



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Residencia profesional

“Automatización de cuchillas de operación en grupo en tap de 115 kv para las subestaciones Liberación Mexicana y Bochil por protocolo de comunicación DNP 3.0”

Dependencia: CFE

Ingeniería Electrónica

Presentado por:

No. de Control

Miguel Angel Escobar Cruz 05270265

Moisés Ramón Hernández Hernández 05270281

Asesor interno: Ing. Gerardo Fernando Díaz Borrego

Asesor Externo: Ing. Julio Cesar Alcantara Martinez

Revisor: M.C. Jose Rafael Sanchez Maldonado

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a 07 de Enero del 2010

Índice

	Pág.
Capítulo I	
Introducción	4
<hr/> <hr/>	
1.1. Definición del problema	6
1.2. Justificación	7
1.3. Objetivos	7
1.4. Hipótesis	8
1.5. Alcances y limitaciones del proyecto	9
Capítulo II	
Fundamento Teórico	
<hr/> <hr/>	
2.1. Sistemas de Automatización	10
2.1.1. ¿En que consiste un Sistema Automatizado?	11
2.1.2. Elementos de una instalación Automatizada	13
2.2. Sistema de Automatismo utilizado en CFE	14
2.2.1. Unidad Terminal Remota (UTR)	15
2.2.2. Módulo de CPU (CONV21A)	16
2.2.3. Módulo de entradas digitales (MED)	18

2.2.4. Alarmas	19
2.2.5. Módulos de salidas digitales	20
2.3. Comunicación de un Sistema de Automatismo y el Protocolo DNP 3.0	22
2.3.1. Características del DNP 3.0	23
2.3.2. Respuestas no solicitadas	24
2.3.3. Automatización usando lógica PLC	25
2.3.4. PLC's y Relevadores	26
2.3.5. Campos de aplicación del PLC	27
2.3.6. Ventajas del PLC	27
2.4. Etapa Neumática.	28
2.4.1. Compresor	28
2.4.2. Funcionamiento de un circuito válvula-cilindro	29
2.4.3. Electroválvulas	31

Capítulo III **Desarrollo del Proyecto**

3.1. Etapa de Comunicación	34
3.1.1 Actividades en la Etapa de Comunicación	36

3.2. Etapa Neumática	37
3.2.1. Actividades en la Etapa Neumática	37
3.3. Etapa de Control	38
3.3.1 Actividades en la Etapa de Control	39

Capítulo IV	Resultados	47
--------------------	-------------------	-----------

Capítulo V	Conclusiones	48
-------------------	---------------------	-----------

Referencias Bibliográficas y Virtuales	50
---	-----------

Anexos	51
---------------	-----------

Capítulo I

Introducción

Comisión Federal de Electricidad es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica.

Esta organización siempre se ha preocupado por estar dentro de un marco de competencia y actualización tecnológica permanente, eso se percibe por los numerosos proyectos de mejora que se han aprobado con este propósito, entre algunos de ellos se encuentran aquellos donde se pretende la automatización de diferentes procesos.

Como por ejemplo:

- Control de 5 Generadores de 300 Mwatts y Sistema de Monitoreo (programación, cableado tableros, pruebas y puesta en marcha), para la central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres, de Chicoasen, Chiapas 35 PLC's: S7400 y S7 300 Siemens.
- Monitoreo: WinCC bajo Windows NT y paneles de operación OP27. Red Ethernet TCP por fibra óptica.

El Área de Control de CFE cuenta con un sistema de automatismo que facilita la detección de fallas en subestaciones que proporcionan el suministro eléctrico, esto se logra comunicando la estación maestra a través de un radio modem y una antena con la Unidad Terminal Remota (UTR).

En nuestro caso, desarrollaremos nuestra Residencia Profesional en el Área de Control para solucionar una problemática que se presenta en CFE con el proyecto denominado:

“Automatización de cuchillas de operación en grupo en TAP de 115 KV para las subestaciones Liberación Mexicana y Bochil por protocolo de comunicación DNP 3.0”.

Este sistema de automatismo permite la ejecución de mandos de control desde la Unidad Central Maestra para la apertura o cierre de las cuchillas por medio de un accionador neumático.

Con la implementación de dicho sistema se hizo una inversión inicial mínima comparada con los gastos en pagos de personal y transporte. Y además se logra dar solución a los problemas de manera más rápida.

1.1. Definición del problema

La CFE es la entidad del gobierno federal encargada de la planeación del sistema eléctrico nacional, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión para satisfacer la demanda existente.

La infraestructura para generar la energía eléctrica está compuesta por 177 centrales generadoras, con una capacidad instalada de 50,238 megawatts (MW). Toda esta infraestructura requiere una minuciosa atención y constante vigilancia.

Uno de los problemas que requiere atención y que mas le aqueja al Departamento de Control, son las fallas que se presentan en algunas subestaciones que están muy alejadas del centro de trabajo, y para corregirlas los técnicos deben de trasladarse hasta el lugar donde se presento el incidente.

El proceso anterior requiere mucho tiempo para solucionar el problema, que en la mayoría de los casos se debe a una sobrecarga, o por algún cortocircuito en las líneas de tensión, lo que provoca que las cuchillas se abran y dejen de suministrar el servicio de energía eléctrica a las poblaciones de Bochil y Liberación Mexicana.

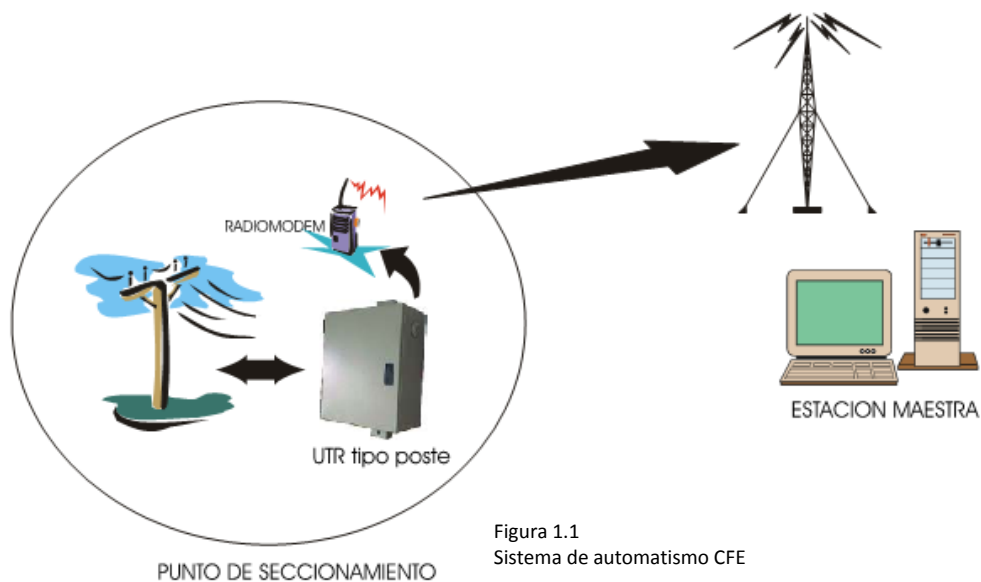


Figura 1.1
Sistema de automatismo CFE

1.2. Justificación

La acción de abrir o cerrar cuchillas de manera manual es muy sencilla, pero tiene cierto grado de riesgo para quien lo opera, y no resulta factible para la empresa invertir un día de trabajo de dos técnicos solo para corregir esta falla, habiendo otras actividades que si requieren plena atención.

Por eso se implementó este proyecto para lograr hacer dichas operaciones de manera remota y de esta forma dar solución a las fallas de esta clase en menos tiempo.

La inversión en dicho sistema es mínima y recuperable en poco tiempo, ya que con ello se ahorrará gastos de personal y transporte.

CFE cuenta con varios equipos neumáticos en desuso que han podido restablecerse a su función original usando la tecnología PLC en su sistema de control y de esta manera se ha logrado la "Automatización de cuchillas de operación en grupo en TAP de 115 KV para las subestaciones Liberación Mexicana y Bochil por protocolo de comunicación DNP 3.0".

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Telecontrolar las cuchillas de operación en grupo en TAP de 115 KV para las subestaciones Liberación Mexicana y Bochil.

Objetivos específicos

- Implementación de un nuevo sistema de control del accionador neumático usando lógica PLC.
- Establecer comunicación entre UTR (Unidad Terminal remota) y estación maestra en la banda de los 900 MHz.

1.4. Hipótesis

La automatización de las cuchillas se logrará mediante el equipo neumático que cuenta con un tanque de aire comprimido, un compresor y un pistón de doble efecto, este último realiza la acción de cierre o apertura de las cuchillas.

El equipo de automatización consiste en un controlador lógico programable (PLC) de 8 entradas y 4 salidas que trabajara en conjunto con la UTR y serán los encargados del monitoreo de los siguientes puntos.

- Estado de Cuchillas
- Batería en operación
- Falla de Vca
- Presión del Tanque

Y es capaz de mandar controles para:

- Cierre o apertura de Cuchillas.

El elemento que nos servirá como interruptor de final de carrera serán unos switch de bajo esfuerzo que serán capaces de comunicar al PLC que ha concluido el desplazamiento de los pistones en cualquiera de sus sentidos, el pistón tiene un mecanismo que empuja los switch de bajo esfuerzo de esta manera envían un pulso, el cual es interpretado como un estado, pistón fuera o pistón dentro que hace el proceso de abrir o cerrar la cuchilla.

El equipo será encargado de sensar la presión interna del tanque y dependiendo si la presión es normal o baja, mandará a activar el compresor que se apagará hasta que la presión se normalice, en condiciones que no se cuente con C.A. y el tanque este lleno nos permitirá 6 acciones de control.

1.5. Alcances y limitaciones del proyecto

Compatibilidad con otros protocolos de comunicación

El proyecto presentado fue diseñado para trabajar exclusivamente con el protocolo DNP 3.0, que es con el que actualmente trabaja el sistema de automatismo de CFE, si se pretende manejar con un protocolo de comunicación diferente se deberá tomar ciertas precauciones en las etapas de comunicación y control.

Etapas de alimentación de respaldo

La integración de una alimentación auxiliar en caso de presentarse una falla en el suministro de energía eléctrica, también esta contemplada en este proyecto.

