios de espectro ensanchado, ajuste el retardo a un valor comprendido entre 10 y 100 milisegundos. El valor de Delay (retardo) puede estar comprendido entre 0 y 32767 milisegundos.

El parámetro MaxIQ ajusta el número de entradas (I) y salidas (Q) disponibles para las direcciones Modbus 0xxxx y 1xxxx a valores comprendidos entre 0 y 128. Un valor de "0" inhibe todas las lecturas y escrituras de las entradas y salidas. Es recomendable ajustar el valor de MaxIQ a 128, con objeto de poder acceder a todas las entradas y salidas del S7-200.

El parámetro MaxAI ajusta el número de registros de entradas analógicas (AI) disponibles para la dirección Modbus 3xxxx a valores comprendidos entre 0 y 32. Un valor de "0" inhibe la lectura de las entradas analógicas. Para poder acceder a todas las entradas analógicas del S7-200, es recomendable ajustar el valor de MaxAI de la manera siguiente:

- 0 para la CPU 221
- 16 para la CPU 222
- 32 para las CPUs 224, 224XP y 226

El parámetro MaxHold ajusta el número de registros de retención en la memoria V disponibles para la dirección Modbus 4xxxx. Por ejemplo, para que el maestro pueda acceder a 2000 bytes de la memoria V, ajuste el valor de MaxHold a 1000 palabras (registros de retención).

El parámetro HoldStart es la dirección inicial de los registros de retención en la memoria V. Por lo general, este valor se ajusta a VB0, de manera que el parámetro HoldStart se ajuste a &VB0 (dirección de VB0). Como dirección inicial de los registros de retención en la memoria V se puede indicar también una dirección diferente, con objeto de poder utilizar VB0 en otra parte del proyecto. El maestro Modbus tiene acceso al número MaxHold de palabras de la memoria V, comenzando en HoldStart.

La salida Done se activa una vez finalizada la operación MBUS_INIT. El byte de salida Error contiene el resultado de ejecución de la operación. En la tabla 2.20 figuran los errores que pueden ocurrir al ejecutar la operación.

El parámetro Addr ajusta la dirección a valores comprendidos entre 1 y 247.

Tabla 2.16: Parámetros de operación MBUS_INIT

Entradas/Salidas	Tipo de datos	Operandos
Mode, Addr, Parity	Byte	VB, IB, QB, MB, SB, SMB, LB, AC, constante, *VD, *AC, *LD
Baud, HoldStart	DWORD	VD, ID, MD, SD, SMD, LD, AC, constante, *VD, *AC, *LD
Delay, MaxIQ, MaxAI, MaxHold	WORD	VW, IW, QW, MW, SW, SMW, LW, AC, constante, *VD, *AC, *LD
Done	BOOL	I, Q, M, S, SM, T, C, V, L
Error	BYTE	VB, IB, QB, MB, SB, SMB, LB, AC, *VD, *AC, *LD

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8.6.2 MBUS_SLAVE

MBUS_SLAVE.- La operación MBUS_SLAVE se utiliza para procesar una petición del maestro Modbus, debiéndose ejecutar en cada ciclo para poder comprobar y responder a las peticiones Modbus.

La operación se ejecuta en cada ciclo cuando está activada la entrada EN.

MBUS_SLAVE no tiene parámetros de entrada.

La salida Done se activa cuando la operación MBUS_SLAVE responde a una petición Modbus y se desactiva si no se ha procesado ninguna petición.

La salida Error contiene el resultado de ejecución de la operación. Esta salida sólo será válida si está activada la salida Done. Si Done está desactivada, no cambiará el parámetro de error. En la tabla 2.18 figuran los errores que pueden ocurrir al ejecutar la operación.

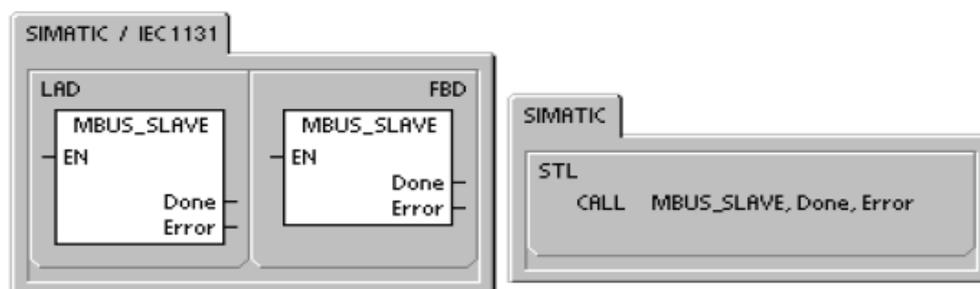


Figura 2.43: MODBUS esclavo

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Tabla 2.17: Parámetros de operación MBUS_SLAVE

Parámetro	Tipos de datos	Operandos
Done	BOOL	I,Q,M,S,SM,T,C,V,L
Error	BYTE	VB,IB,QB,MB,SB,SMB,LB,AC,*VD,*AC,*LD

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

Tabla 2.18: Código de error del esclavo

Código de error	Descripción
0	Sin error
1	Error de rango de memoria
2	Velocidad de transferencia o paridad no válida
3	Dirección de esclavo no válida
4	Valor no válido para un parámetro Modbus
5	Los registros de retención solapan los símbolos de los esclavos Modbus
6	Error de paridad de recepción
7	Error CRC de recepción
8	Petición no válida/ función no soportada
9	Dirección no válida en una petición
10	Función de esclavo no habilitada

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8.6.3 MBUS_CTRL (Inicializar maestro)²⁷

La operación MBUS_CTRL para el puerto 0 del S7-200 (o MBUS_CTRL_P1 para el puerto 1) sirve para inicializar, vigilar o desactivar la comunicación Modbus. MBUS_CTRL se debe ejecutar sin errores antes de poder utilizar la operación MBUS_MSG. La operación se finaliza y el bit

Done se pone a 1 inmediatamente, antes de continuar con la siguiente operación. Esta operación se ejecuta en cada ciclo cuando está activada la entrada EN.

La operación MBUS_CTRL se debe llamar en cada ciclo (incluyendo el primero) para que ésta pueda vigilar el progreso de los mensajes pendientes iniciados por la operación MBUS_MSG. El protocolo de maestros Modbus no funcionará correctamente si no se llama a la operación MBUS_CTRL en cada ciclo.

²⁷ pdf.s7-200_system_manual_es-ES

El valor de la entrada Mode selecciona el protocolo de comunicación. Un valor de entrada "1" asigna el puerto de la CPU al protocolo Modbus y habilita éste último. Un valor de entrada "0" asigna el puerto de la CPU al protocolo PPI e inhibe el protocolo Modbus.

El parámetro Parity se ajusta de manera que concuerde con la paridad del esclavo Modbus. Todos los ajustes utilizan un bit de arranque y un bit de parada. Los valores permitidos son:

- 0 sin paridad
- 1 paridad impar
- 2 paridad par

El parámetro Timeout se ajusta al número de milisegundos que se debe esperar hasta recibir la respuesta del esclavo. El valor de Timeout puede estar comprendido entre 1 y 32767 milisegundos. Un valor típico podría ser 1000 milisegundos (1 segundo). El parámetro Timeout se debería ajustar a un valor lo suficientemente elevado para que el esclavo tenga tiempo de responder a la velocidad de transferencia seleccionada.

El parámetro Timeout se utiliza para determinar si el esclavo Modbus está respondiendo a una petición. Este parámetro determina cuánto tiempo debe esperar el maestro Modbus hasta recibir el primer carácter de la respuesta tras haber enviado el último carácter de la petición. El maestro

Modbus recibe la respuesta completa del esclavo Modbus si se ha recibido por lo menos un carácter de la respuesta dentro del tiempo indicado en el parámetro Timeout.

La salida Done se activa una vez finalizada la operación MBUS_CTRL.

La salida Error contiene el resultado de ejecución de la operación.

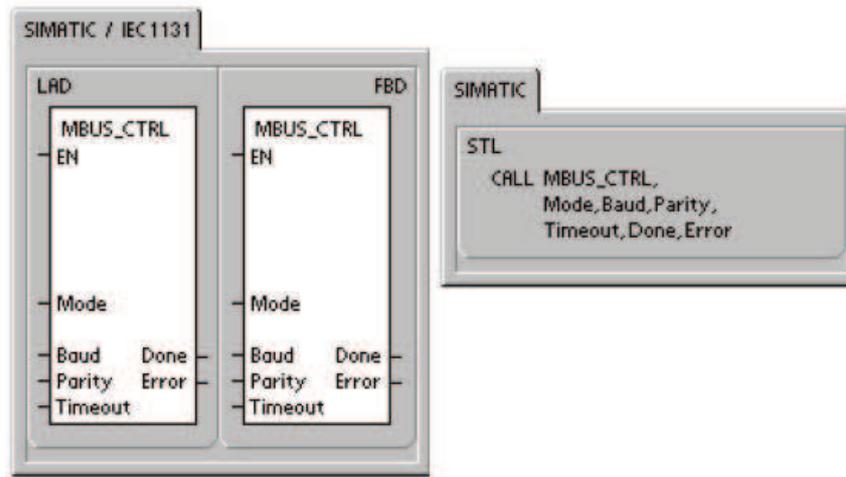


Figura 2.44: MODBUS MAESTRO

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Tabla 2.19: Parámetros de operación MODBUS Maestro

Parámetro	Tipos de datos	Operandos
Modo	BOOL	I,Q,M,S,SM,T,C,V,L
Baud	DWORD	VD,ID,QD,MD,SD,SMD,LD,AC,constant,*VD,*AC,*LD
Parity	BYTE	VB,IB,QB,MB,SB,SMB,LB,AC,constant,*VD,*AC,*LD
Timeout	WORD	VW,IW,QW,MW,SW,SMW,LW,AC,constant,*VD,*AC,*LD
Done	BOOL	I,Q,M,S,SM,T,C,V,L
Error	BYTE	VB,IB,QB,MB,SB,SMB,LB,AC,*VD,*AC,*LD

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

Tabla 20: Código de error de esclavos Modbus

Código de Error	Descripción
0	Sin error
1	La paridad seleccionada no es valida
2	La velocidad de transferencia no es valida
3	El timeout seleccionada no es valido
4	El modo seleccionada no es valido

Fuente: pdf.s7-200_system_manual_es-ES

Elaborado por: María José Jara

2.8.6.4 MBUS_INIT

La operación MBUS_MSG sirve para iniciar una petición a un esclavo Modbus y procesar la respuesta. La operación MBUS_MSG inicia una petición a un esclavo Modbus si están activadas las entradas EN y First. Para enviar la petición, esperar a la respuesta y procesar ésta última se requieren generalmente varios ciclos. La entrada EN debe estar puesta a "1" para poder enviar una petición, debiendo permanecer activada hasta que se active el bit Done.

El parámetro First debería estar activado durante sólo un ciclo si hay una nueva petición que se deba enviar. La entrada First se debe activar cuando se detecte un flanco positivo, haciendo que la petición se transmita una vez. El parámetro Slave es la dirección del esclavo Modbus. El rango permitido está comprendido entre 0 y 247. La dirección 0 se usa como dirección de broadcast (difusión general), pudiendo utilizarse sólo para peticiones de escritura. No hay respuesta a una petición de broadcast a la dirección 0. No todos los esclavos soportan la dirección de broadcast. La librería de esclavos Modbus S7--200 no soporta la dirección de broadcast.

El parámetro RW indica si el mensaje es una petición de lectura o de escritura. Los valores permitidos para RW son:

- 0 – Lectura
- 1 – Escritura

Las salidas digitales (bobinas) y los registros de retención soportan peticiones tanto de lectura como de escritura. Las entradas digitales (contactos) y los registros de entradas sólo soportan peticiones de lectura. El parámetro Addr es la dirección Modbus inicial. Los rangos de valores permitidos son:

- 00001 a 09999 para las salidas digitales (bobinas)
- 10001 a 19999 para las entradas digitales (contactos)

- 30001 a 39999 para los registros de entradas
- 40001 a 49999 para los registros de retención

El rango específico de los valores permitidos para Addr se basa en las direcciones que soporta el esclavo Modbus en cuestión.

El parámetro Count indica el número de elementos de datos que se deben leer o escribir en esta petición. Count representa el número de bits en los tipos de datos de bits, o bien el número de palabras en los tipos de datos de palabras.

- Dirección 0xxxx Count es el número de bits a leer o escribir
- Dirección 1xxxx Count es el número de bits a leer
- Dirección 3xxxx Count es el número de palabras del registro de entradas a leer
- Dirección 4xxxx Count es el número de palabras del registro de retención a leer o escribir

La operación MBUS_MSG puede leer o escribir como máximo 120 palabras o 1920 bits (240 bytes de datos). El límite real del valor de Count depende de los límites del esclavo Modbus.

El parámetro DataPtr es un puntero de direccionamiento indirecto que señala a los datos asociados con la petición de lectura o escritura en la memoria V de la CPU S7--200. En una petición de lectura, DataPtr debería señalar a la primera dirección de la CPU utilizada para almacenar los datos leídos del esclavo Modbus. En una petición de escritura, DataPtr debería señalar a la primera dirección de la CPU utilizada para los datos que se deben enviar al esclavo Modbus. El valor DataPtr se transfiere a MBUS_MSG como puntero de direccionamiento indirecto. Por ejemplo, si los datos a escribir en un esclavo Modbus comienzan en la dirección VW200 en la CPU S7--200, el valor de DataPtr será &VB200 (dirección de VB200). Los punteros deben ser siempre del tipo VB aunque señalen a datos en formato de palabra.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Se ha implementado una red de PLC's mediante protocolo MODBUS, maestro esclavo, y por medio de la PC se monitorea y controla el proceso que se realice.

En el presente capitulo se detalla paso a paso la implementación de una red de PLC's ya que la industria los utiliza para automatización, por su facilidad de programación y compatibilidad para comunicarse con otros equipos.

Para la implementación de la red se debe realizar una programación que vaya acorde con los requerimientos necesarios, la red se encuentra conformada de un maestro y dos esclavos, los cuales cumplen con las siguientes funciones el maestro es el que envía, recepta y controla toda red por lo tanto utiliza gran cantidad de memoria, y los esclavos son los que reciben la información del maestro y también envían los procesos que se les asigne, a cada esclavo se le programa procesos diferentes.

Así como también se realizaran las respectivas guías de usuario para uso correcto del PLC, de la instalación del software y de la red.

Se realizará unas pequeñas pruebas de ensayo para demostrar su funcionamiento, para ello se utilizó para observar el proceso el programa LABVIEW el cual por medio de un servidor interpreta el lenguaje del PLC y representa el proceso.

3.1.1 Lista de componentes para la implementación de la red

- 3 Micro PLC S7-200 CPU 224 XP Siemens y 1 Computadora
- 1 Interfaz de comunicación PPI/RS 232 siemens
- 30 metros de cable Profibus
- 3 conectores Profibus

3.1.2 Programación de los PLC'S

Para realizar la programación se debe considerar diferentes parámetros en la utilización de las librerías.

Requerimientos

Para utilizar el protocolo MODBUS, es necesario adquirir e instalar (primero las librería de instrucciones para el STEP 7-Micro/WIN, luego el STEP 7-Micro/WIN) El protocolo Modbus Maestro es soportado desde el STEP 7-Micro/WIN V4.0 + Service Pack 5.

- Montaje del hardware
- Ajuste de los parámetros
- Direccionamiento de memoria para las librerías
- Transmisión de los valores del registro

Montaje del hardware

Para realizar una comunicación MODBUS entre los puertos Port 0 de CPUs del S7-200 (preferiblemente que cada CPU tengan interfaces de comunicación). En la parte del maestro también sería posible la selección del Port 1 con la selección de los módulos de librería correspondiente "MBUS_CTRL_P1" y "MBUS_MSG_P1". El Port 1 se conecta con un PC o una PG que tenga el software Micro/WIN. La comunicación entre las CPUs a través del puerto 0 se realiza con ayuda de un cable PROFIBUS (conexión serie de los pines 3 y 8, hay que asegurar la conexión con la masa (M)).

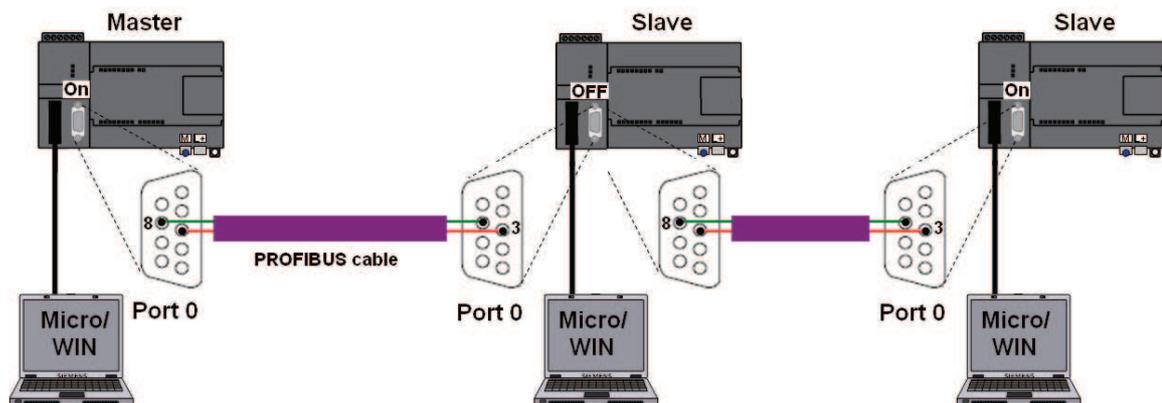


Figura 3.1: Montaje del Hardware

Fuente:

[http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/27832511?func=ll&objId=27832512&objAction=c
sView&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=treecontent](http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/27832511?func=ll&objId=27832512&objAction=c
sView&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=treecontent).

Ajuste de parámetros

Para la comunicación MODBUS, se utilizan los módulos de librería "MBUS_CTRL" y "MBUS_MSG" en la parte del maestro y los módulos de librería "MBUS_INIT" y "MBUS_SLAVE" en la parte del esclavo (ver literal 2.8.6).

Hay que tener en cuenta que los parámetros "Baud" y "Parity" deben ser idénticos y que la dirección "Slave" del módulo "MBUS_MSG" debe coincidir con el parámetro "Addr" del módulo "MBUS_INIT".

El ajuste de la velocidad de transferencia para el Port 0 en la vista "Módulo de datos del sistema" del Micro/WIN es irrelevante para el protocolo MODBUS ("Mode" = "1").

Maestro

MBUS_CTRL

Las siguientes tablas describen el significado y las posibilidades de selección de los parámetros de los módulos de las librerías

Tabla 3.1 Parámetros de las librerías

Parámetro	Significado	Posibilidades de selección
EN	Liberación	
Mode	Indicador de protocolo	0=PPI 1=Modbus
Baud	Velocidad de transmisión	1200, 2400, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Parity	Paridad	0=Ninguna 1=Impar 2=Par
Timeout	Tiempo máximo para la respuesta del esclavo	
Done	Aviso de finalización	
Error	Código de error	

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Elaborado por: María José Jara

MBUS_MSG

Tabla 3.2: Parámetros de las librería

Parámetro	Significado	Posibilidad de selección
EN	Liberación	
Firts	Activación	
Slave	Dirección del esclavo	
RW	“Lectura” o “escritura”	0=lectura 1=escritura
Addr	Dirección de inicio en MODBUS	0...128= salidas digitales A0.0....A15.7 1001...10128= entradas digitales E0.0...E15.7 30001...30092= entradas analógicas

		AEW0...AEW62 40001...49999= registros
Count	Número de bits(0xxxxx, 1xxxx)/ palabras(3xxxx, 4xxxx)	
DataPtr	Puntero de inicio de la memoria de variables	
Done	Aviso de finalización	
Error	Código de error	

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Elaborado por: María José Jara

SLAVE

MBUS_INIT

Tabla 3.3: Parámetros de librería

Parámetros	Significado	Posibilidad e selección
EN	Liberación	
Mode	Indicación del protocolo	0=PPI, 1=MODBUS
Addr	Dirección del esclavo	
Baud	Velocidad de transferencia	1200, 2400, 4800, 19200, 38400, 57600, 115200
Parity	Paridad	
Delay	Protocolización de la señal en ms	
MaxIQ	Número de entradas y salidas digitales	Ver literal 2.8.3

	disponibles	
MaxAI	Número de palabras analógicas disponibles	Ver literal 2.8.3
MaxHold	Número máximo de entradas de palabras en los registros	Ver literal 2.8.3
HoldStart	Puntero al comienzo del registro (40001)	
Done	Aviso de finalización	
Error	Código de error	

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Elaborado por: María José Jara

MBUS_SLAVE

Tabla 3.4: Parámetros de librería

Parámetros	Significado	Posibilidad de selección
EN	Liberación	
Done	Aviso de finalización	
Error	Código de error	

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

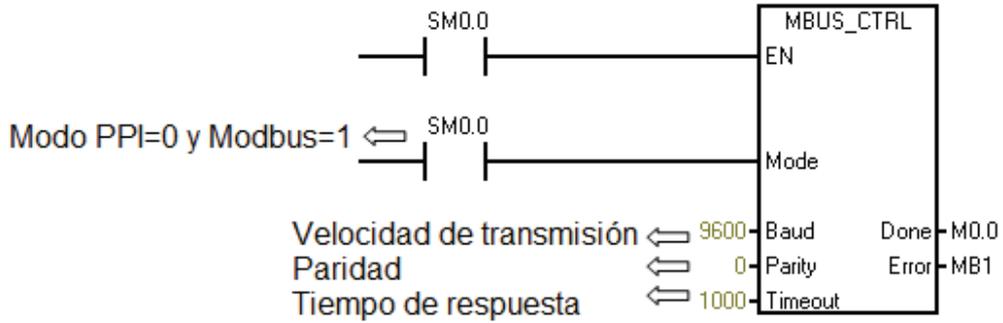
Elaborado por: María José Jara

En la figura 3.2 se utilizó un ejemplo de configuración de parámetro del protocolo modbus trabajando como maestro.

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento



Network 2

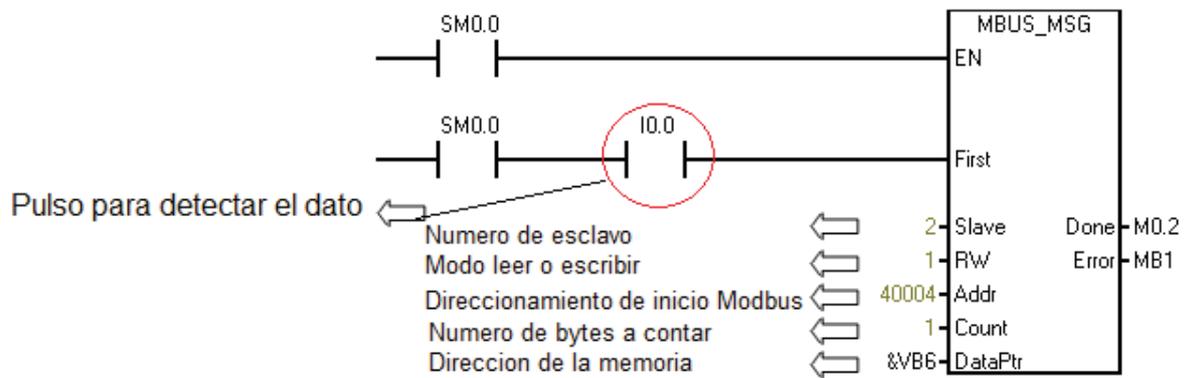


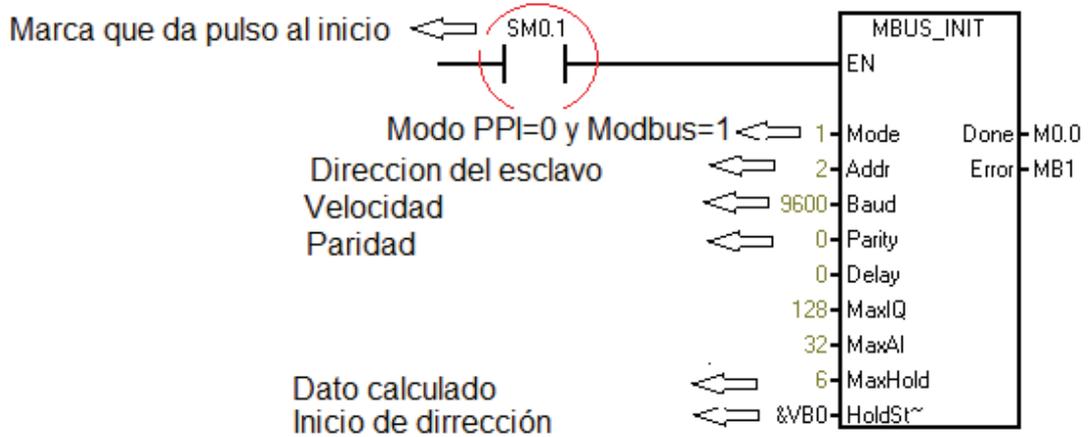
Figura 3.2: Ejemplo de configuración del maestro

Fuente: Step 7 Micro/WIN programación

Parámetro del esclavo

Network 1 Título de segmento

Comentario de segmento



Network 2



Figura 3.3: Ejemplo de configuración del esclavo

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Direccionamiento de memoria para las librerías

Tras la finalización del proyecto, hay que ajustar la memoria para la librería dentro de la carpeta para los módulos en el contenedor del programa del Micro/WIN. Tener en cuenta al reservar la memoria para las librerías que la zona seleccionada no debe sobrescribir la zona de memoria de variables para datos

En el maestro: "DataPtr" + "Count",

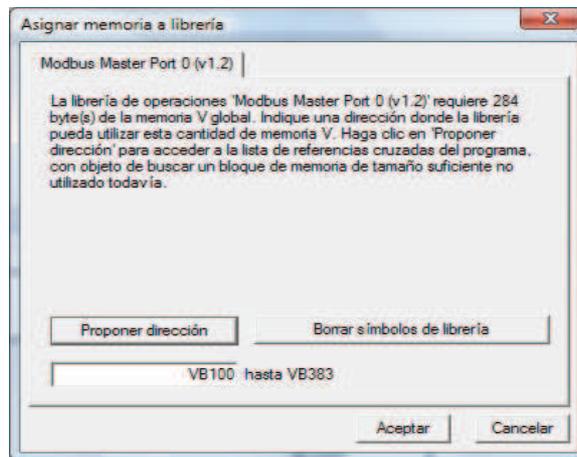


Figura 3.4: Asignar memoria maestro

Fuente: Step 7 Micro/WIN Ayuda

En el esclavo : "HoldStart" + "MaxHold").

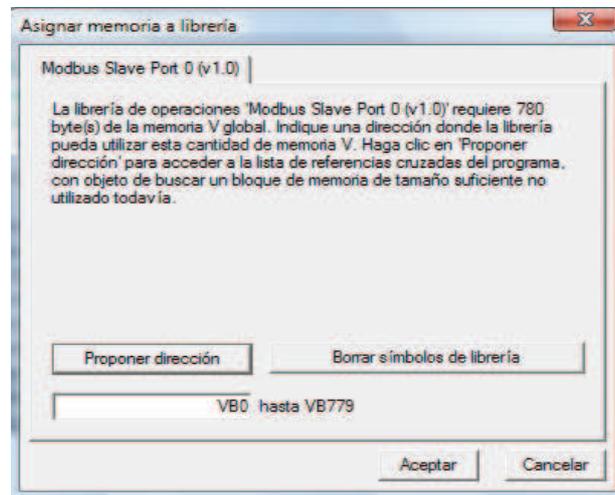


Figura 3.5: Asignar memoria esclavo

Fuente: Step 7 Micro/WIN/Ayuda

Transmisión de los valores del registro

Tras la carga de los proyectos en cada CPU, se puede escribir la zona de memoria de variables del maestro mediante la activación del estado de tablas, y visualizarlo en la parte del esclavo:

Activando la entrada I0.0 del maestro, se envía el contenido de la palabra de variables VW2 a la CPU esclava y se escribe aquí en la palabra de variables VW2.