Esta alternativa presenta ventajas importantes, pues sigue permitiendo la ejecución de mandos de control de manera local en caso de que la UTR este sin alimentación, o remota si la UTR cuenta con una alimentación auxiliar.

2.1. Sistemas de Automatización

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

- Requerimientos de un aumento en la producción
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos
- Necesidad de bajar los costos de producción
- Escasez de energía
- Encarecimiento de la materia prima
- Necesidad de protección ambiental
- Necesidad de brindar seguridad al personal
- Desarrollo de nuevas tecnologías

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, pudiéndose resaltar las siguientes:

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.

- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento y performance de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.
- Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.
- Disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

2.1.1. ¿En que consiste un Sistema Automatizado?

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada.

Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Los sistemas de automatización también se han utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

En comunicaciones y aviación dispositivos como los equipos automáticos de conmutación telefónica, los pilotos automáticos y los sistemas automatizados de guía y control se utilizan para efectuar diversas tareas con más rapidez o mejor de lo que podría hacerlo un ser humano en el mismo tiempo.

Muchas industrias están muy automatizadas, o bien utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades. En las comunicaciones, y sobre todo en el sector telefónico, la marcación, la transmisión y la facturación se realizan automáticamente.

2.1.2. Elementos de una instalación Automatizada

Maquinas: Son los equipos mecánicos que realizan los procesos, traslados, transformaciones, etc. de los productos o materia prima.

Accionadores: Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. Pueden ser:

Accionadores Eléctricos: Usan la energía eléctrica, son por ejemplo, electroválvulas, motores, resistencias, cabezas de soldadura, etc.

Accionadores Neumáticos: Usan la energía del aire comprimido, son por ejemplo, cilindros, válvulas, etc.

Accionadores Hidráulicos: Usan la energía de la presión del agua, se usan para controlar velocidades lentas pero precisas.

Pre Accionadores: Se usan para comandar y activar los accionadores. Por ejemplo, contactos, switches, variadores de velocidad, distribuidores neumáticos, etc.

Captadores: Son los sensores y transmisores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estados del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.

Interfaz Hombre-Máquina: Permite la comunicación entre el operario y el proceso, puede ser una interfaz gráfica de computadora, pulsadores, teclados, visualizadores, etc.

Elementos De Mando: Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómeta, y conforman la unidad de control.

2.2. Sistema de Automatismo utilizado en CFE

Elementos y funciones del punto de Seccionamiento

El concepto de puntos de seccionamiento obedece a las necesidades de "seccionar por partes" las líneas de distribución, para que mediante un algoritmo de seccionalización automática (ASA del SCADA-SSAD de Sensa) se detecte, aisle y reponga de la manera más eficiente y rápida la energía en una sección de red eléctrica.

Los puntos de seccionamiento están constituidos por varias partes principales:

1. UTR de poste, la cual lleva el control y procesamiento de toda la información en ese punto de la rama, información tanto digital como analógica así como la posibilidad de ejecutar controles de aperturas y cierres hacia el interruptor asociado.
2. Operador neumático, mediante señales enviados por la UTR de poste se ejecutan mandos de aperturas o cierres en estos dispositivos.
3. Sensores de voltaje y Corriente, localizados mecánicamente en contacto con la línea suministran relaciones de voltajes y corrientes hacia la UTR de poste, de tal manera que ella pueda determinar con exactitud mediciones en la línea de estos parámetros.
4. Equipo de comunicaciones, constituido por un radio modem y antena, que sirve como interface de comunicación entre el equipo en el punto de seccionamiento y la estación maestra.

A continuación presentamos información detallada de cada uno de los elementos que ya hemos estado estudiando y que forman parte del equipo que implementaremos para llevar a cabo la Automatización de Cuchillas de las Subestaciones de LMX y BCH.

2.2.1. Unidad Terminal Remota (UTR)

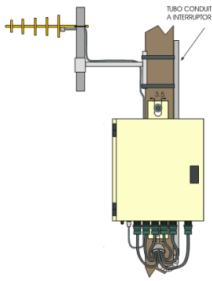


Figura 2.2.1.a
UTR de poste

La UTR de poste es un dispositivo de control y adquisición de datos, que permite realizar el procesamiento de señales de estado y medición, así como operaciones de salida de control a través de las líneas de distribución (como pueden ser alarmas de campo, señales de voltaje y corriente, apertura y cierre de seccionadores, etc.), ver figura 2.2.1.a.

Dentro de sus capacidades tenemos lo siguiente:

- Realizar mediciones de corriente, voltaje, ángulo de fase, factor de potencia, potencia reactiva (VARs), potencia real (W), corriente de neutro y suma de voltajes.
- Transferencia de datos con la UCM (Unidad Central Maestra), a través del sistema de comunicaciones.
- Contiene los módulos de alimentación, comunicaciones y control necesarios para la operación del interruptor, como bien se aprecia en la figura 2.2.1.b.

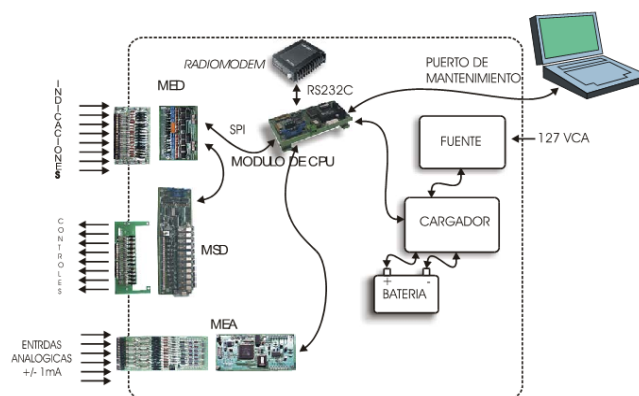


Figura 2.2.1.b
Interconexión de elementos en la UTR de poste

2.2.2. Módulo de CPU (CONV21A)

El sistema está diseñado en torno a un módulo de CPU que está formado por dos tarjetas una es un módulo de aplicación general basado en el microcontrolador 68HC912 de Motorola que integra en el mismo chip muchas funciones (CPU, Memoria RAM, FLASH EPROM, puertos seriales, etc.,) y la tarjeta CONV21A que aumenta la cantidad de puertos, proporciona drivers RS232 y RS485 y particulariza la operación de la tarjeta de CPU. Este conjunto administra la operación del sistema, en este módulo reside el programa principal. En este programa se encuentran las rutinas que monitorean la operación de cada módulo, así como las rutinas de comunicación que definen el protocolo que usa el sistema para comunicarse.

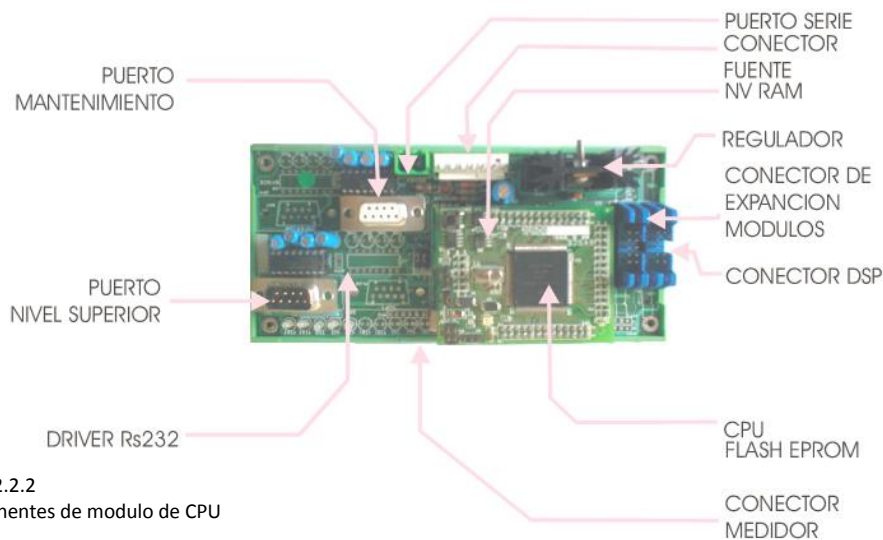


Figura 2.2.2
Componentes de modulo de CPU

Los principales componentes de este módulo se muestran en la figura 2.2.2 y son:

MCU: Microcontrolador MC68HC12 de Motorola que integra en si mismo una unidad central de proceso, dos puertos seriales para el puerto de mantenimiento y otro de comunicación, la interface de comunicación síncrona (SPI) para comunicación con los módulos, un convertidor A/D de 10 bits para supervisión de los voltajes internos de operación de la UTR, 3 timers usados para las bases de

tiempo del sistema, 1/2 Kbytes de memoria EEPROM para guardar la configuración del sistema, administrador de interrupciones, y algunos bits de entrada / salida.

Flash EPROM: 60 Kbytes de memoria no volátil reprogramable en el mismo módulo que es usada para contener el programa de aplicación del sistema, esta tecnología de memoria permite la actualización del firmware y cuenta con sistemas de seguridad que evitan que la memoria pueda ser corrompida por algún error del sistema.

RAM no Volátil: 16 Kbytes de memoria RAM con respaldo de baterías de litio que se usa para el registro de eventos, tiene la ventaja de conservar la información aun cuando el equipo sea desconectado totalmente de las fuentes de energía su vida útil mínima es de 17 años.

RAM: 2 Kbytes de memoria RAM usada para variables temporales usadas en la implementación del programa de aplicación.

EEPROM: 1 Kbyte de memoria usada para almacenar los cambios de configuración del equipo, tiene la ventaja de conservar la información aún cuando el equipo sea desconectado totalmente de las fuentes de energía.

Puertos seriales: Cuenta con 4 puertos seriales asíncronos usados para: comunicación con el medidor, comunicación con el detector de fallas, comunicación a nivel superior con la UCM y canal de configuración.

Cada uno de estos puertos cuenta con un búfer de recepción de 16 datos y con las líneas de control de flujo necesarias.

Driver RS232: Usado para acondicionar las señales para la comunicación con el módem de comunicación a nivel superior y el simulador en el puerto de mantenimiento y configuración.

Driver RS485: Tiene como propósito el de acondicionar las señales de comunicación con el medidor.

2.2.3. Módulo de Entradas Digitales (MED)

Este módulo cuenta con 16 entradas digitales aisladas ópticamente, diseñadas para alimentarse de un contacto seco o bien de señales de 12 a 24 Vcd., la figura 2.2.3.a muestra una foto del módulo de Entradas digitales.

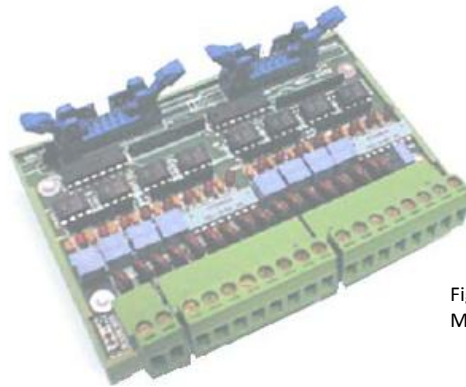


Figura 2.2.3.a
Módulo de entradas digitales

Este módulo esta formado básicamente por tres etapas que se muestran en el siguiente esquema de la figura 2.2.3.b, la primer etapa es un bloque de protección contra descargas eléctricas y electrostáticas, en un arreglo de varistores, capacitores y resistencias, que a la vez funcionan como un filtro antialias, es decir eliminan variaciones menores que la frecuencia de muestreo.

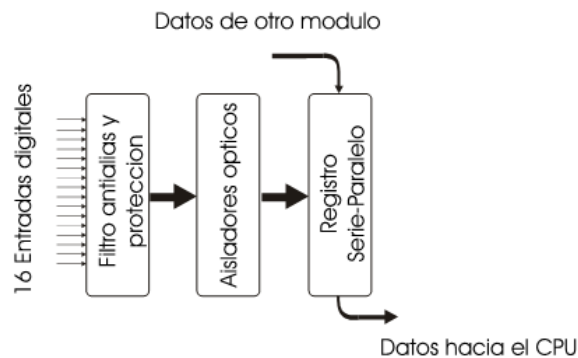


Figura 2.2.3.b
Etapas de modulo de entradas digitales

2.2.4. Alarmas

Una de las funciones de la UTR, consiste en indicar el estado en que se encuentran algunos elementos internos en la etapa de alimentación o externos en el seccionador. A continuación se describen el modo en que operan cada una de estas alarmas:

Baja Presión en Sf6: El indicador de baja presión de SF6 se activa cuando existe una baja presión de gas SF6 en el seccionador. Por lo general esta indicación es independiente del modo en que se encuentre trabajando la UTR ya sea en modo local o remoto.

Estado del Seccionador: Esta indicación muestra el estado en que se encuentra el seccionador si esta en posición de cerrado la UTR recibirá una señal de VCD, activando la entrada digital y visualizando un estado de ON en las entradas digitales de la UCM.

Cuando el seccionador se encuentra en posición de abierto, la UTR no recibirá voltaje y las entradas de la UCM estarán en estado de OFF.

Falla De Vca: Esta falla se activa cuando se presenta una insuficiencia de VCA en la línea externa que alimenta a la UTR. Cuando el cargador reciba en la entrada una señal de VCA por debajo del rango de los 90 volts, se generará una alarma de este tipo en la entrada digital de la UTR.

Alto Voltaje de Baterías: Esta alarma se activa cuando se presenta un voltaje mayor a 14 VCD por parte de la batería. Normalmente debe proporcionar 12 VCD.

Cuando se presenta un alto voltaje, el cargador envía una señal a la entrada digital de la tarjeta de la UTR.

Bajo Voltaje de Baterías: Esta alarma se activa cuando se presenta un voltaje menor a 12 por parte de la batería. La batería normalmente debe proporcionar 12 VCD.

Cuando se presenta un bajo voltaje, el cargador envía una señal a la entrada digital de la tarjeta de la UTR.

2.2.5. Módulos de salidas digitales

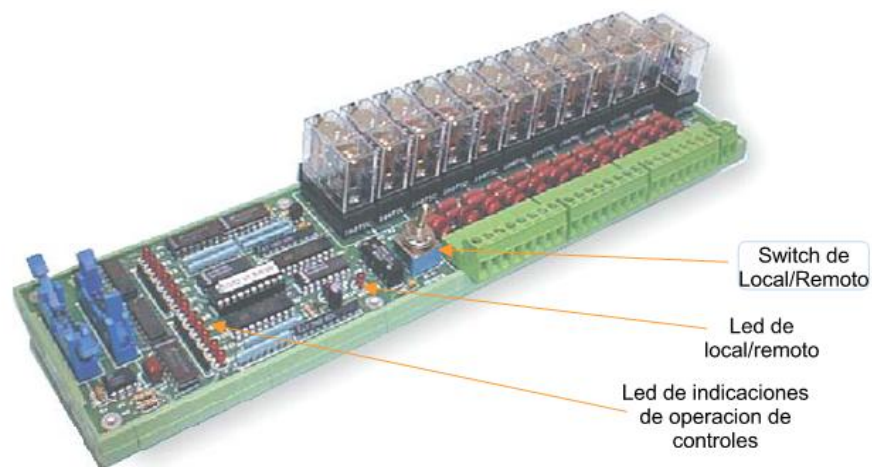


Figura 2.2.5.a
Modulo de salida digital

Este módulo cuenta con 12 salidas de relevador con capacidad de manejar hasta 10 Amperes en 127 VCA, la operación de estos relevadores es controlada por el CPU por medio de un puerto de comunicación sincrónico controlado por la interface del SPI. En la figura 2.2.5.b se muestra un diagrama a bloques de este módulo.

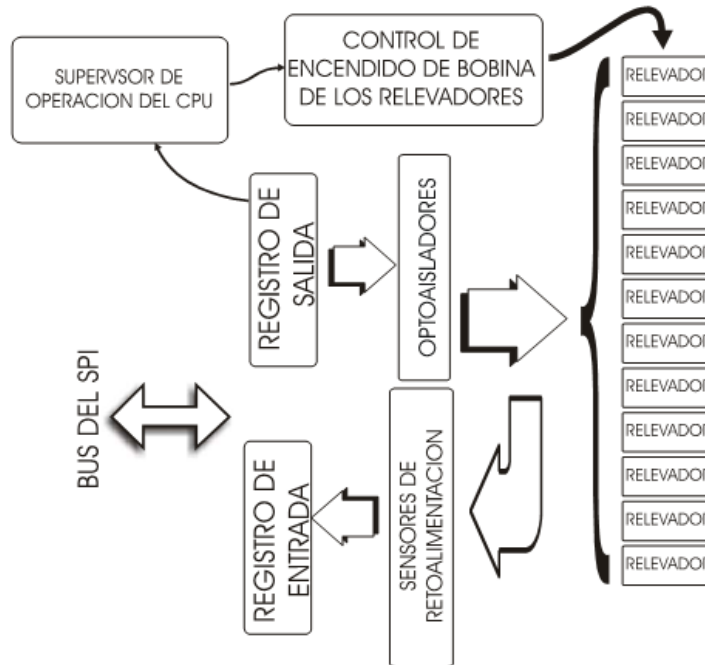


Figura 2.2.5.b
Diagrama a bloques de un modulo de salida digital

El MSD cuenta con dos mecanismos para garantizar una correcta operación y evitar disparos falsos. El primero se realiza por medio de la misma interface de comunicación que el CPU usa para escribir en la salidas, en este caso cuenta también con sensores que supervisan que las salidas de los drivers que accionan los relevadores de salida funcionen correctamente verificando su estado cada milisegundo, en el caso que el CPU determine que la lectura de las salidas no coincide con el valor que debiera tener, entonces desconecta un permisivo de voltaje que alimenta la bobina de los relevadores y apaga todas la salidas en un tiempo en el que el relevador no alcanza a operar.

2.3. Comunicación de un Sistema de Automatismo y el Protocolo DNP 3.0

La comunicación con la UCM se realiza por medio de un puerto serie con interface RS232-C que puede conectarse a un radio módem, o bien, en el suministro de este equipo puede incluirse un módem con interface para radio. Todos los parámetros de comunicación (velocidad, bits, paridad, tiempo de post-transmisión y tiempo de pre-transmisión) son programables.

El sistema de comunicaciones que permite la comunicación entre el punto de seccionamiento y la UCM esta dado por un sistema de radio frecuencia en la banda de los 900 Mhz. Dentro de la UTR de poste se coloca un equipo de radio remoto MDS 9710B de un solo canal de 12.5 Khz. De ancho de banda, half dúplex, de 5 watts de potencia y que opera en el rango de frecuencias de 895 a 960 Mhz.

Este equipo de radio (y todos los demás puntos de seccionamiento relacionados) mantendrá comunicación con el radio maestro multipunto MDS 2101 conectado a la UCM.

Una de las más importantes inquietudes que han tenido, tanto las empresas que hacen uso de Sistemas de Automatización para la industria, ha sido la búsqueda de una eficiente plataforma de comunicación desde las UTR's (Unidades Terminales Remotas) e DEI's (Dispositivos Electrónicos Inteligentes), hasta la Estación Maestra donde se recibe y procesa toda la información proveniente de campo enviada por estos equipos.

Más aún, en la Industria Eléctrica, la información proveniente de campo debe ser lo más detallada y exacta posible, la velocidad de transmisión de la información debe ser rápida y con el mínimo de errores en los datos, el medio físico debe ser lo suficientemente robusto como para que no se pierda o exista un número despreciable de fallas en ese medio o canal de comunicaciones.

Aunado a esto vale la pena mencionar los costos en cuanto a instalación, tarifas y mantenimiento de dicho canal de comunicación que influye también en la selección de una buena plataforma de comunicación para el Sistema de Automatización de Cuchillas, es por eso que se escoge como protocolo de comunicación el DNP. El protocolo DNP (Distributed Network Protocol), originalmente desarrollado por Westronic Inc. en 1990, actualmente GE Energy Services, documentado y puesto al público en 1993, es un protocolo basado en los estándares de comunicación IEC 870-5 diseñado para la industria en aplicaciones de telecontrol, especialmente enfocado hacia el sector eléctrico por la precisión y calidad de la información que transporta.

Es un protocolo de comunicaciones abierto y no propietario diseñado basándose en un modelo que incluye tres de las capas del modelo OSI (Open Systems Interconnections), denominado EPA (Enhanced Performance Architecture): Capa de Aplicación, Capa de Enlace de Datos y Capa Física.