El puntero "DataPtr" representa el comienzo de la memoria de variables a leer.

El parámetro "Count" indica en el direccionamiento "Addr" = "4xxxx" (registro de mantenimiento) el número de palabras a leer.

La zona de memoria de variables a leer se debe escribir en la dirección de registros "Addr" = "40002" ("RW" = "1").

El registro de mantenimiento hace de memoria intermedia, palabra a palabra, para la zona de memoria de variables del esclavo:

El puntero "HoldStart" indica la dirección de inicio de la memoria de variables equivalente a la dirección de inicio del puntero 40001.

De forma que el puntero de memoria de variables del esclavo se calcula de la siguiente manera:

$$2 * (\text{Addr} - 40001) + \text{HoldStart}$$

Ejemplo:

$$2 * (40002 - 40001) + \&\text{VB0} = \&\text{VB2}$$

Además, hay que tener en cuenta que el número máximo de entradas para palabras del registro "MaxHold" cubra esta zona:

$$\text{MaxHold} \geq \text{Addr} - 40001 + \text{Count}$$

$$40002 - 40001 + 1 = 2$$

3.1.3 Software de Programación

Para programar el micro PLC S7-200 es necesario utilizar el programa V4.0 STEP 7 MicroWIN SP6 el cual esta acondicionado con la librería necesaria para la configuración de la red, estas librerías se encuentran ubicadas en el árbol de operaciones de la siguiente manera:

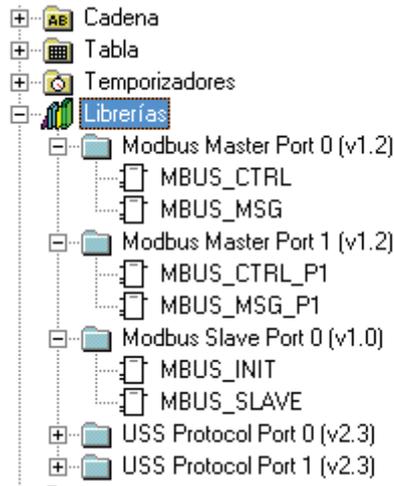


Figura 3.6: Librería Modbus en el árbol de operaciones

Fuente: Investigación de campo

En el capítulo 2 el literal 2.3.5.3 página 32 explica cómo utilizar el software Step 7 Micro/WIN para crear programas

3.1.4 Estructura del programa

Una vez conociendo los requerimientos para la implementación de una red se ha llevado a cabo lo siguiente:

Configuración de Maestro

1. Hacer doble clic en el programa Step 7 Micro/WIN una vez abierto se inicia la programación.

2. En el árbol de operaciones del programa Step 7 Micro/WIN se escogen las librerías en esta ocasión se realizará en primera instancia la programación del primer segmento.

3. Se escoge un contacto normalmente abierto denominado SM0.0 (es una marca especial) el cual indicará el comienzo del proceso este va conectado EN del Modbus maestro, a continuación se escoge en las librerías MODBUS MASTER PORT 0 allí aparecen dos opciones y se elije MBUS_CTRL en cual dará inicio como maestro, el parámetro mode va conectado a un contacto normalmente abierto SM0.0 ya que la condición de protocolo indica que cuando se encuentra en 0=PPI es decir en ese momento está inter-actuando con la interfaz y cuando esta 1= Modbus se halla operando la red.

Baud = 9600 es la velocidad de transmisión más utilizada y depende de la distancia a la que se encuentren por ello son inversamente proporcionales.

Timeout = 1000 se demorará este tiempo en responder el esclavo.

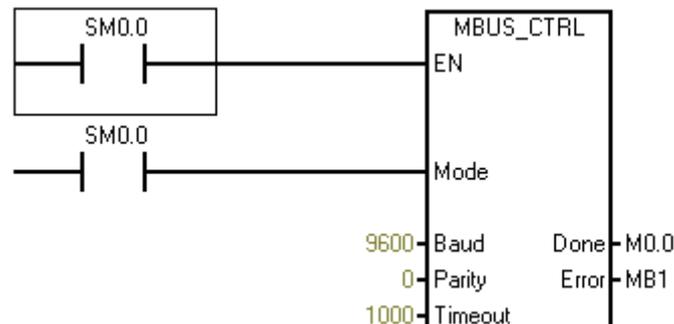


Figura 3.7: Configuración Modbus Control

Fuente: Investigación de campo

4. Se escoge otro contacto normalmente abierto con la misma marca especial SM0.0 esta vez irá conectado al EN del MBUS_MSG que es elegido para recibir los mensajes y va configurado con los parámetros del esclavo (Ver literal 3.1.3).

Network 2

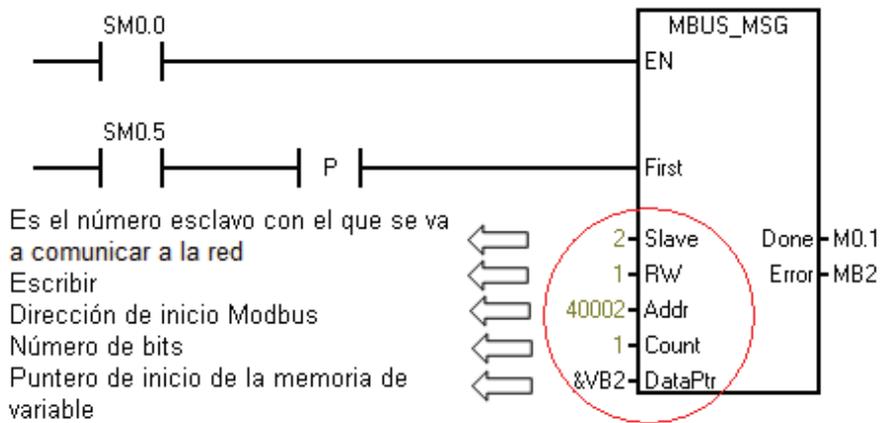


Figura 3.8: Configuración MBUS_MSG

Fuente: Investigación de campo

5. Este paso es la asignación de datos que envía el maestro hacia los esclavos, en donde MOV_B sirve para realizar una transferencia y asigna el dato a la variable asignada a la red.

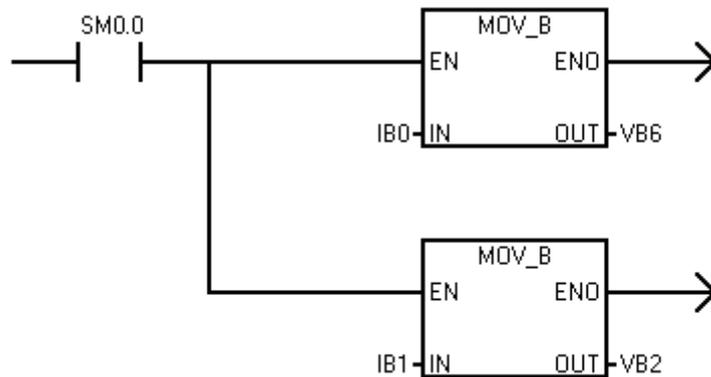


Figura 3.9: Network 4

Fuente: Investigación de campo

6. Se realiza el mismo procedimiento para la programación de esclavos, siempre hay que tener en cuenta la velocidad de transmisión ya que debe ir la misma en el maestro y los esclavos que se encuentren.

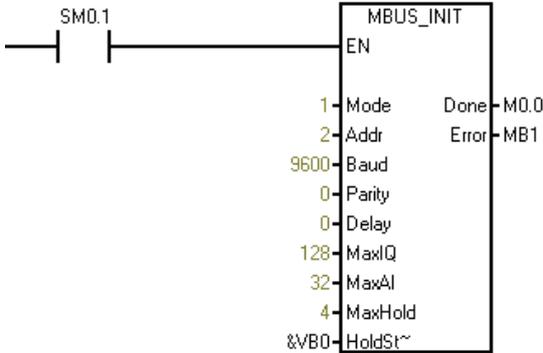


Figura 3.10: Configuración del parámetro del esclavo
Fuente: Investigación de campo

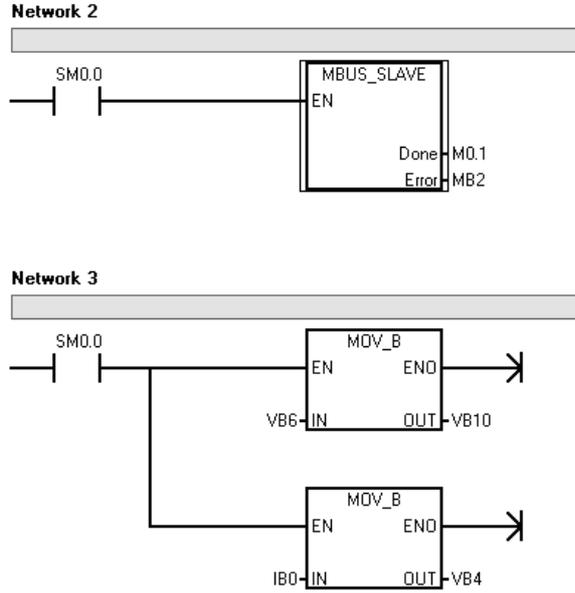


Figura 3.11: Network 2 y 3
Fuente: Investigación de Campo

7. Una vez realizada la programación se carga el mismo en el PLC de la siguiente manera:

7.1 Primero se asigna la memoria al maestro y al esclavo respectivamente se dirige al árbol de operaciones donde se encuentra lo siguiente:

- Bloque del programa > clic derecho > asignar memoria a librería>proponer dirección > aceptar.

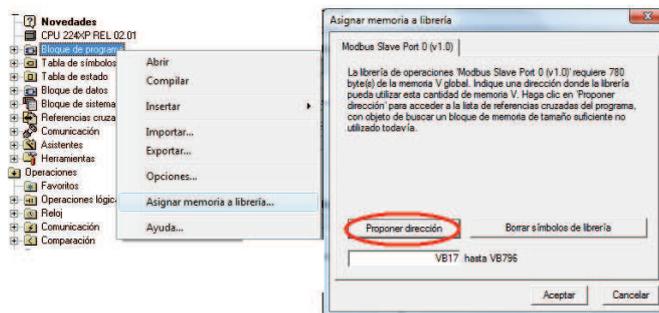


Figura 3.12: Asignar memoria

Fuente: Investigación de campo

7.2 Se debe verificar que la interface PPI se encuentre detectada en la computadora de la siguiente manera:

- Barra de navegación > comunicación > haga doble clic para actualizar > aceptar (ver literal 2.7.1.1)
- Barra de navegación > ajustar interface PG/PC

7.3 Por último se debe cargar el PLC (ver literal 2.4.6) de la siguiente manera:

- Barra de herramientas > Archivo > Cargar CPU > aceptar > RUN

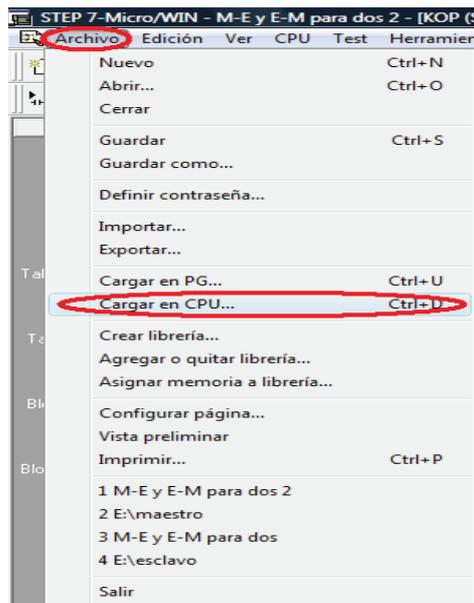


Figura 3.13: Cargar CPU

Fuente: Investigación de campo

8. Se verifica su funcionamiento, el programa se ejecuta siempre y cuando se encuentre en ejecución es decir modo RUN y mientras se encuentre en modo STOP, se pueden realizar cambios en la programación, si un caso se cambiara el programa se lo debe volver a cargar. De lo contrario todo lo que se carga en la CPU queda registrado en la memoria sin importar los cambios realizados, también se puede volver a obtener la programación del PLC mediante la carga de PG (ver literal 2.4.6).

9. Se utilizó temporizadores (ver literal 2.3.4) para sincronizar el envío y recepción de los mensajes en tiempo real.

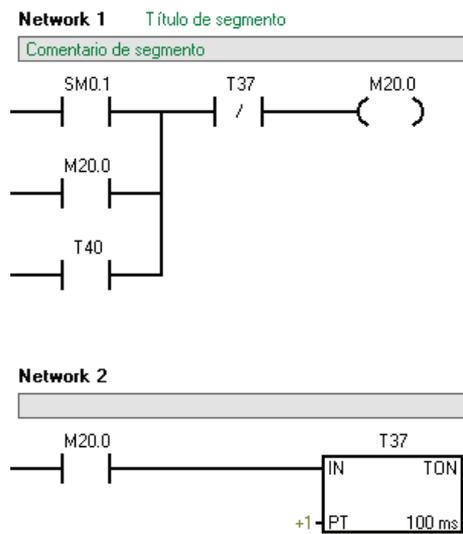


Figura 3.14: Temporizadores
Fuente: Investigación de campo

10. Una vez realizado lo explicado anteriormente se debe realizar las pruebas respectivas en las cuales en primera instancia se utilizó un cable serial construido, finalizada esta prueba se utilizó el cable Profibus.