El DNP 3.0 es muy eficiente por ser un protocolo de capas, mientras que asegura alta integridad de datos. Es adecuado para aplicaciones en el ambiente SCADA completo: RTU-IED, Maestra-Remota, punto-punto y aplicaciones de red.

2.3.1. Características del DNP 3.0

- Pueden existir más de 65000 dispositivos con direcciones diferentes en un mismo enlace.
- Permite mensajes en "Broadcast".
- Confirmaciones al nivel de la Capa de Enlace y/o Capa de Aplicación garantizando así alta integridad en la información.
- Solicitudes y respuestas con múltiples tipos de datos en un solo mensaje, y permite objetos definidos por el usuario incluyendo la transferencia de archivos.

- Segmentación de los mensajes en múltiples tramas para garantizar una excelente detección de errores y recuperación de tramas con errores.
- Puede incluir solo datos que hallan cambiado en el mensaje de respuesta (Reporte por excepción).
- Asigna prioridades a un grupo de datos (clases), y los solicita periódicamente basándose en las mismas.
- Los dispositivos esclavos pueden enviar respuestas sin solicitud (Respuestas no Solicitadas).
- Soporta sincronización temporal con un formato de tiempo estándar.

2.3.2. Respuestas no solicitadas

Esta es una capacidad que tiene el protocolo DNP 3.0, que permite a los dispositivos esclavos respondan a los maestros sin que éstos los interroguen. Por lo general se usa esta característica para que los dispositivos esclavos reporten los eventos ya sean las alarmas, secuencia de eventos y/o cambios en las mediciones sin necesidad de preguntar por ellos.

El criterio para que un dispositivo esclavo reporte Respuestas no Solicitadas se basa en dos parámetros, configurables en todo dispositivo que se comunique en DNP 3.0 y que soporte esta propiedad:

- **Hold Count:** este parámetro configura un número determinado de eventos o cambios que tienen que ocurrir para que el dispositivo tome la decisión de enviar una Respuesta no Solicitada reportando dichos eventos.
- **Hold Time:** este parámetro configura el tiempo máximo que debe pasar hasta que el dispositivo envíe una Respuesta no Solicitada. Con este parámetro se evita el caso en que ocurran eventos en el dispositivo pero que no superen en número al HOLD COUNT, entonces el dispositivo espera el HOLD TIME para enviar los eventos que tiene almacenado.

A continuación presentamos un diagrama de flujo de cómo se realiza el proceso de Respuestas No Solicitadas.

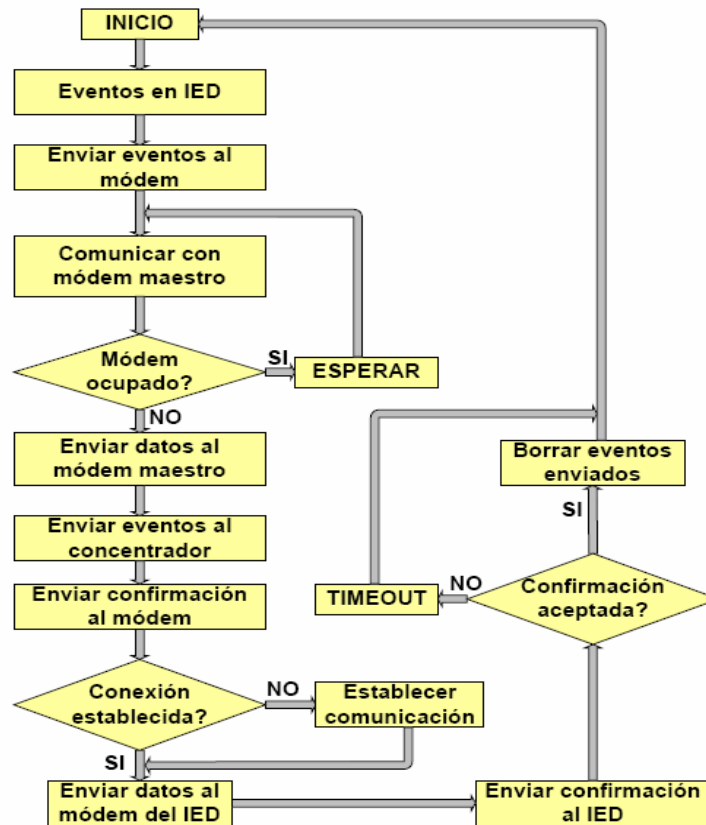


Figura 2.3.2. Diagrama de flujo.
Proceso de Respuestas No Solicitadas

2.3.3. Automatización usando lógica PLC

¿Qué es un PLC?



Figura 2.3.3
PLC de múltiples entradas

El PLC es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos.

Es importante conocer sus generalidades y lo que un PLC puede hacer por tu proceso, pues se puede gastar mucho dinero en mantenimiento y reparaciones, cuando estos equipos te solucionan el problema y se pagan solos. El dispositivo PLC se observa en la figura 2.3.3.

Además, programar un PLC resulta bastante sencillo. Anteriormente se utilizaban los sistemas de relevadores pero las desventajas que presentaban eran bastantes; más adelante mencionaremos algunas. La historia de los PLC nos dice que fueron desarrollados por Ingenieros de la GMC (General Motors Company) para sustituir sus sistemas basados en relevadores.

2.3.4. PLC's y Relevadores

Los sistemas de relevadores eran utilizados para un proceso específico, por lo tanto su función era única. Pensar en cambiar el proceso era un caos y el cambio requería volver a obtener la lógica de control y para obtenerla se tenía que realizar un análisis matemático. También había que modificar el cableado de los relevadores y en algunos casos incluso era necesario volver a hacer la instalación del sistema.

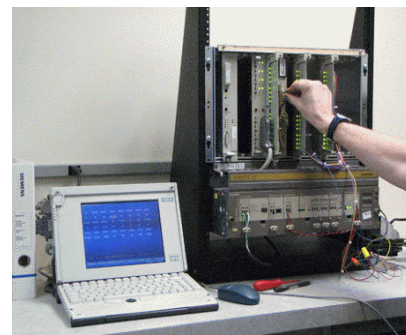


Figura 2.3.4
PLC en etapa de control

En cambio, el PLC es un sistema de microprocesador; en otras palabras una computadora de tipo industrial. Tiene una Unidad central de procesamiento mejor conocido como CPU, interfaces de comunicación, y puertos de salida y entrada de tipo digital o análogo, etc., y estas son solo algunas de sus características más sobresalientes. En la figura 2.3.4 se muestra un sistema con un PLC en una etapa de control.

2.3.5. Campos de aplicación del PLC

En la actualidad el campo de aplicación de un PLC es muy extenso. Se utilizan fundamentalmente en procesos de maniobras de máquinas, control, señalización, etc.

La aplicación de un PLC abarca procesos industriales de cualquier tipo y ofrecen conexión a red; esto te permite tener comunicado un PLC con una PC y otros dispositivos al mismo tiempo, permitiendo hacer monitoreo, estadísticas y reportes.

2.3.6. Ventajas del PLC

Hablar sobre las ventajas que ofrece un PLC es un tema largo, pero aquí te presentamos las más importantes:

- Ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, principalmente por su variedad de modelos existentes.
- Menor tiempo empleado en su elaboración.
- Podrás realizar modificaciones sin cambiar cableado.
- La lista de materiales es muy reducida.
- Mínimo espacio de aplicación.
- Menor costo.
- Mantenimiento económico por tiempos de paro reducidos.

Las funciones básicas de un PLC son las siguientes:

Detección: El PLC detecta señales del proceso de diferentes tipos.

Mando: Elabora y envía acciones al sistema según el programa que tenga.

Diálogo hombre máquina: Recibe configuraciones y envía reportes al operador de producción o supervisores.

Programación: El programa que utiliza permite modificarlo, incluso por el operador, cuando se encuentra autorizado.

Por todo esto es evidente que por medio de la implementación de un sistema de control PLC es posible hacer automático prácticamente cualquier proceso, mejorar la eficiencia y confiabilidad de la maquinaria, y lo más importante bajar los costos.

2.4. Etapa Neumática

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos.

Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

Por estas ventajas las instalaciones de aire comprimido son ampliamente usadas en todo tipo de industrias, incluso en todo tipo de transporte, aéreo, terrestre y marítimo.

2.4.1 Compresor

Compresor: Aparato que sirve para comprimir un fluido, generalmente aire, a una presión dada. Un ejemplo de compresor se muestra en la figura 2.4.1.

El compresor que viene integrado a este equipo neumático comprime el aire dentro de un tanque hasta una presión máxima de 160 Lbs., después de lo cual es desactivado.

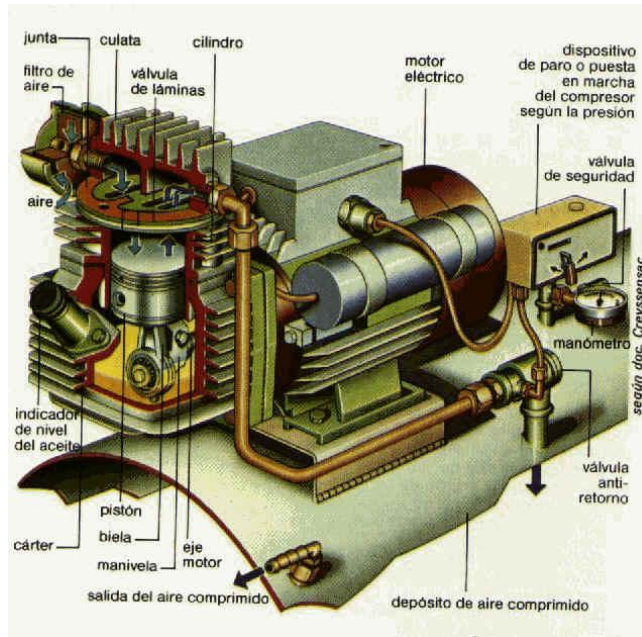


Figura 2.4.1
Ejemplo de un compresor

2.4.2. Funcionamiento de un circuito válvula-cilindro

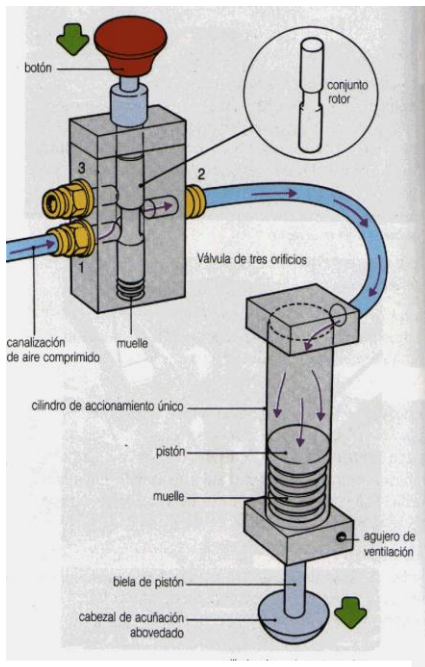


Figura 2.4.2.a
Circuito válvula-cilindro

Una válvula de tres orificios es un interruptor empleado para controlar el flujo de aire. El tipo que se ve en la figura 2.4.2.a tiene el componente denominado conjunto rotor, que se mueve dentro de la válvula cuando se pulsa o se suelta el botón. Su función es dirigir el flujo de aire por la válvula. Cuando se pulsa el botón, se deja pasar el aire comprimido del suministro de la tubería 1 a la tubería 2 (que está conectada al cilindro).