3.1.5 Ensayos de la red con un cable serial

Primero se realizo la red con un cable UTP con un conector DB 9 macho en cada extremo conectando los pines 3 y 8, antes de utilizar el cable profibus con sus respectivos conectores y solo se realizo en ensayo con un maestro y un esclavo de la siguiente manera:

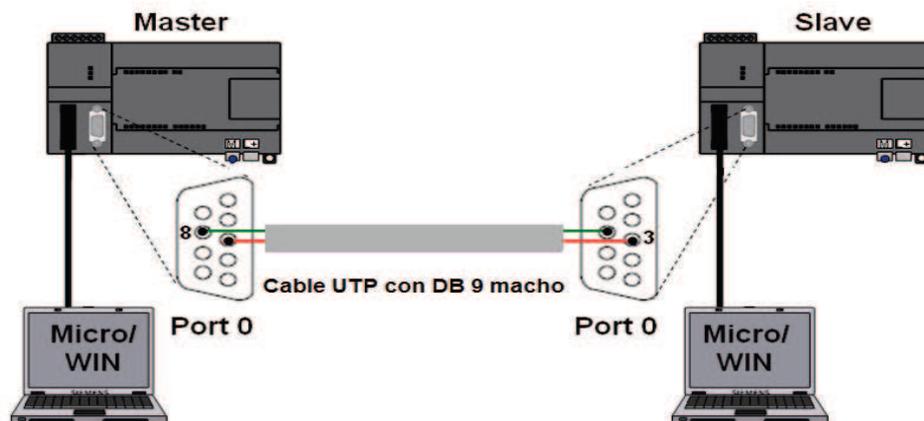


Figura 3.15: Pruebas de la red
Fuente: Investigación de campo

3.1.6 Construcción del cable Profibus con sus conectores

Para ponchar el cable profibus no es necesaria ninguna herramienta especial solo se requiere los siguientes elementos:

- Conectores Profibus
- Destonillador de estrella
- Cortadora
- Pinzas

1. Pelar el cable de color morado aproximadamente unos 3cm de tal manera que quede de tope a tope del conector profibus.

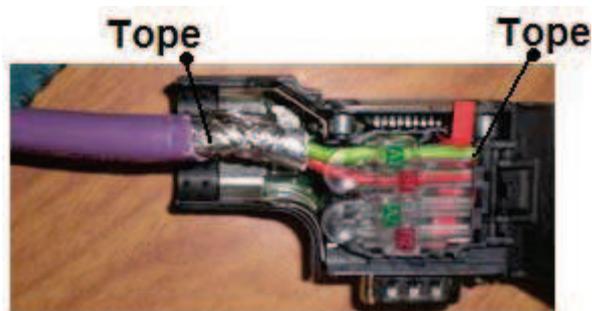


Figura 3.16: Cable Profibus
Fuente: Investigación de campo

2. El aislante en forma de hilachas se debe entorchar ya que ayuda a eliminar el ruido por lo tanto no se los debe cortar.

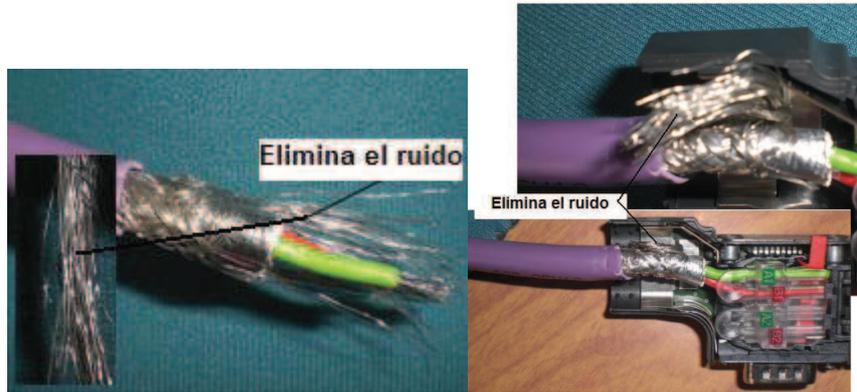


Figura 3.17: Hilachas para entorchar

Fuente: Investigación de campo

3. Quitar el aislante blanco que se encuentra debajo del papel aislante y el papel transparente que cubre a dos cables uno de color rojo y otro verde.

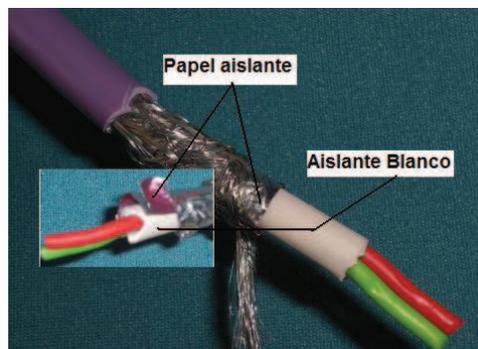


Figura 3.18: Aislantes

Fuentes: Investigación de campo

4. No se deben pelar los cables rojo y verde simplemente se ingresan en el conector y se presiona de manera que internamente hace contacto.

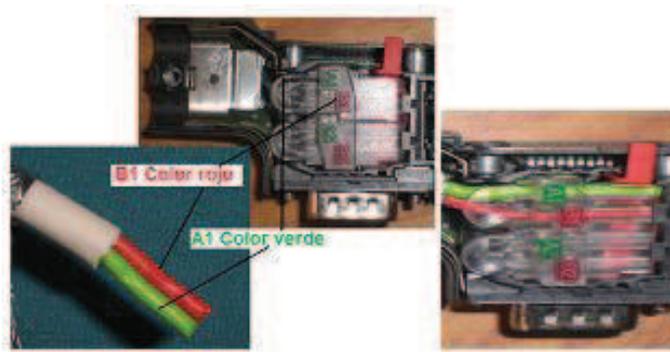


Figura 3.19: Conexión

Fuente: Investigación de campo

4. Una vez realizado los pasos anteriores se debe cerrar la tapa del conector profibus y se ajusta el tornillo para que quede completamente cerrado.

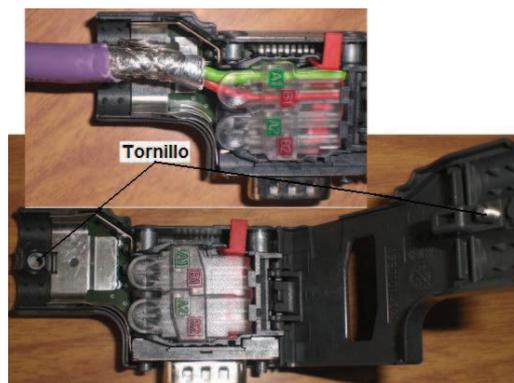


Figura 3.20: Cerrar el conector

Fuente: Investigación de campo

3.2 Gastos Realizados

3.2.1 Gastos principales

Tabla 3.5: Equipos y Accesorios

Equipos y Accesorios	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
PLC S7-200 CPU 224 XP	3	843.25	2529.75
Cable PPI RS-232	3	196	588
Software Librerías	1	200	200
Cable Profibus	30	3,50	105
Conectores Profibus	3	72	234
TOTAL			3656.75

Fuente: Proforma INASEL

Elaborado por: María José Jara

3.2.2 Gastos Secundarios

Tabla 3.6: gastos secundarios

Descripción	Costo
Derechos de asesor	120
Gastos de impresión	21.3
Gastos de materiales	10
Gastos varios	35
TOTAL	186.30

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: María José Jara

3.2.3 Gasto Total

Tabla 3.7: Total de gastos

Descripción	Costo
Gastos principales	3656.75
Gastos secundarios	186.30
TOTAL	3843.05

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: María José Jara

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Al implementar una red industrial se tiene el monitoreo y control de la red a través del maestro que es el que se gestiona y controla el flujo de información por la misma.
2. El protocolo Modbus tiene como características ser monomaestro, ya que en la red solo puede haber un maestro y los demás deber ser esclavos.
3. Al diseñar una red industrial, la misma siempre debe tener un protocolo que permita gestionar la red en este caso específico en el protocolo Modbus.
4. Se utilizó cable Profibus, porque tanto la red profibus como Modbus se encuentran al mismo nivel (nivel de campo), por ende utilizan la capa física RS-485.
5. El proyecto en general ayudó a la implementación de una red de PLC's para un mejor desempeño en el campo de la automatización de industrias grandes y pequeñas, así como también se podrá relacionar lo práctico con lo teórico aprendido en las horas de clase.
6. La red Modbus trabaja con un maestro y dos esclavos los cuales pueden ser implementados hasta 31 esclavos con un solo maestro.
7. El PLC que trabaja como maestro utiliza gran parte de su memoria, por lo tanto no es muy recomendable utilizarlo para otros procesos.

4.2 Recomendaciones

- Es muy importante verificar que la alimentación (110V) del autómata se encuentre en perfecto estado, ya que puede causar daños irreparables.
- No se debe confundir la masa M con la tierra del PLC.
- El cableado de entradas y salidas analógicas y digitales se debe observar que se encuentre en perfecto estado para evitar un corto circuito.
- En el cable Profibus la conexión de la resistencia en sus conectores debe ir ON en el primer conector OFF en el segundo ON para el último de lo contrario no se produce comunicación entre los PLC's.
- Se debe tener el material disponible (destornillador plano, destornillador de estrella, UTP, cortadora) a mano de lo contrario se pierde tiempo para realizar algún cambio.
- El software Step 7-Micro/WIN con las librerías necesarias para la implementación de la red no es compatible con el disco duro ACeleron, ya que existe algún tipo de conflicto con el programa.

GLOSARIO

- ✓ **Accionadores.-** Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje.
- ✓ **Automatizada.-** Es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.
- ✓ **Autómata.-** Aparato con mecanismo para determinados movimientos, aparato que encierra en sí mismo los mecanismos necesarios para ejecutar ciertos movimientos o tareas similares a las que realiza el hombre.
- ✓ **Acumulador.-** es un registro en el que son almacenados temporalmente los resultados aritméticos y lógicos intermedios que serán tratados por la Unidad aritmético-lógica (ALU).
- ✓ **Actuadores.-** Son aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.
- ✓ **Arranque.-** Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies en contacto a la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática).
- ✓ **Bobinas.-** Es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.
- ✓ **Canal simplex.-** Sistema que es capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea.
- ✓ **Ciclo.-** Un ciclo es un tipo especial de permutación que fija cierto número de elementos mientras que mueve cíclicamente el resto. En caso de no fijar ningún elemento lo denominaríamos permutación cíclica.

- ✓ **Coma flotante.**- Es un método de representación de números reales que se puede adaptar al orden de magnitud del valor a representar.
- ✓ **Comando.**- Es una instrucción u orden que el usuario proporciona a un sistema informático.
- ✓ **Compiló.**- Reunir información e un programa. Es un programa informático que traduce un programa escrito en un lenguaje de programación a otro lenguaje de programación, generando un programa equivalente que la máquina será capaz de interpretar.
- ✓ **Comunicación.**- La comunicación por medio de una red se lleva a cabo en dos diferentes categorías: la capa física y la capa lógica.
- ✓ **Control.**- El concepto de control es muy general y puede ser utilizado en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico.
- ✓ **Conmutación.**- Es la conexión que realizan los diferentes nodos que existen en distintos lugares y distancias para lograr un camino apropiado para conectar uno o varios elementos.
- ✓ **Conmutador.**- Un conmutador es un dispositivo eléctrico o electrónico que permite modificar el camino que deben seguir los electrones.
- ✓ **Contadores.**- Es un circuito secuencial construido a partir de biestables y puertas lógicas capaz de realizar el cómputo de los impulsos que recibe en la entrada destinada a tal efecto, almacenar datos o actuar como divisor de frecuencia.
- ✓ **Electroimán.**- Es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. Es producido mediante el contacto de dos metales; uno en estado neutro y otro hecho por cables e inducido en electricidad.

- ✓ **Enclavamiento.**- Dispositivo de señalización y movimiento de los desvíos. Relación de dependencia entre la posición de los dispositivos de accionamiento de aparatos de vía, barreras, señales, etc., que deben ser accionados en un determinado orden con objeto de garantizar la seguridad de la circulación mediante la posición adecuada de todos los aparatos impidiendo movimientos peligrosos para el recorrido de una circulación.
- ✓ **Entrelazado.**- Es una técnica consistente en organizar la información digital de forma no contigua para mejorar las prestaciones de un sistema.
- ✓ **Espectro Electromagnético.**- Es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Sucesión creciente de longitudes de onda de todas las radiaciones conocidas.
- ✓ **Explorador.**- Es cualquier programa que nos traduce la información a algún formato inteligible por nosotros, que normalmente suele ser gráfico
- ✓ **Firmware.**- Es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo no volátil (ROM, EEPROM, flash), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo
- ✓ **Formato.**- El conjunto de reglas o especificaciones mediante las cuales se pueden organizar datos de diversa naturaleza.
- ✓ **Fototransistor.**- A un transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción.
- ✓ **Galvánica.**- Se produce cuando un metal es conectado a otro en presencia de un electrolito.
- ✓ **Half dúplex.**- Half-duplex, en castellano (semidúplex) significa que el método o protocolo de envío de información es bidireccional pero no simultáneo

- ✓ **Handshaking.**- Es un proceso automatizado de negociación que establece de forma dinámica los parámetros de un canal de comunicaciones establecido.
- ✓ **Interface.**- Es el punto de comunicación entre dos elementos electrónicos o informáticos. Muchas veces se refiere a él como puerto. También se podría definir como El punto de contacto entre el usuario, el ordenador y el programa.
- ✓ **Marcas.**- Es un título que concede el derecho exclusivo a la utilización de un signo para la identificación de un producto o un servicio en el mercado.
- ✓ **Manualmente.**- Cuando se realiza un proceso sin el uso de algún dispositivo mecánico.
- ✓ **Monofásica.**- Es aquel que consta de una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.
- ✓ **Módulo.**- Es un software que agrupa un conjunto de subprogramas y estructuras de datos.
- ✓ **Operandos.**- Es un valor (un argumento) con el cual la instrucción, nombrada por un mnemónico, opera. El operando puede ser un registro, una dirección de memoria, una constante literal, o una etiqueta.
- ✓ **Ordenadores.**- Un ordenador es una máquina programable. Dispositivo electrónico capaz de realizar operaciones lógicas y matemáticas de manera programada y a gran velocidad.
- ✓ **Parámetros.**- Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema. Es una información que determina el funcionamiento de un programa.
- ✓ **Paridad.**- Es una igualdad en el monto o valor, para detectar y en algunos casos corregir errores en la transmisión. Método utilizado por algunos dispositivos de comunicaciones para checar que los datos fueron transmitidos correctamente.

- ✓ **Punteros.**- Es una variable de referencia a una región de memoria; en otras palabras es una variable cuyo valor es una dirección de memoria.
- ✓ **Red.**- Es un conjunto de dispositivos físicos "hardware" y de programas "software", mediante el cual podemos comunicar computadoras para compartir recursos (discos, impresoras, programas, etc.) así como trabajo (tiempo de cálculo, procesamiento de datos, etc.).
- ✓ **Registros.**- Es una memoria de alta velocidad y poca capacidad, integrada en el microprocesador, que permite guardar transitoriamente y acceder a valores muy usados. Es un tipo de dato estructurado formado por la unión de varios elementos bajo una misma estructura
- ✓ **Remanentes.**- Parte de un bien que queda después de una expropiación. Persistencia del efecto de una promoción transcurrido el período de realización de la misma.
- ✓ **Repetidor.**- es un dispositivo electrónico que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable. Un dispositivo que intensifica las señales de la red.
- ✓ **Sincronizan.**- Es el proceso por el que se consigue establecer una correspondencia entre los datos de dos sistemas compatibles.
- ✓ **Subrutinas.**- Conjunto de instrucciones que efectúan una tarea específica dentro de un programa y al que es posible referirse.
- ✓ **Transferir.**- Transferencia de datos o información. Envío y/o recepción de datos a través de algún medio en una red o a través de un puerto. Para poder lograr una transferencia debe existir algún tipo de conexión (alambrada o inalámbrica) y un lenguaje en común (protocolo) entre los dispositivos que se conectan.

- ✓ **Temporizador.-** Es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo.
- ✓ **Topología.-** La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio.
- ✓ **UARTs.-** Este controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo.
- ✓ **Visualizar.-** Es la generación de una imagen mental o una imagen real de algo abstracto o invisible. Estrategia que consiste en la formación de imágenes mentales de forma que queden grabadas en nuestra memoria y puedan ser recuperadas posteriormente.
- ✓ **Volátil.-** Es aquella memoria cuya información se pierde al interrumpirse el flujo de corriente eléctrica.
- ✓ **Voltaje.-** Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ http://www.google.com.ec/search?hl=es&defl=es&q=define:Aut%C3%B3mata+&ei=sGXvSuCpIY-0IAe8ne3_BA&sa=X&oi=glossary_definition&ct=title&ved=0CAYQkAE
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos11/reco/reco.shtml>
- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_en_red
- ✓ <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>
- ✓ http://www.unicrom.com/Tut_ProgramarPLC.asp
- ✓ Manual del Sistema de Automatización S7-200
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos11/reco/reco.shtml>
- ✓ https://www.click4business-supplies.siemens.de/images_artikel/e20001-a1020-p272-x-7800.pdf
- ✓ Manual del Sistema de Automatización S7-200, Archivo Pdf.
- ✓ MICROWIN FULL/Documentación/Español/Manuals/S7-200_s (CD)
- ✓ Manual PLC – S7-200.
- ✓ http://148.202.148.5/Cursos/Id204/Unidad_6/65.htm
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>
- ✓ <http://www.electricidadbasica.net/fusibles.htm>
- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- ✓ http://www.sapiensman.com/control_automatico/
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

ANEXOS

ANEXO A

Anteproyecto del trabajo de graduación

Capítulo I

1. Problema

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día hay que enfrentar la enorme tarea de mejorar la enseñanza de las ciencias para satisfacer las demandas y desafíos de la economía globalizada, los salones de clase en todas las provincias del país, deben ser transformados en centros de aprendizaje que ofrezcan programas de ciencias basados en la práctica, el razonamiento y la realidad.

Para el desarrollo de la educación superior a nivel nacional es importante adquirir conocimientos prácticos que unidos a los conocimientos teóricos recibidos en las aulas permitan eficiencia pero sobre todo eficacia en el campo laboral con el propósito de ser autores en el nuevo espacio social, cultural, tecnológico localizando también las ciencias procesos educativos.

Las tecnologías de información modernas, si son utilizadas en forma apropiada, ofrecen a todos el potencial para poder llegar a alcanzar un progreso en la enseñanza de ciencias y para ello, se ha creado e implementado una red de educación virtual que utiliza los últimos conceptos e ideas de la educación a distancia y tecnologías avanzadas.

Debido al incremento tecnológico en las ramas laborales, se ve de igual forma la necesidad, de que las instituciones de educación superior posean laboratorios acorde al avance de las ciencias y la tecnología.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico existen laboratorios para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante las clases, por eso es necesario mejorar los mismos para conseguir este propósito, se investigarán nuevas técnicas de control, en el laboratorio de Control de Industrial, con la

utilización de los elementos de control que tiene la institución (PLC), para que los estudiantes de la carrera de electrónica incrementen su capacidad intelectual y desarrollo en el campo laboral, de lo contrario el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico podría no estar a la par con la tecnología que va desarrollándose día tras día.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes de la carrera de electrónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico mediante la implementación de nuevas técnicas de control en el laboratorio de Control Industrial?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las nuevas tecnologías están transformando la sociedad , y en particular los procesos educativos, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico siempre preocupado del desarrollo tecnológico y del bienestar estudiantil ha ido cambiando sus métodos de enseñanza implementando laboratorios, salas virtuales e instalaciones con el fin de incrementar y facilitar el desarrollo académico.

Mucho tiempo atrás los laboratorios donde los estudiantes ponen en práctica los conocimientos adquiridos durante las horas de clase, han sufrido constantes cambios que van acorde a las necesidades de quienes los utilizan, y un ejemplo conciso es el laboratorio de control industrial, el cual se encuentra muy bien equipado con dispositivos que poseen una tecnología que podría ser utilizada a su máximo potencial.

En la actualidad esa tecnología puede ser aprovechada por los estudiantes de la carrera de electrónica, mediante el material didáctico, es decir dispositivos y elementos de control que ayudarán de manera activa a la formación de los alumnos haciéndolos más competitivos en el campo laboral.

El motivo principal e importante por el que se pretende realizar el presente trabajo, es debido a que el mismo va encaminado a explotar al máximo el laboratorio de control industrial en cuanto se refiere al funcionamiento del PLC que posee tecnología avanzada que se la puede utilizar en muchos campos, así como también se puede aprovechar la existencia de los mismos en el laboratorio, se desarrollaran métodos y técnicas para evitar desperdiciar su capacidad tecnológico.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Analizar nuevas técnicas de control en el Laboratorio de Control Industrial, con protocolos de comunicación industrial para mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes de la carrera de electrónica del I.T.S.A.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar alternativas para mejorar el laboratorio de control.
- Investigar los dispositivos y elementos de control con sus características básicas y su funcionamiento.
- Examinar los diferentes tipos de redes industriales y sus protocolos.

1.5. ALCANCE

La investigación tendrá lugar en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en el cual los únicos beneficiarios con la implementación de nuevas técnicas de control en el laboratorio son los estudiantes de sexto nivel de la carrera de electrónica ya que debido a ello podrán incrementar sus conocimientos, y mejorar de esta manera la enseñanza práctica en la materia de Control Industrial y el reconocimiento académico del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Capítulo II

2. Plan Metodológico

2.1. Modalidad de investigación

✓ Bibliográfica

Se obtendrá información por documentación bibliográfica de dispositivos y elementos de control, y aportar información adicional del internet acerca de términos pocos comunes y por medio de la investigación de tesis anteriores con temas relacionados que se han realizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

✓ Campo

Se investigará en el lugar donde se presenta el problema, se recolectará información con todos los involucrados para obtener indagación profunda acerca de los dispositivos así como también se utilizará herramientas para la investigación como la observación y la encuesta.

2.2. Tipos de Investigación

✓ Cuasi-experimental

El tipo de investigación que se tomará en consideración para la ejecución del actual anteproyecto es Cuasi – Experimental por la necesidad de recolectar información necesaria del laboratorio de Control Industrial y de los estudiantes de la carrera de electrónica los mismos que están relacionados con los elementos de control, para la implementación de una nueva técnica de control en la institución, es decir no se tomarán al azar los sujetos a ser investigados para el problema que se suscita.

2.3. Niveles de Investigación

✓ Correlacional

Este tipo de estudio tiene como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables, que se pretende ver si están o no relacionados en los mismos sujetos y después se analizarán métodos de estudios más profundos pero no complejos que ayudarán al desenvolvimiento práctico de los estudiantes para correlacionar la teoría con la práctica.

✓ Descriptivos

En este nivel se podrá buscar y especificar las características básicas y propiedades de los dispositivos, así como también recolectar datos e información sobre diversos conceptos de los elementos de control para describir detalladamente lo que se ha investigado, con el propósito de dar un panorama amplio de la existencia de material en el laboratorio de Control Industrial y que puede ser mejor utilizado sin desperdiciar su capacidad.

2.4. Universo, Población y Muestra

El universo a tomarse en cuenta para el trabajo de investigación será el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico debido a que estarán en contacto directo con los diferentes cambios en la institución.

La población en consideración serán los estudiantes de la carrera de electrónica del I.T.S.A.

Para adquirir la muestra de la población se manejará la siguiente fórmula. Este tipo de muestra es probabilística, lo cual permitirá obtener un modelo exacto y bien definido de quienes van a ser parte de las encuestas a realizar.

Dicha fórmula es:

$$n = \frac{PQ * N}{[(N-1)E^2/K^2]+PQ}$$

Donde la simbología es:

n= tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población.

PQ= constante de la varianza población (0.25)

E= error máximo admisible (0,01 al 0.05, o sea 1% y 5%)

K= constate de corrección de error (2)

2.5. Recolección de datos

2.5.1. Técnicas:

✓ Bibliográfica

Esta técnica permitirá recolectar información secundaria que se encuentra en libros, el internet y específicamente en los manuales que vienen adjuntos en los dispositivos y elementos de control que proporcionará una guía para el empleo de un nuevo sistema de comunicación entre los dispositivos.

✓ De Campo

Esta técnica permitirá obtener información primaria entre las cuales se tiene:

- ✓ La observación por medio de la cual se podrá localizar e identificar cada dispositivo y elemento dentro del laboratorio de control industrial.

- ✓ La encuesta la cual se realizará por medio de su instrumento que es el cuestionario de acuerdo a la muestra que se obtenga. Para la elaboración del cuestionario se aplicará las técnicas de escalas para formular preguntas. Esto permitirá acercarse a los fenómenos del problema y extraer información, para contribuir al desarrollo del trabajo investigativo.

2.6. Procesamiento de la información

La información de los cuestionarios realizados necesitará de un análisis y una revisión de acuerdo a los datos obtenidos en el mismo, por medio de tabulación para conocer la frecuencia de repetición de los datos de las variables y representarlos en cuadros estadísticos, (pasteles, barras).

2.7. Análisis e Interpretación de los resultados

Una vez que se ha recopilado y tabulado la información necesaria, se la analizará para representar gráficamente la magnitud de los datos y el significado de los mismos, para poder relacionarlos con el marco teórico por medio de:

- ✓ Descripción de los resultados
- ✓ Analizar los objetivos propuestos con los resultados para saber si existe relación entre los mismos.
- ✓ Elaborar una síntesis de resultados.

2.8. Conclusiones y Recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones se obtendrán una vez concluida la investigación de este trabajo.

Se concluirá para encontrar las causas y efectos del problema que ayudarán a la mejora académica del estudiantado

Capítulo III

3. Ejecución del Plan metodológico

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Antecedentes de la investigación

El ITSA Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es una institución creada para la educación con una misión y una visión precisas con el único fin de contribuir y entregar al país tecnólogos capacitados. Los antecedentes que se han tomado como referencia para la realización de este trabajo investigativo, son los Proyectos de Grado realizados en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico algunos de los cuales son:

- ✓ Implementación del laboratorio de control Industrial en el I.T.S.A mediante la construcción de módulos didácticos para prácticas en temporizadores y elaboración de guías.

Autor: Cbos. Tec. Avc. Andrade Omar.
 Cbos. Tec. Avc. Barriga Jorge.
Año: 2001.

- ✓ Estudio e implementación de un módulo para la ampliación de entradas análogas en el PLCS7-200 existente en el laboratorio de instrumentación virtual del I.T.S.A

Autor: Yuncha Cachaguay Andrés Rodolfo.
Año: 2005.

- ✓ Optimización del sistema eléctrico en la bomba de la cisterna del I.T.S.A mediante el uso de PLC.

Autor: Cbos. Gómez Aluluma Ricardo Fernando.

Año: Cbos. Lara Gavilanes Gonzalo Roman.
2001.

3.1.2. Fundamentación teórica

Técnicas de Control

Proceso para asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas. Permite mantener a la organización o sistema en buen camino.

La palabra control ha sido utilizada con varios y diferentes sentidos Control como función coercitiva y restrictiva, para inhibir o impedir conductas indeseables.

“El control de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en el equipo de control, además existe muchas recompensas intangibles como la eliminación de la mano de obra pasiva la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado, la eliminación de errores es otra contribución positiva del uso de control automático.”¹

Existen varios métodos de control como:

- ✓ Control de supervisión y adquisición de datos. (SCADA.)
- ✓ Sistema de Control Distribuido (DSC).
- ✓ Controladores Lógicos Programables. (PLC).
- ✓ Por medio de dispositivos de control.

Control de supervisión y adquisición de datos. (SCADA.)

“Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores (computadores) en el control de producción, proporcionando

¹ http://www.sapiensman.com/control_automtico/

comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador.”²

Sistema de Control Distribuido (DSC).