Un cilindro de accionamiento único usa aire comprimido para producir movimiento y fuerza. Tiene un pistón que puede deslizarse "hacia arriba" y "hacia abajo".

Esquema

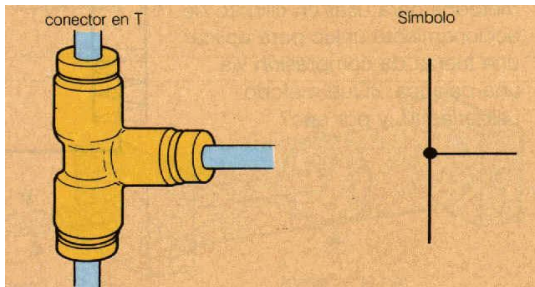
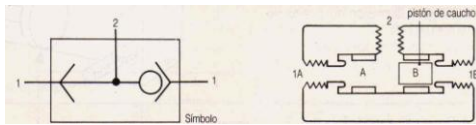


Figura 2.4.2.b
Conector tipo T

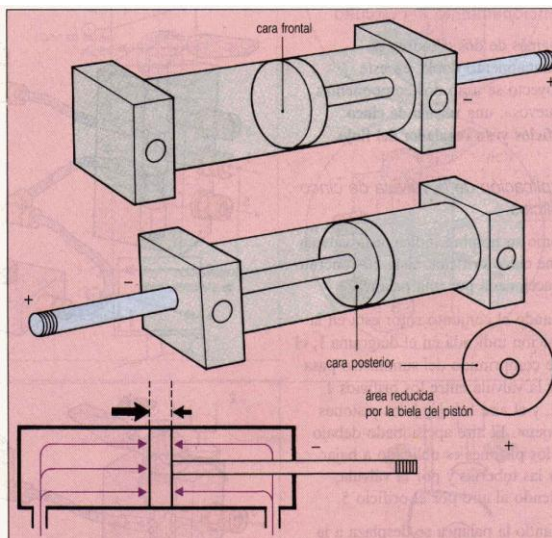


Figura 2.4.2.c
Pistón de doble efecto

Explicación

La válvula de doble efecto tiene tres orificios, y contiene un pequeño pistón de caucho que se mueve libremente dentro de la válvula.

Si el aire entra por un orificio, el pistón es empujado a la posición contraria y el aire no podrá salir por allí. Si la válvula de doble efecto del circuito anterior se sustituyera por un conector tipo T, el circuito no funcionaría. Ni la válvula A ni la B podrían utilizarse para activar el cilindro. El conector tipo T se observa en la figura 2.4.2.b.

La fuerza producida por un cilindro de accionamiento doble en el sentido que consideramos positivo, no es igual a la fuerza que produce en el sentido negativo. Esto puede explicarse mirando el pistón del cilindro y recordando que: $F = p \cdot S$

Observa que las superficies de las caras "frontal" y "posterior" del pistón no son iguales. La biela del pistón reduce el área de la cara "posterior". Así que aunque la presión del aire en ambos lados del pistón sea la misma, la fuerza producida será menor para un pistón en sentido negativo. Puede observarse el pistón de doble efecto en la figura 2.4.2.c.

2.4.3. Electroválvulas

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

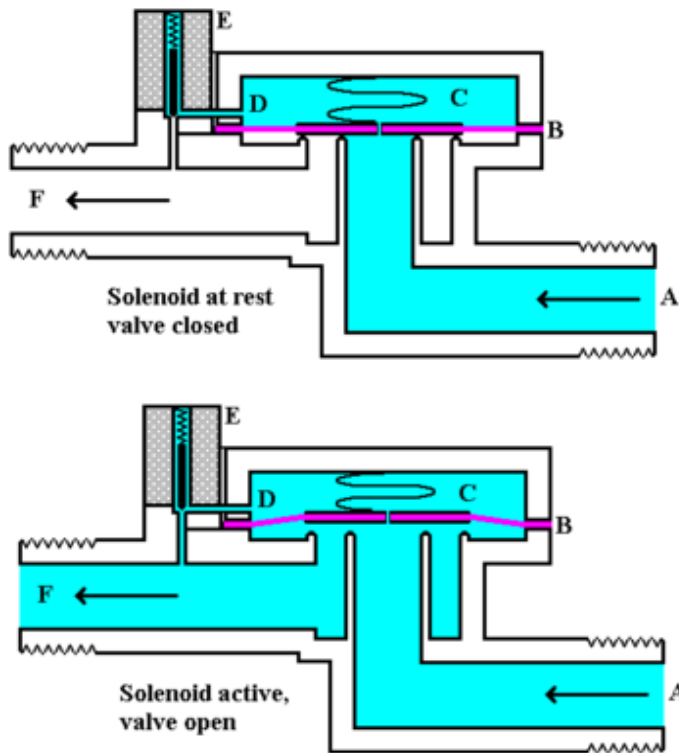
Clases y funcionamiento

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.



- A-Entrada
- B-Diafragma
- C-Cámara de presión
- D- Conducto de vaciado de presión
- E- Solenoide
- F- Salida

Figura 2.4.3
Funcionamiento de una electroválvula

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

En la figura 2.4.3 se muestra el funcionamiento de este tipo de válvula. En la parte superior vemos la válvula cerrada. El agua bajo presión entra por A. B es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil. La función de este muelle no nos interesa por ahora y lo ignoramos ya que la válvula no depende de él para mantenerse cerrada. El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de agua. Esto hace que el agua llene la cavidad C y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es igual a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Ahora estudiamos el conducto D. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide E al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el agua desde la cavidad C hacia la salida con lo cual disminuye la presión en C y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de agua desde la entrada A a la salida F de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto D y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar, ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad C.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla.

Un caso especialmente interesante del uso de estas válvulas es en los calentadores de agua de depósito. En los calentadores de agua de demanda, el agua se calienta según va pasando por el calentador en el momento del consumo y es la propia presión del agua la que abre la válvula del gas; pero en los calentadores de depósito esto no es posible ya que el agua se calienta mientras está almacenada en un depósito y no hay circulación. Para evitar la necesidad de suministrar energía eléctrica la válvula del gas es una válvula de este tipo con la válvula piloto, controlada por un diminuto solenoide al que suministra energía un termopar bimetálico que saca energía del calor del agua.

Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

3.1. Etapa de Comunicación

En el proceso de envío de datos y controles, el sistema de comunicaciones que permite el enlace entre el punto de seccionamiento y la UCM esta dado por un sistema de radio frecuencia en la banda de los 900 MHz. Dentro de la UTR de poste se coloca un equipo de radio remoto MDS 9710B de un solo canal de 12.5 Khz de ancho de banda, half dúplex, de 5 watts de potencia y que opera en el rango de frecuencias de 895 a 969 MHz.

Para el monitoreo y control del estado en que se encuentran las cuchillas y las condiciones del equipo neumático se hace mediante el software Ultra Viewer.

Tanto la transmisión como la recepción de información se llevan a cabo mediante antenas. A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

La configuración para las transmisiones no guiadas puede ser direccional y omnidireccional.

En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas.

En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

La transmisión de datos a través de medios no guiados, añade problemas adicionales provocados por la reflexión que sufre la señal en los distintos obstáculos existentes en el medio. Resultando más importante el espectro de frecuencias de la señal transmitida que el propio medio de transmisión en si mismo.

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en tres tipos: radio, microondas y luz (infrarrojos/láser). Ver figura 3.1.a.

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razón de Datos	Aplicaciones Principales
30-300 kHz	LF (low frequency)	ASK, FSK, MSK	0,1-100 bps	Navegación
300-3000 kHz	MF (medium frequency)	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio AM Comercial
3-30 MHz	HF (high frequency)	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio de onda corta
30-300 MHz	VHF (very high frequency)	FSK, PSK	Hasta 100 kbps	Television VHF, Radio FM
300-3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	PSK	Hasta 10 Mbps	Television UHF, Microondas Terrestres
3-30 GHz	SHF (super high frequency)	PSK	Hasta 100Mbps	Microondas terrestres y por satélite
30-300 GHz	EHF (extremely high frequency)	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

Figura 3.1.a
Rango de frecuencias de radio

Para este proyecto trabajaremos en UHF (Ultra High Frequency), formando un enlace de 900 MHz para los diferentes radios, que estarán en las subestaciones, repetidores y UCM.

Los repetidores que nos servirán de enlace son:

Para la Subestación Bochil el repetidor de Yalentay, y para la Subestación de Liberación Mexicana el repetidor Juárez.

En la Fig. 3.1.b se presenta un diagrama donde podemos apreciar de mejor manera la estructura del enlace.

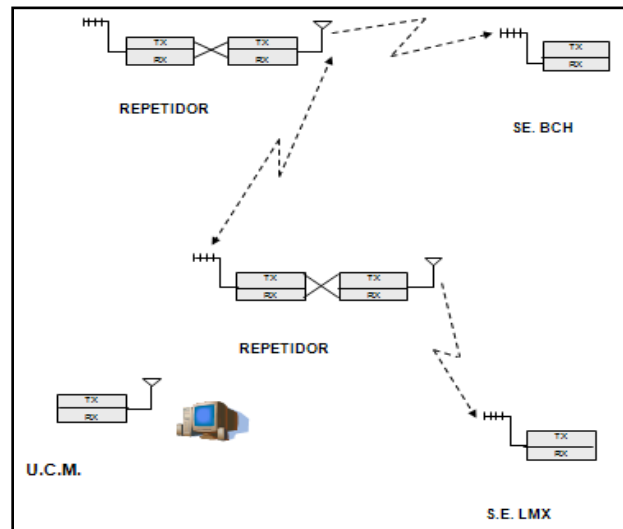


Figura 3.1.b
Enlace de 900 MHz zona Tuxtla

3.1.1. Actividades en la Etapa de Comunicación

Instalación de la antena

- Se corta la cantidad necesaria de cable del calibre requerido, se colocan los conectores.
- Se coloca el soporte de la antena a una altura considerable sobre la torre.
- Se monta la antena en el soporte, se realizan todos los ajustes requeridos.
- Se conectan los extremos.
- Se coloca el Wattmetro y se verifica que no haya pérdidas.

Orientación de la antena

Una vez instalada la antena, ahora se debe orientar hacia donde se logre la mayor ganancia de señal, para lo cual hay que seguir el siguiente procedimiento:

- Conectar la interface de la PC al MDS 9710B.
- Abrir el programa Radio Software Configuración.
- Observar la ganancia actual.
- Realizar un recorrido de 360° y localizar la orientación donde la ganancia sea mayor.
- Si es necesario se pueden reprogramar las frecuencias de recepción y transmisión.

3.2. Etapa Neumática

El operador neumático es del tipo que comprende la combinación de un mecanismo que se acciona automáticamente o manualmente para cerrar o abrir cuchillas, estando en el presente caso el operador caracterizado por un cuerpo en cuyo interior se alberga el pistón que mediante la inyección de aire a la cámara de comprensión avanza o regresa trayendo o retrayendo en su desplazamiento el brazo que acciona la columna de mando, haciéndola girar sobre su propio eje y permitiendo que su extremo inferior que tiene un cople, que se monta a la cabeza del vástago de las cuchillas, para abrir o cerrarlas.

3.2.1. Actividades en la Etapa Neumática

- Estudio de funcionamiento de compresor y su relación con la presión del tanque con aire. Ver figura 3.2.1.
- Instalación de un medidor de presión para monitorear el estado en que se encuentra el tanque.

- Diseñar un sistema para automatizar el llenado del tanque, a una presión menor de 60 libras el compresor se acciona y empieza a suministrar el aire al tanque, este al llegar a una presión de 120 libras manda apagar el compresor.
- Conexión de las electroválvulas y del pistón.
- Regular la salida de aire de electroválvulas.
- Pruebas de apertura y cierre de electroválvulas con y sin pistón.



Figura 3.2.1
Investigación y pruebas con el equipo neumático

3.3. Etapa de Control

Esta etapa es la encargada de interpretar los mandos de control, siendo estos locales o remotos y de realizar la acción establecida, así como también de informar a la UTR los cambios que ocurran en la operación del equipo neumático.

En este proyecto la etapa de control ha sido implementada con LOGO! 12/24RC de SIEMENS, figura 3.3.

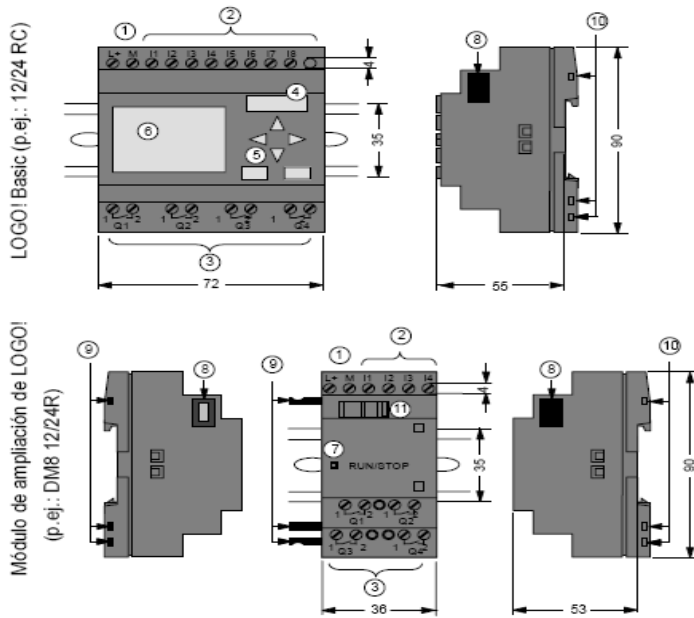


Figura 3.3
Diferentes vistas de LOGO! 12/24RC

3.3.1. Actividades en la Etapa de Control

- Determinación de entradas y salidas a LOGO! 12/24 RC

LOGO! dispone de entradas y salidas

Ejemplo de una combinación de varios módulos:

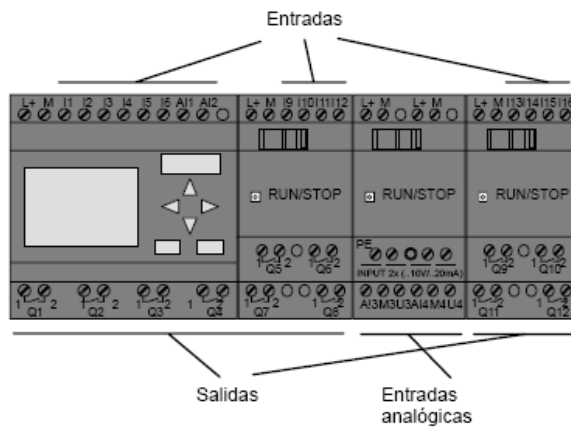


Figura 3.3.1.a
Vista física de entradas y salidas de LOGO!
12/24 RC

LOGO! 12/24 RC cuenta con 8 entradas y 4 salidas a relé. Ver figura 3.3.1.a.

- LA primer entrada a considerar es la del tipo de maniobra a realizar, sea esta local o remota.
 - La segunda y tercer entrada tienen que ver con la apertura y cierre de cuchillas de manera local.
 - La cuarta y quinta entrada se relacionan con la apertura y cierre de cuchillas de modo remoto.
 - La sexta y séptima entrada corresponden a los interruptores de final de carrera, estos son los encargados de detener el movimiento del pistón.
 - La octava entrada es la presión interna del tanque de aire.
 - Las salidas 1 y 2 respectivamente son : pistón fuera y pistón dentro.
 - Las salidas 3 envía el estado de cuchillas abiertas y la salida 4 reporta cuchillas cerradas.
- Programación en LOGO! Soft Comfort versión 6.1

El programa LOGO! Soft Comfort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispondrá, entre otras, de las siguientes funciones:

- Creación gráfica de su programa offline como diagrama de escalones (esquema de contacto / esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones).
- Simulación del programa en el ordenador.
- Generación e impresión de un esquema general del programa.
- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte.
- Comparación de programas.

- Parametrización cómoda de los bloques.
- Transferencia del programa desde LOGO! al PC del PC a LOGO!
- Ajuste de la hora.
- Ajuste del horario de verano e invierno.
- Prueba online: Indicación de estados y valores actuales de LOGO! en modo RUN: estados de entradas y salidas digitales, de marcas, de bits de registro de desplazamiento y de teclas de cursor.
- Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas.
- Resultados de todos los bloques.
- Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados.
- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

En la figura 3.3.1.b se puede observar el entorno de trabajo de este programa.

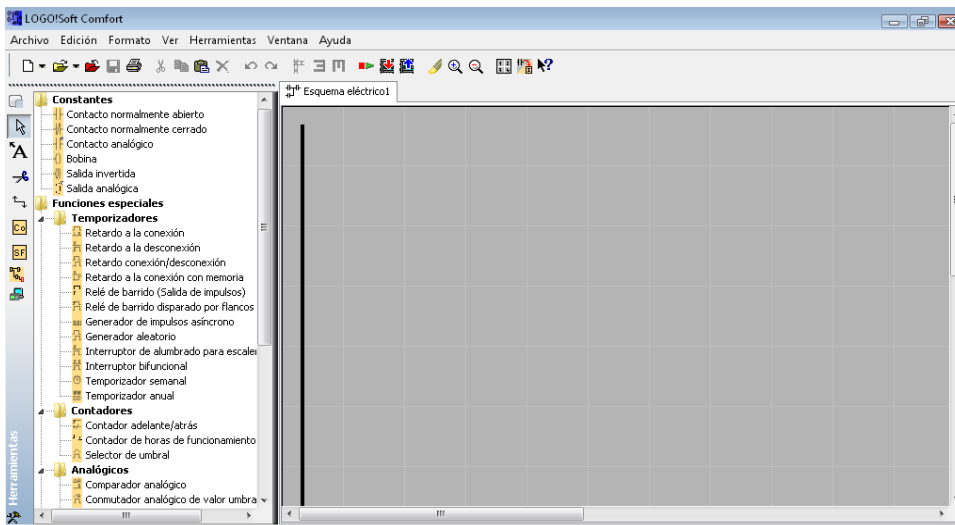


Figura 3.3.1.b
Entorno de trabajo LOGO! Soft Comfort versión 6.1

Posteriormente se procedió con la programación en LOGO! Soft Comfort Versión 6.1, en modo escalera. Obteniéndose como resultado el siguiente programa que se aprecia en la figura 3.3.1.c.