Es usado en procesos de control industrial tales como generación de energía, refinación de aceite y gas, producción automatizada, comida, químicos, tratamientos de agua, etc. Está integrado por una arquitectura de control que contiene un supervisor, también está constituido por un subsistema que es el responsable de controlar los detalles de la localización del proceso.

Controladores Lógicos Programables. (PLC).

Son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial. “Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia, se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagramas de funciones). Las aplicaciones del PLC son normalmente hechos a la medida del sistema. Por otro lado, en caso de productos de alta producción, los sistemas de control a medida se amortizan por sí solos rápidamente debido al ahorro en los componentes, lo que provoca que pueda ser una buena elección en vez de una solución genérica.”³

En estos dispositivos se puede utilizar de distintas maneras una de ellas es empleando protocolos de comunicación industriales “Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red.”⁴

En la industria han posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

² <http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

⁴ http://www.alumnos.usm.cl/~ignacio.morande/descargas/PROTOCOLOS_INDUSTRIALES.pdf

- ✓ Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- ✓ Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo.
- ✓ Diagnóstico remoto de componentes.

Dispositivos de control

Entre estos tenemos:

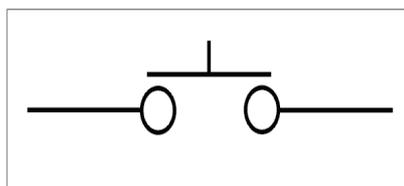
- ✓ Aparatos de Maniobra:
 - ✓ Interruptores:
 - ✓ Dispositivos de enchufe.
 - ✓ Aparatos de regulación.
 - ✓ Arrancadores.
 - ✓ Fusibles.
- ✓ Contactores.
- ✓ Relés de tiempo o temporizadores.
- ✓ Relés.
- ✓ Motores.

Aparatos de Maniobra

Interruptores

Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente, con todas sus partes montadas en una misma base.

Pulsadores



También llamados interruptores momentáneos. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos.

“Son interruptores que tienen fuerza de retroceso y su accionamiento es manual, su estructura consiste de un botón y una cámara que contiene en su interior por lo general un contacto normalmente cerrado y otro normalmente abierta, las cámaras vienen en bloque que permiten conectarse entre si y aumentar de esta manera el número de contactos.”⁵

Clasificación de los pulsadores:

- ✓ Por su forma.
 - ✓ Pasantes.
 - ✓ Salientes.
 - ✓ Con capuchón de protección.
 - ✓ De energía.
 - ✓ Enclavamiento.

Corriente y tensión

Los interruptores están diseñados para soportar una carga máxima, la cual se mide en amperios. De igual manera se diseñan para soportar una tensión máxima, que es medida en voltios.

Se debe seleccionar el interruptor apropiado para el uso que le vaya a dar, ya que si se sobrecarga un interruptor se está acortando su vida útil.

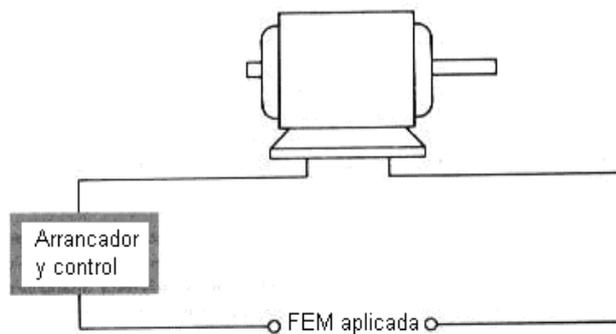
⁵ ESPINOZA B. Jessy J. CONTROL INDUSTRIAL

Dispositivo de enchufe eléctrico

“Tienen funciones idénticas a los interruptores con la diferencia que las piezas de conexión no están montadas en una misma base.”⁶

Arrancadores

Son necesarios los arrancadores para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta. El arrancador se usa para llevar al motor a su velocidad normal y luego se retira del circuito. El aparato de control ajusta entonces la velocidad del motor según sea necesario.

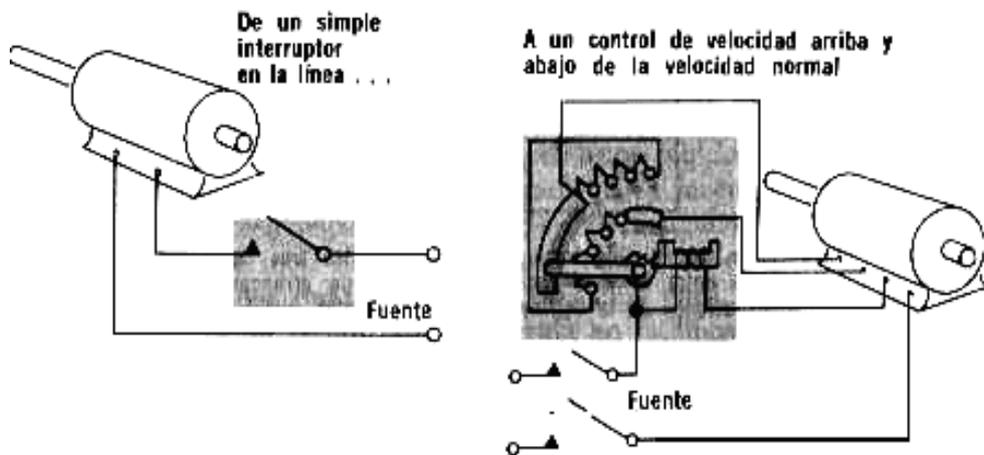


Clasificación

Los arrancadores y controles se han diseñado para satisfacer las necesidades de las numerosas clases de motores de c-c.

⁶ ESPINOZA B. Jessy J. CONTROL INDUSTRIAL

Los arrancadores y controles varían en cuanto a complejidad



Se encontrará que los arrancadores y controles se clasifican:

- ✓ Por la forma en que funcionan: manual o automática.
- ✓ Por la forma en que están contruidos: de placa o de tambor.
- ✓ Por el tipo de cubierta: abierta o protegida.

Además, los arrancadores y controles se clasifican según el número de terminales con que se conectan al motor:

- ✓ Arrancadores de contacto doble, triple y cuádruple.
 - Arrancadores de contacto triple para motores de derivación y compound.
 - Arrancadores de contacto triple para motores en serie.
 - Arrancador de contacto doble para motores en serie.
 - Arrancador de contacto cuádruple para motores de derivación y compuestos.
 - Arranque a voltaje reducido con autotransformador.
 - Arranque en estrella delta.

Fusible⁷

Son dispositivos de seguridad que protegen a los alambres contra sobrecargas de corriente, es importante que al cambiarlos se haga por uno de igual amperaje. Es conveniente que al colocar un fusible nuevo se verifique cual fue el motivo por el cual el anterior se fundió, pudo haber sido una sobrecarga o bien, un corto circuito. Todo conductor se calienta cuando por el pasa una corriente excesiva. La sobrecarga de los conductores puede ser por causa de utilizar fusibles de mayor amperaje en las derivaciones de los circuitos, esto causa pérdida de energía en los conductores de esta sección, por ende, los aparatos funcionarán incorrectamente, con el agravante de causar incendios y serios daños en la canalización. Cuando en una casa se va a incorporar un nuevo aparato de alto consumo, debe agregarse una nueva derivación de circuito capaz de soportar el consumo adicional. Se debe verificar, que el circuito de entrada, también es capaz de soportar esta incorporación.

Los colores de los conductores

Los conductores están clasificados en colores para que el electricista pueda identificarlos cuando tenga que hacer una reparación.

1. CONDUCTOR VIVO: Este debe ser de color negro el mismo que se debe de conectar al terminal dorado o de latón de los interruptores, cajas de fusibles, receptáculos, etc. Cuando en los dispositivos en lugar de tornillos tienen alambres de conexión, el conductor negro del dispositivo debe conectarse al conductor negro de la instalación eléctrica y el conductor blanco del dispositivo debe conectarse al conductor blanco.

2. TIERRA O CONDUCTOR MUERTO: También llamado alambre continuo es de color blanco, este debe conectarse directamente en la caja de entrada de la

⁷ <http://www.electricidadbasica.net/fusibles.htm>

instalación. Se debe conectar al terminal plateado de los interruptores, receptáculos, etc.

Salvo casos especiales el conductor blanco nunca debe conectarse a un conductor de color negro.

3. CONDUCTOR NUMERO 3: En el caso de instalaciones de 3 conductores, este debe ser de color rojo ya que este también es vivo y se conecta únicamente a los terminales no comunes o dorados de los receptáculos, cajas de fusibles, etc.

Contactores

Es un dispositivo que permite la conexión o desconexión de uno o varios circuitos.

Las características de los Contactores viene determinada por:

- ✓ Tipo de Contactor.
- ✓ Valores nominales.
- ✓ Circuito de Control y contactos Auxiliares.

Clasificación

- ✓ Por su construcción
- ✓ Contactores electromecánicos.- Se accionan con ayuda de medios mecánicos.
- ✓ Contactores neumáticos.- Se accionan mediante la presión de aire.
- ✓ Contactores hidráulicos.- Se accionan por la presión de aceite.
- ✓ Contactores estáticos.- Estos contactores se construyen a base de tiristores. Estos presentan algunos inconvenientes como: Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante además su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.
- ✓ Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina.
- ✓ Contactores para corriente alterna.

- ✓ Contactores para corriente continua.
- ✓ Contactor Electromagnético.- Su nombre se debe a que la fuerza para realizar los contactos es provista por un electroimán el cierre y apertura se realiza mediante piezas mecánicas.

Funcionamiento

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las autoalimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- ✓ Por rotación, pivote sobre su eje.
- ✓ Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- ✓ Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

Aplicaciones de los Contactores

Los Contactores tienen una gran variedad de aplicaciones que van desde muy sencillas en el hogar a muy complejas en la industria.

Entre las cuales podemos mencionar:

- ✓ Accionamiento de Motores eléctricos.
- ✓ Sistemas Automáticos de transferencia de energía.
- ✓ Accionamiento de bombas.
- ✓ Accionamiento de puentes grúas.

Temporizadores⁸

Los temporizadores son relés que cambian sus contactos en función del tiempo. Un relé de tiempo es aquel que nos permite realizar trabajos de activación o desactivación de otros elementos luego de haber transcurrido un tiempo luego de cierto evento.

Los temporizadores se pueden clasificar en:

- ✓ Térmicos.
- ✓ Neumáticos.
- ✓ De motor síncrono
- ✓ Electrónicos.

Temporizadores térmicos.

Los temporizadores térmicos actúan por calentamiento de una lámina bimetálica. El tiempo viene determinado por el curvado de la lámina. Constan de un transformador cuyo primario se conecta a la red, pero el secundario, que tiene pocas espiras y está conectado en serie con la lámina bimetálica, siempre tiene que estar en cortocircuito

⁸ ESPINOZA B. Jessy J. CONTROL INDUSTRIAL

para producir el calentamiento de dicha lámina, por lo que cuando realiza la temporización se tiene que desconectar el primario y deje de funcionar.

Temporizadores neumáticos.

El funcionamiento del temporizador neumático está basado en la acción de un fuelle que se comprime al ser accionado por el electroimán del relé. Al tender el fuelle a ocupar su posición de reposo la hace lentamente, ya que el aire ha de entrar por un pequeño orificio, que al variar de tamaño cambia el tiempo de recuperación del fuelle y por lo tanto la temporización.

Temporizadores de motor síncrono.

Son los temporizadores que actúan por medio de un mecanismo de relojería accionado por un pequeño motor, con embrague electromagnético. Al cabo de cierto tiempo de funcionamiento entra en acción el embrague y se produce la apertura o cierre del circuito.

Temporizadores electrónicos.

El principio básico de este tipo de temporización, es la carga o descarga de un condensador mediante una resistencia. Por lo general se emplean condensadores electrolíticos, siempre que su resistencia de aislamiento sea mayor que la resistencia de descarga, en caso contrario el condensador se descargaría a través de su insuficiente resistencia de aislamiento.

Formas de operación

- ✓ A la conexión: cuando el temporizador recibe tensión y pasa un tiempo hasta que conmuta los contactos.
- ✓ A la desconexión: cuando el temporizador deja de recibir tensión al cabo de un tiempo conmuta los contactos.

Aplicaciones:

- ✓ Control de transportación de productos.
- ✓ Controles de seguridad.
- ✓ Arranque de motores.
- ✓ Control de ascensores.
- ✓ Señalización de luminosa.
- ✓ Control de una máquina por intervalos.

Relé⁹

Es un dispositivo electromecánico, que 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.

Tipos de relés

El relé está formado por un contacto móvil o polo y un contacto fijo, pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo contacto móvil y dos contactos fijos.

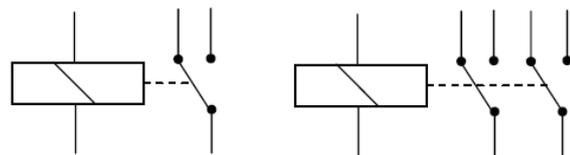
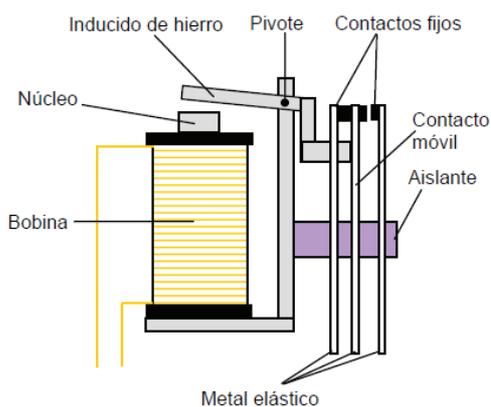
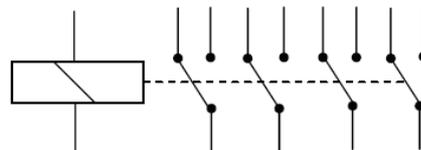


Fig. 1

Fig. 2



⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos Fig. 1. En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo fig.2.

Por tanto, funciona como un conmutador. También existen relés con más de un polo contacto móvil, siendo muy interesantes para los proyectos de Tecnología los relés conmutadores de dos polos y los de cuatro polos.

Motores¹⁰

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas.