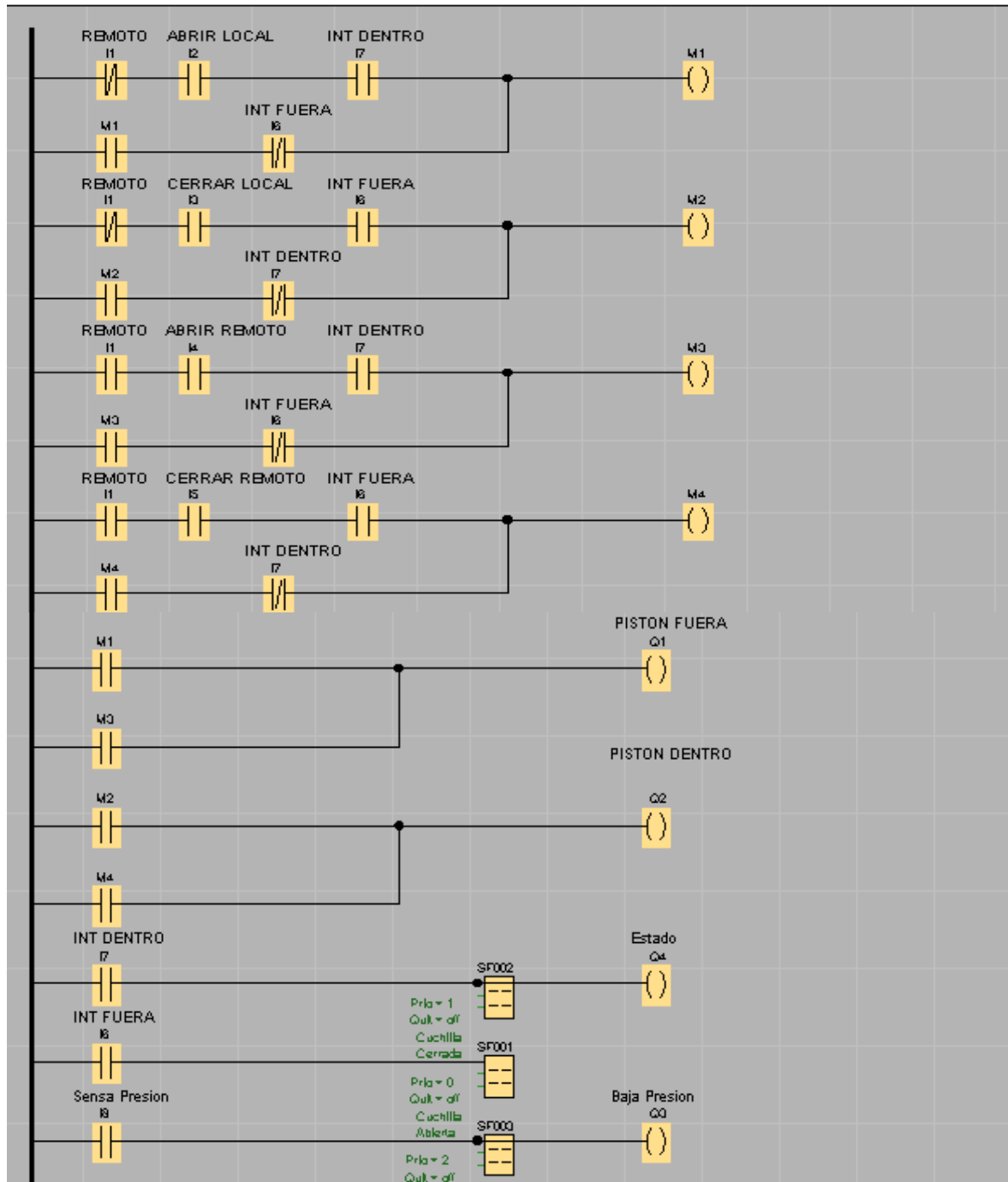


Figura 3.3.1.c
Programa que controla al actuador neumático.

➤ Montaje, cableado de LOGO!

Al montar y cablear LOGO! se tuvieron presentes los puntos siguientes:

- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad. LOGO! se puede conectar con cables de una sección entre 1,5 mm² y 2,5 mm².
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par de torsión máximo: 0,5 Nm.
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, deberá utilizarse un cable apantallado.

En la figura 3.3.1.d se presenta el cableado preliminar del proyecto.

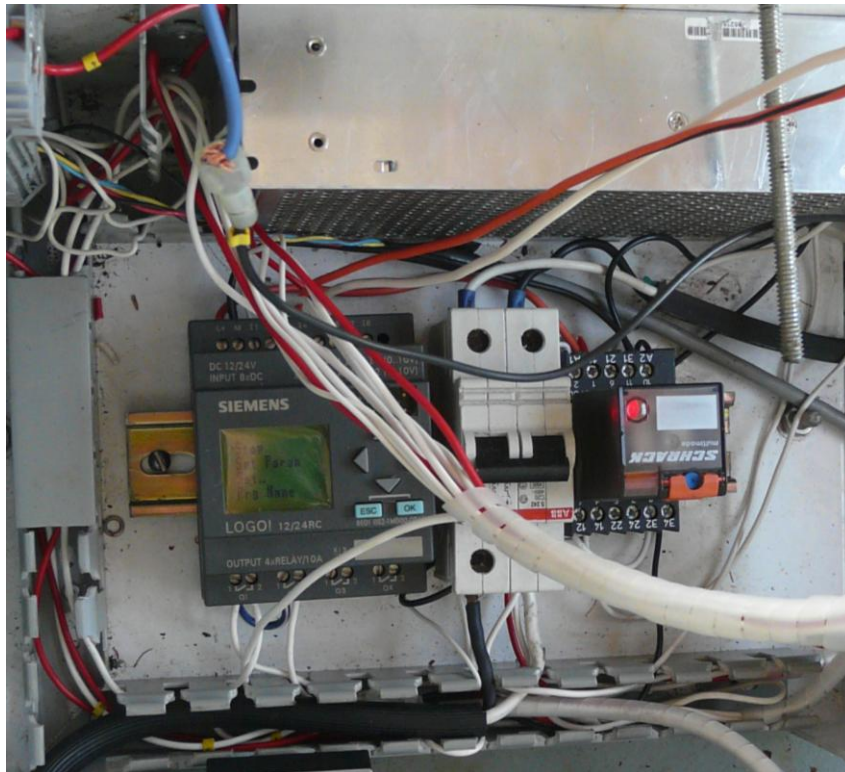


Figura 3.3.1.d
Cableado preliminar en LOGO! 12/24 RC

➤ Pruebas finales

Antes de realizar la prueba definitiva, nos aseguramos de realizar ensayos locales de apertura y cierre a través de una PC con conexión a UTR. La conexión se muestra figura en 3.3.1.e.

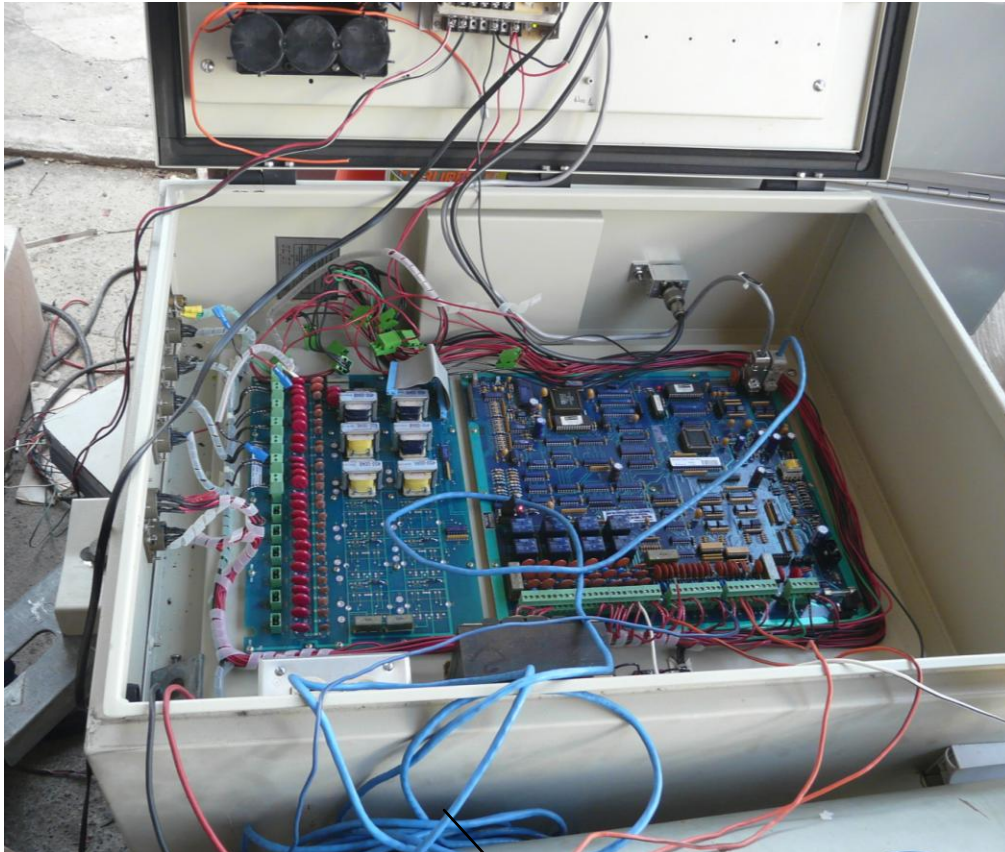


Figura 3.3.1.e
Conexión de control entre UTR y equipo neumático
en una prueba local

Enlace entre PC y
UTR para el envío de
mandos locales.

Ahora era el turno de las pruebas remotas, para lo cual fue necesario dar de alta la UTR en el sistema de automatismo con una dirección definida por el usuario.

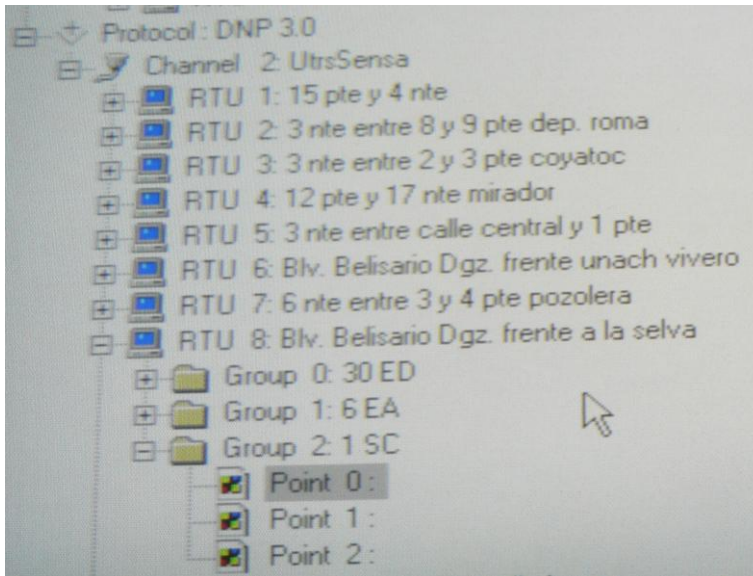


Figura 3.3.1.f
Algunas UTR'S dadas de alta
en el sistema de
automatismo

Conectar la antena al MDS 9710B y enlazar comunicación con la UCM.