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, movimiento circular debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular se produce en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos

¹⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

Clasificación:

Motores de corriente continua.

- ✓ Los motores de corriente continua se clasifican según la forma como estén conectados, en:
 - Motor serie
 - Motor compound
 - Motor shunt
 - Motor eléctrico sin escobillas

- ✓ Además de los anteriores, existen otros tipos que son utilizados en electrónica:
 - Motor paso a paso
 - Servomotor
 - Motor sin núcleo

Motores de corriente alterna

- ✓ Los motores de C.A. se clasifican de la siguiente manera:
 - Asíncrono o de inducción.- Los motores asíncronos o de inducción son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.
- ✓ Jaula de ardilla
- ✓ Monofásicos

- Motor de arranque a resistencia. Posee dos bobinas una de arranque y una bobina de campo.
- Motor de arranque a condensador. Posee un capacitador electrolítico en serie con la bobina de arranque la cual proporciona más fuerza al momento de la marcha y se puede colocar otra en paralelo la cual mejora la reactancia del motor permitiendo que entregue toda la potencia.
- Motor de marcha.
- Motor de doble capacitor.
- Motor de polos sombreados.

✓ Trifásicos

- Motor de Inducción.

La mayoría de los motores trifásicos tienen una carga equilibrada, es decir, consumen lo mismo en las tres fases, ya estén conectados en estrella o en triángulo. Un motor con carga equilibrada no requiere el uso de neutro. Las tensiones en cada fase en este caso son iguales al resultado de dividir la tensión de línea por raíz de tres. Por ejemplo, si la tensión de línea es 380 V, entonces la tensión de cada fase es 220 V.

✓ Rotor Devanado

✓ Monofásicos

- Motor universal.
- Motor de Inducción-Repulsión.

✓ Trifásico

- Motor de rotor devanado.
- Motor asíncrono.
- Motor síncrono.

✓ Síncrono

En este tipo de motores y en condiciones normales, el rotor gira a las mismas revoluciones que lo hace el campo magnético del estator.

Para poner en práctica algunos de estos métodos se requiere de una serie de pasos o condiciones como:

- ✓ Monitoreo.
- ✓ Reportes e Informes.
- ✓ Informe de las Operaciones:
 - Informe de Control de Corriente.
 - Frecuencia de reportes.
- ✓ Graficas y Diagramas.
- ✓ Estudios de Métodos.
 - Métodos Cuantitativos.
 - Redes
 - Estadísticas.
 - Programación Dinámica.
- ✓ Control Interno.

3.1.3. Fundamentación legal

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico está fundamentalmente creado bajo los reglamentos generales de La Ley de Educación Superior entre los cuales consta el reglamento del CONESUP que es un organismo encargado de controlar a todas las instituciones de educación superior y su pensum de estudios, además el ITSA busca el mejoramiento continuo con otras certificaciones para conseguir una educación de calidad.

3.2. Modalidad básica de investigación

✓ Bibliográfica

La modalidad de investigación es la bibliográfica, se consultó en los manuales del PLC y se obtuvo sus características, del internet se adquirió información del programa como lenguaje de programación entre otras cosas para realizar la investigación.

✓ De Campo

Se realizó una investigación de campo ya que se investigó acerca de los PLC's, también se tuvo contacto directo con el laboratorio donde se investigó los diferentes dispositivos y elementos de control y se analizó varios sistemas que podrían ayudar a un mejor desenvolvimiento del potencial tecnológico que tiene cada dispositivo (**ANEXO 2**).

También se recolectó información primaria por medio de la encuesta cuya herramienta es el cuestionario del cual se obtuvo información importante que servirá para el desarrollo del proyecto.

3.3. Tipos de investigación

El tipo de investigación que se manejó es el Cuasi – Experimental puesto que se recolectó datos necesarios del laboratorio y de los estudiantes de acuerdo a la cantidad resultante del muestreo por medio del cuestionario, implicó también la recolección de información a través de la indagación acerca de los elementos de control, para después analizarlos, es así que se pudo observar las condiciones del laboratorio (**ANEXO 3**).

3.4. Niveles de investigación

✓ **Correlacional**

Por medio de este nivel de investigación se logró determinar con exactitud que modificaciones se pueden llevar a cabo dentro del laboratorio de control y establecer posibles métodos y técnicas para un mejor desarrollo.

✓ **Descriptiva**

En la investigación descriptiva se detalla características específicas como:

- ✓ En el laboratorio de Control Industrial existen elementos importantes de control que sirven para el conocimiento práctico de los estudiantes. Entre los cuales se encuentran los PLC's.
- ✓ Las redes de comunicación son posibles implementar con estos dispositivos.
- ✓ Una red de comunicación ayudaría a controlar los PLC's desde un monitor con la programación que tenga. Con esto se puede aprovechar el tiempo durante la clase práctica en el laboratorio.

3.5. Universo, Población y Muestra

Para realizar el proyecto se toma como universo el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, (**Literal 2.4**).

UNIVERSO	
INSTITUTO	TOTAL
Estudiantes	694

Fuente: Secretaría Académica del I.T.S.A

Elaborado por: María José Jara.

Para conseguir la información adecuada se tomará en cuenta a los estudiantes de la carrera de electrónica del instituto ya que ellos son los relacionados directos con el proyecto, por esta razón comprende la población de la investigación.

POBLACIÓN	
Estudiantes Electrónica	123

Fuente: Secretaría Académica del I.T.S.A

Elaborado por: María José Jara.

Para adquirir la muestra de la población se manejará la fórmula Chi-cuadrado. Siendo una muestra probabilística, permitirá obtener un modelo definido de quienes van a ser parte de las encuestas.

Dicha fórmula es:

$$n = \frac{PQ * N}{[(N-1) E^2 / K^2] + PQ}$$

$$n = \frac{0.25 * 123}{[(123-1) * 0.05^2 / 2^2] + 0.25}$$

$$n = \frac{30.75}{[(122 * 0.05^2) / 4] + 0.25}$$

$$n = \frac{30.75}{(0.305 / 4) + 0.25}$$

$$n = \frac{30.75}{0.07625 + 0.25}$$

$$n = \frac{30.75}{0.32625}$$

n= 94.25 muestras.

El valor obtenido de las muestras corresponde al número de encuestas que se debe efectuar en la población, para así poder recolectar información necesaria, la cual se manejará y utilizará en la elaboración del presente trabajo de investigación.

3.6. Recolección de datos.

✓ Bibliográfica

La Técnica bibliografía, con la cual se obtuvo información de manuales, el internet y cursos de capacitación para el mejor desempeño y desenvolvimiento sobre el anteproyecto cuya información se encuentra **(Literal 3.1.1-3.1.2)**.

✓ De Campo

Se llevó a cabo la técnica de campo, ya que se efectuó una encuesta a los estudiantes que tienen contacto directo con el laboratorio de Control Industrial, con el instrumento del cuestionario previamente estructurado **(Anexo 1)**.

Los estudiantes de electrónica de acuerdo a la cantidad de muestra que fue calculada **(Literal 3.5)**, permite tener una idea clara y concisa de los avances que han existido en el laboratorio, los mismos que pueden mejorar de acuerdo a la tecnología existente en el mismo PLC's. Y con ello reforzar los conocimientos de los estudiantes.

3.7. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos de las técnicas, fueron tabulados para conocer la frecuencia de repetición del valor de las variables y representarlos en cuadros estadísticos, (pasteles, barras).

- ✓ Descripción de los resultados
- ✓ Analizar los objetivos propuestos con los resultados para saber si existe relación entre los mismos.
- ✓ Elaborar una síntesis de resultados.

3.8. Análisis e interpretación de resultados

Una vez que se ha recopilado y tabulado la información necesaria, se la analizará y representará gráficamente la magnitud de los datos y el significado de los mismos, para poder relacionarlos con el marco teórico.

Encuesta dirigida a los estudiantes de la carrera de electrónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Pregunta Nº 1.

1. ¿Qué aspectos se debe considerar para realizar el mejoramiento e implementación de nuevos sistemas e instrumentos en el laboratorio de control industrial?

- Capacidad del laboratorio.
- El tipo de instrumento.
- Modernización de los actuales dispositivos
- Otros aspectos.....

Análisis Estadístico e Interpretación de los Resultados

El siguiente cuadro representa de manera general los resultados obtenidos por la encuesta:

Opciones de la Pregunta	Respuestas Afirmativas en (%)
Capacidad del laboratorio	57.44%
El tipo de instrumentos	68.08%
Modernización de los actuales dispositivos	91.46%
Otros aspectos	73.40%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

Como se puede observar en la tabla la mayoría de los encuestados 91.46% se inclinan por la modernización de los dispositivos que se encuentran en el laboratorio ya que con ello se avanzará en el desarrollo de las destrezas del estudiante con el fin de evitar posibles falencias en el desempeño laboral.

A continuación se detalla la manera en la que fue analizada e interpretada la información que se obtuvo:

Tabla de Respuestas del ítem 1

Capacidad del laboratorio.

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
AFIRMATIVAS	54	57.44%
NEGATIVAS	40	42.54%
Total	94	100%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

Mediante estos datos se puede observar que el 57.44% corresponde al 54 de estudiantes encuestados creen que la capacidad del laboratorio se relaciona con el mejoramiento del laboratorio de control industrial esto es importante para la comodidad de los estudiantes y los profesores para evitar desconcentración durante las horas de clase.

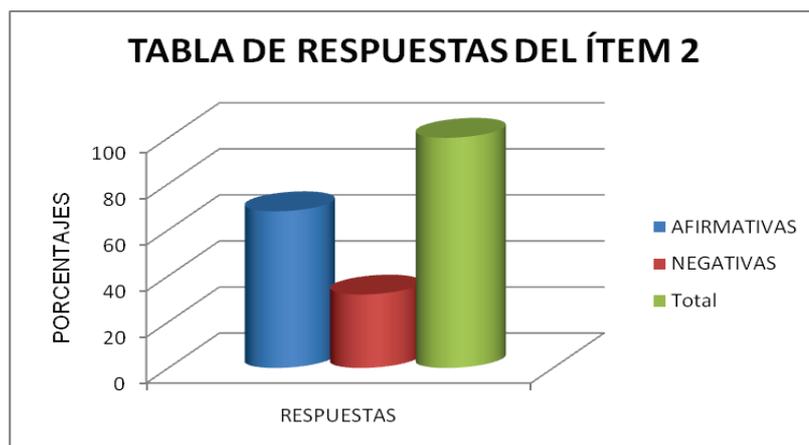
Tabla de Respuestas del ítem 2

El tipo de instrumento.

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
AFIRMATIVAS	64	68.08%
NEGATIVAS	30	31.92%
Total	94	100%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

El 68.08% de los estudiantes están de acuerdo en que el tipo de instrumentos que existen en el laboratorio tienen mucha influencia en el desarrollo práctico por tal motivo es necesario mejorar, utilizando los mismos elementos que se tienen para no desperdiciarlos, y sacar mayor provecho para obtener conocimientos concisos. También es necesario considerar que los instrumentos estén acordes con el aprendizaje teórico-práctico.

La teoría sin la práctica no sirve de mucho, las dos deben ir de la mano.

Tabla de respuestas del ítem 3

La teoría con la práctica

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
AFIRMATIVAS	86	91.49%
NEGATIVAS	8	8.51%
Total	94	100%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



*Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).
Elaborado por: María José Jara.*

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

El 91.49% de los estudiante opinan que la teoría con la práctica deben ir a la par para así reafirmar sus conocimientos y determinar por ellos mismos cuales son las ventajas y desventajas de los diferentes elementos de control que se encuentran en el laboratorio.

Tabla de respuestas del ítem 4.

Otros aspectos

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
AFIRMATIVAS	69	73.40%
NEGATIVAS	25	26.60%
Total	94	100%

*Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).
Elaborado por: María José Jara.*



*Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).
Elaborado por: María José Jara.*

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

Por medio de estos datos se puede observar 73.40% de los estudiantes encuestados creen que considerar otros aspectos ayudaría a mejorar el laboratorio, entre estos posiblemente deberían incrementar las horas de práctica ya que la teoría con la práctica se relacionan pero existen aspectos importantes en el instante que funciona un instrumento y que debe ser tomado en consideración, otro aspecto a consideración es la cantidad de elementos que existe en el laboratorio.

Pregunta N° 2.

2. Según su criterio ¿Qué elementos se deben mejorar para optimizar el conocimiento teórico-práctico en el laboratorio de control industrial?

.....

.....

.....

.....

Tabla de respuestas de la pregunta 2.

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
OPINA	64	68.08%
Desconoce	30	31.92%
Total	94	100%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

El 68.08% de los estudiantes encuestados tiene una idea básica de los elementos del laboratorio. Con esto se puede interpretar que los estudiantes conocen las ventajas y desventajas de los dispositivos y elementos de control que se encuentran en el laboratorio.

Pregunta 3

3. Según su criterio ¿qué significa comunicación en red?

.....

Tabla de Respuestas de la pregunta 3.

Respuesta	Cantidad	Porcentajes
OPINA	49	52.12%
Desconoce	45	47.88%
Total	94	100%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

Análisis Estadístico e interpretación de los resultados.

El 52.12% se puede interpretar que no es un tema muy conocido pero que existe un porcentaje considerable que si puede dar su criterio en relación al tema, entre los conceptos más afines es que: “es un intercambio de información de un dispositivo a otro”.

Pregunta 4

4. Asigne el valor de 1 a 5, siendo 5 la mayor puntuación y 1 la menor: ¿cree usted que para mejorar sus conocimientos, en la materia de control industrial se debe?

- Profundizar más la materia.
- Comprar nuevos equipos de laboratorio.
- Relacionarse más con el campo laboral.
- Hacer más prácticas en él laboratorio.

Análisis Estadístico e Interpretación de los Resultados.

Opciones de la Pregunta	Más Importante (5) en (%)
Profundizar más la materia.	45.75%
Comprar nuevos equipos de laboratorio	15.96%
Relacionarse más con el campo laboral.	56.19%
Hacer más prácticas en él laboratorio.	63.83%

Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.



Fuente: Investigación de Campo (Encuesta).

Elaborado por: María José Jara.

En la tabla anterior se demuestra que los estudiantes 63.83% están de acuerdo en hacer mas prácticas en el laboratorio para así tener un buen desempeño en la realización de prácticas profesionales y en si para un buen desarrollo profesional ya que muchas veces se pasa por alto detalles que solo se pueden observar durante la manipulación de los elementos de control.

3.9 Conclusiones y recomendaciones de la investigación

Conclusiones:

- ✓ Existen equipos, dispositivos que tienen gran capacidad de memoria, almacenamiento y tecnología que debería ser utilizada para optimizar el desarrollo del laboratorio de Control Industrial.
- ✓ Para mejorar los conocimientos de la materia de control industrial se debe tomar en cuenta diferentes aspectos entre los cuales se pide o recomienda realizar más prácticas y relacionar esa materia con el campo laboral para obtener profesionales exitosos.
- ✓ Con una red Industrial se simplificará el cableado en la elaboración de prácticas en el laboratorio de Control Industrial.

Recomendaciones

- ✓ Es importante conocer qué tipo de instrumentos y dispositivos se encuentran en el laboratorio y sus características para evitar complicaciones como malas conexiones, cortos circuitos, entre otros.
- ✓ Para realizar algún tipo de cambio dentro del laboratorio de control industrial se debe analizar todas las posibles causas sus ventajas y desventajas para evitar una saturación en el mismo.
- ✓ Para hacer cambios en la materia y poderlos relacionar con la práctica hay que realizar un análisis profundo de los conocimientos que se adquieren durante las horas de clase.
- ✓ Se debe modernizar los actuales dispositivos con los que cuenta el laboratorio de control industrial para el desarrollo y mejoramiento de la materia.

Capítulo IV

4. Factibilidad

4.1. Técnica

Es factible realizar este trabajo debido a que:

- El I.T.S.A. cuenta con las instalaciones apropiadas para realizar las pruebas que sean necesarias.
- Se cuenta con el manual del PLC.
- La ayuda del programa **STEP 7 MICROWIN** para la programación de los PLC's.
- Los PLC's S7-200 CPU 224XP del laboratorio de control industrial que serán utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación.

4.2. Legal

Si es factible debido a que no se ha violado ningún reglamento interno de la institución y será aprobado y revisado con las respectivas autoridades, sin violar ningún reglamento de la institución.

4.3 Operacional

Si es factible operacionalmente puesto que se llevará a cabo la implementación de una red con sus respectivas guías de utilización funcionamiento y protección, las cuales ayudarán a ser manipulables de acuerdo a la necesidad del usuario.

4.3. ECONÓMICO FINANCIERO, ANÁLISIS COSO-BENEFICIO (TANGIBLE E INTANGIBLE).

4.3.1. TALENTO HUMANO.

Tabla 4.3.1 de datos.

RECURSOS	DESIGNACIÓN
María José Jara.	Investigadora
Ingeniero del I.T.S.A.	Asesor

Elaborado por: María José Jara.

4.3.2. RECURSOS TÉCNICOS.

Se utilizará manuales técnicos, internet y proyectos de grado relacionados con el tema a realizarse, los mismos que son de fácil acceso.

4.3.3 RECURSOS FINANCIEROS

Tabla 4.3.3 de datos

Descripción	Costo
Convertor RS 485	210.00
Folletos	16.00
Guías	50.00
Copias	1.50
Cursos de Capacitación	150.00
Varios	35.00
TOTAL	462.50

Elaborado por: María José Jara.

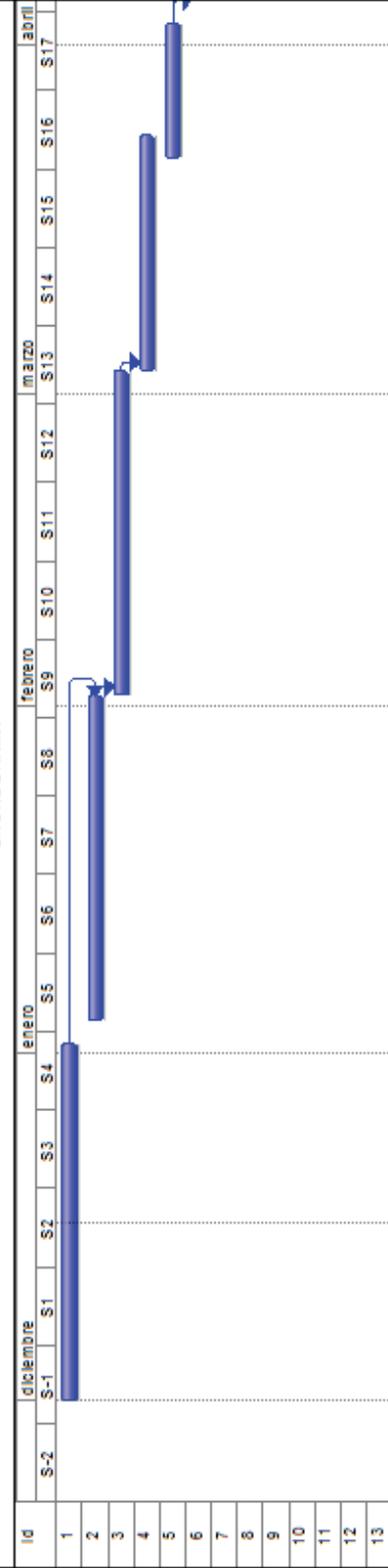
Hay que tener en cuenta que los PLC's a utilizarse se encuentran en el laboratorio de Control Industrial del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Capítulo V

5. Denuncia del Tema

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE PLC'S MEDIANTE EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS Y ELABORACIÓN DE SUS RESPECTIVAS GUÍAS PARA EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DEL I.T.S.A.

CRONOGRAMA



Proyecto: Project1
 Fecha: jue 17/12/09

Elaborado por Maria Jose Jara

Tarea
 División
 Progreso

Tareas externas
 Hito externo
 Fecha límite

Hilo
 Resumen
 Resumen del proyecto

ANEXOS B

CUESTIONARIO

Encuesta No.....

Fecha:.....

Encuesta dirigida a: ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Objetivo:

Buenos días, me llamo María José Jara y soy estudiante del I.T.S.A. esta encuesta se relaciona con la mejora de los laboratorios específicamente el LABORATORIO DE CONTROL DEL INSTITUTO.

El cuestionario le llevará tan solo unos pocos minutos contestarlo. Agradecemos su información y garantizamos que el mismo será tratado confidencialmente.

Preguntas:

1. ¿Qué aspectos se debe considerar para realizar el mejoramiento e implementación de nuevos sistemas e instrumentos en el laboratorio?

- Capacidad del laboratorio.
- El tipo de instrumento.
- Cantidad de equipos.
- Otros

2. Según su criterio ¿Qué equipos se deben mejorar para optimizar el conocimiento teórico-práctico en el laboratorio de control industrial?

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

3. Según su criterio ¿qué significa comunicación en red?

.....

4. Asigne el valor de 1 a 5, siendo 5 la mayor puntuación y 1 la menor: ¿cree usted que para mejorar sus conocimientos, en la materia de control industrial se debe?

- Profundizar más la materia.
- Comprar nuevos equipos de laboratorio.
- Relacionarse más con el campo laboral.
- Hacer más prácticas en él laboratorio.

Observaciones:.....
.....

Nombre del encuestador:.....

Datos socio-demográficos del encuestado:

Nombre:.....Dirección:.....Teléfono:.....

Edad Estado civil Nivel de educación

ANEXO C

Existen varios métodos de control que podrían ser utilizados en el laboratorio:

Sistemas de control	CARACTERISTICAS
Control de Supervisión y Adquisición de Datos SCADA	Proporciona comunicación con los dispositivos de campo.
	Controla de forma automática desde el ordenador el proceso.
	Da información sobre supervisión, control del proceso, alimentación de datos.
	Un sistema SCADA incluye un hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre-máquina (HMI), redes, comunicaciones, base de datos y software.
	De este método se deriva los demás ya que este es el más completo.
SCADA es el sistema que mas abarca algunos de los elementos y dispositivos de control que se encuentran en el laboratorio de Control Industrial y por ende es el más factible.	
Sistema de Control Distribuido DSC	Están basados en tres niveles, un nivel de Operación, un nivel de Control y un nivel de Campo.
	Controla y supervisa miles de variables con un nivel de fiabilidad y seguridad elevado.

	Están capacitados para enviar al sistema de supervisión en tiempo real toda la información procesada.
El Sistema de Control Distribuido es un proceso bastante conveniente siempre y cuando se trate de procesos industriales amplios y no para fines didácticos de estudio.	
Controlador Lógico Programable PLC	Son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.
	Controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, y también pueden realizar operaciones aritméticas y manejar señales analógicas.
	Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia.
	Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas, generalmente tiene integrado puertos de comunicaciones seriales como el RS-485, que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante.

	<p>Las comunicaciones en los puertos del PLC se establecen utilizando distintos protocolos o lenguajes de comunicaciones como: Modbus, Bus CAN, Profibus, Devicenet, Controlnet, Ethernet I/P.</p>
	<p>El protocolo de comunicación Modbus es el más utilizado ya que es público, su implementación es fácil y requiere poco desarrollo y maneja bloques de datos sin suponer restricciones.</p>
<p>El Controlador Lógico Programable a mi consideración es el más conveniente para implementar en el laboratorio debido a que existen los PLC y no son muy utilizados además de que es factible y existen materiales adecuados para realizar una comunicación entre los PLC.</p> <p>Tomando en consideración que serviría para fines didácticos de estudios.</p>	

ANEXO D

En el laboratorio se encuentran cuatro tableros donde trabajan de dos a tres estudiantes en los cuales se encuentran los siguientes elementos:

- Fusibles
- Breakes
- Lámparas
- Amperímetros
- Pulsadores
- Toma corriente
- Temporizadores:
 - Rele On delay
 - Rele Off delay
- Contactores
- Pulsadores
- Luces Piloto

Cada uno de estos elementos tiene distribuido sus contactos en el tablero para realizar las conexiones.

TABLERO DE CONTROL



Existen también otros elementos como:

- Motores
- Generadores
- PLC estos no se encuentran implementados en el Laboratorio
- LOGO no se encuentran en implementados en el Laboratorio.

NOTA: Los dispositivos que no se encuentra implementados si se encuentran en el instituto y son utilizados en las prácticas que se realizan de acuerdo a la necesidad del docente.

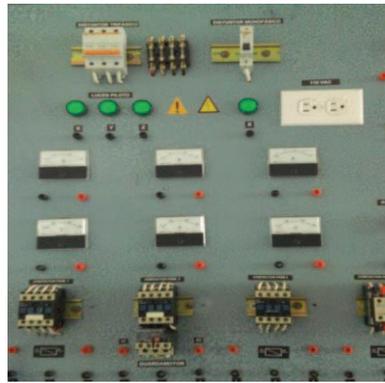
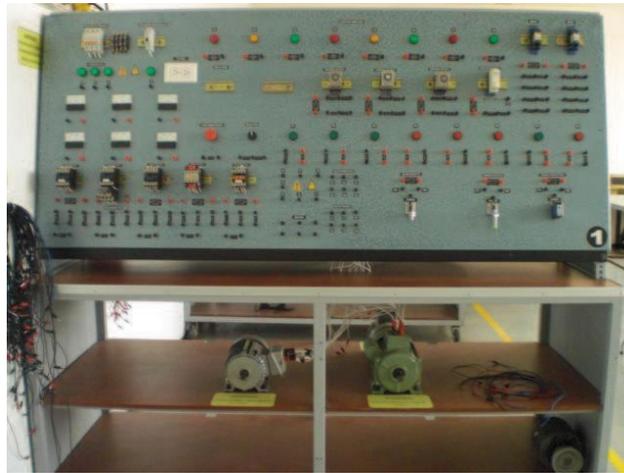
MOTORES



GENERADOR



ELEMENTOS





HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: María José Jara Chico
NACIONALIDAD: Ecuatoriana
FECHA DE NACIMIENTO: 21 de Junio de 1986
CÉDULA DE CUIDADANIA: 171147659-6
TELÉFONOS: 022409-891 092575843
CORREO ELECTRÓNICO: jara_majoln@yahoo.es
DIRECCIÓN: Zoila Rendón E7-42 y El Morlán



ESTUDIOS REALIZADOS

- **Educación Superior:** Agosto 2010
Título obtenido: Tecnólogo en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
(Cotopaxi/Latacunga)
- **Educación media:** Agosto 2006
Título Obtenido: Bachiller en Ciencias, Físico Matemático
Colegio Municipal Sebastián de Benalcázar
(Pichincha/Quito)
- **Suficiencia en el idioma Inglés:** Junio 2009
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
(Cotopaxi/Latacunga)

PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Escuela de Pilotos: Febrero 2009

Departamento de mantenimiento

(Paztaza/Shell)

GTS: Septiembre 2009

Departamento de mantenimiento

(Pichincha/Quito)

SEMINARIOS

- **SECAP P.L.C. I SIMATIC**
- **SECAP P.L.C II SIMATIC**
- **COMPU-TRONIC** Electrónica y Mantenimiento de computadores.
- **CID-DIAF: Febrero 2008**
Curso de conocimiento y familiarización de herramientas utilizadas en aviación. (24 horas)

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA EL
AUTOR MARÍA JOSÉ JARA CHICO**

María José Jara Chico

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

**Ing. Pablo Pilatasig Director de la Carrera de Electrónica mención
Instrumentación y Aviónica**

Latacunga Abril 19 del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **MARÍA JOSÉ JARA CHICO**, Egresado de la carrera de Electrónica mención Instrumentación y Aviónica , en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 171147659-6, autor del Trabajo de **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE PLC'S MEDIANTE EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MODBUS Y ELABORACIÓN DE SUS RESPECTIVAS GUIAS PARA EL LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL DEL ITSA**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

María José Jara Chico

Latacunga Abril 19 del 2011