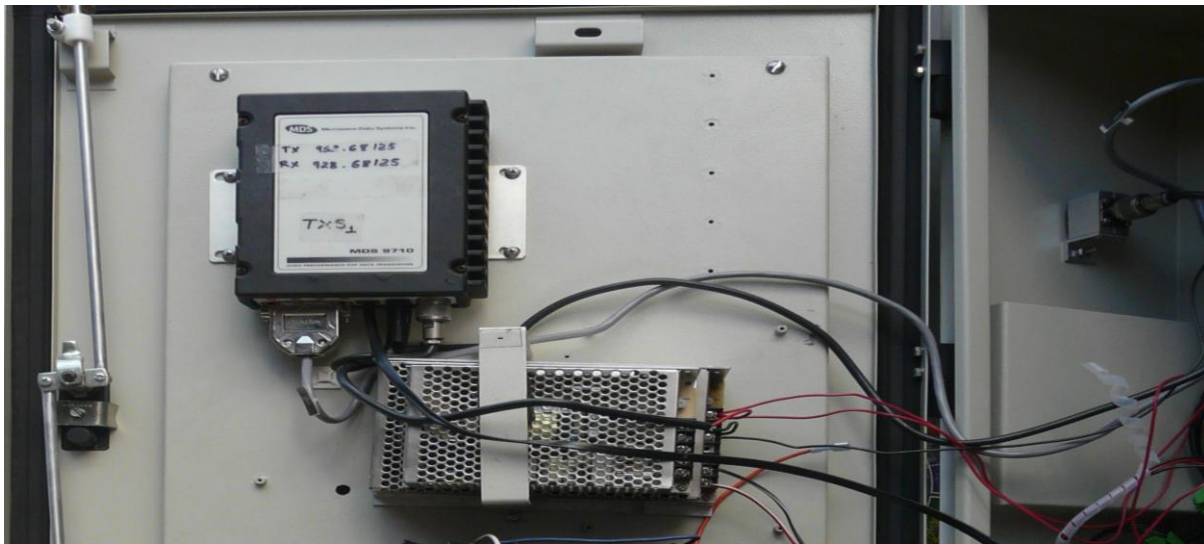


Figura 3.3.1.g
Radio MDS 9710B en operación

También fue preciso cambiar el estado del interruptor tanto de la UTR como del panel de control de local a remoto.

Y posteriormente, hubo que generar el control desde el software APPLIED SYSTEM ENGINEERING RCOM. Como el mando era para cerrar cuchillas su valor que se puede apreciar en la figura 2.2.1.h es de 1.

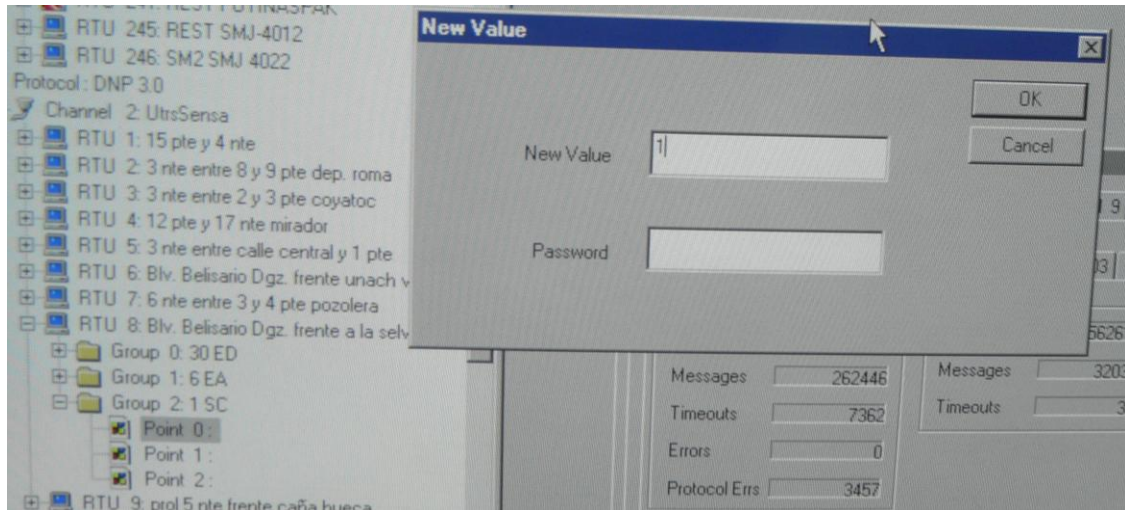


Figura 3.3.1.h
Generación del mando de control

Como resultado, el pistón cambio de un estado de contracción, a lo que la figura 3.3.1.i muestra.



Figura 3.3.1.i
Pistón cambiando de posición

La misma operación fue repetida para abrir las cuchillas.

En ambos casos la acción fue exitosa.

Se logro concluir con las actividades el 11 de diciembre del 2009, alcanzando los objetivos anteriormente propuestos en el anteproyecto y realizando algunas modificaciones durante el periodo en que se estuvo trabajando con este proyecto.

- Se logró telecontrolar las cuchillas de operación en grupo en TAP de 115 KV para las subestaciones Liberación Mexicana y Bochil.
- Se terminó el diseño de un nuevo sistema de control del accionador neumático usando lógica PLC.
- Diseño de una interfaz del equipo para hacer operaciones de modo local, donde tenemos la opción de abrir, cerrar y ver el estado en que se encuentran las cuchillas, estos mandos envían un pulso al PLC que es el encargado de realizar dichas acciones.
- Visualización en el PLC de los acontecimientos que se van efectuando en el equipo neumático.
- Envío de alarmas a la UCM, como son falla de VCA, Baja presión SF6, Batería en operación y estado de cuchillas.
- Los mandos de control locales que se realizan desde la interfaz del equipo se realizan correctamente.
- Los mandos de control que se envían desde la UCM fueron realizados exitosamente por el accionador neumático.
- Se automatizó el encendido y apagado del compresor de aire dependiendo de los niveles de presión del tanque.
- Establecimos comunicación entre UTR (Unidad Terminal remota) y estación maestra en la banda de los 900 MHz.
- Instalación completa y puesta en marcha del equipo desde el lugar donde va a operar.

Capítulo V

Conclusiones

La residencia profesional es una herramienta educativa, que permite incorporarnos profesionalmente a los sectores productivos de bienes y servicios, y de esta manera usar los conocimientos obtenidos a lo largo de nuestra instrucción académica como Ingenieros Electrónicos.

Durante el desarrollo de este proyecto, vinculamos el conocimiento teórico con diversas experiencias prácticas, que implicaron la aplicación de la electrónica básica y algunas técnicas de Control y Automatización modernas, como son el uso de algunos dispositivos semiconductores y de Controladores Lógicos Programables, que fueron el elemento principal para la elaboración de este proyecto.

Es por eso que cuando se presentó la oportunidad de realizar una mejora al sistema de automatismo en CFE, la mejor opción para solucionarlo fue la de implementar el control del equipo neumático basándonos en la tecnología PLC.

Con la implementación de este proyecto pusimos en práctica los diferentes lenguajes de programación que utilizan los módulos digitales, y nos dió la oportunidad de profundizar más en el funcionamiento de los equipos neumáticos y de radiofrecuencia.

Durante el análisis del problema descubrimos que la solución implicaba trabajar por etapas, involucró la comprensión de una etapa neumática, una etapa de comunicación y por último el diseño de la etapa de control.

En un principio resultó complicada la conjunción de las diferentes fases del proyecto, pero a medida que nos relacionamos más con el equipo se nos fueron despejando las dudas con que iniciamos.

Debido al éxito obtenido, los directivos de la empresa decidieron apoyar la continuación del proyecto, con la creación de nuevos equipos para otros lugares que aun no cuentan con un sistema de automatismo.

Realmente fue una grata experiencia el haber concluido satisfactoriamente nuestra residencia profesional en CFE, sobre todo porque la empresa creyó en nosotros y proveyó sin reparos el material para la elaboración del proyecto.

Referencias Bibliográficas y Virtuales

Controladores Lógicos y Autómatas Programables

Autor Mandado Pérez Enrique, Marcos Acevedo Jorge, Pérez López Serafín Alfonso,
Editorial ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, 2da. Edición.

Virtuales

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe>

<http://www.acotecs.com.mx/experiencia/expcfe.htm>

Manuales:

Datos Técnicos y Operación Logo Soft Comfort Versión 6.1 de Siemens

Operación de Equipos Neumáticos de Festo

Anexos

Datos técnicos de equipos que intervienen en el proceso de telecomunicación

Radio Transceptor

El MDS 9710B es un transceptor que cuenta con capacidades internas en su microprocesador que proporcionan características avanzadas de programación y diagnóstico. Características de manejo de datos tales como retardo de RTS/CTS, Soft Carrier Detec, temporizador de tiempo de vencimiento, etc. Módulo de diagnóstico que incluye potencia de salida, RSSI, varios niveles de voltaje, temperatura interna, etc. Para más detalles ver figura A.

Características del Radio

Banda de operación de 800-960 MHz.

-5 watts de potencia de salida.

-Velocidad de 9600 bps.

-Sintetizado, modem configurable por software, canal RF de 12.5 KHz.

-Alimentación de 13.8 VDC, software de monitoreo y diagnóstico 9710-DIAG.

-Interoperable (compatibilidad con redes antiguas de equipos MDS).

El radio no cubre toda la banda, esta dividida en sub bandas, por lo que es indispensable indicar la frecuencia de Tx y Rx al programar el radio.



Figura A
Radio 9710B de Motorola



Información sobre antenas y accesorios

ANTENA- MYA9312 Max rad. Se muestra en la figura B.

- Tipo: Yagi 12 elementos.
- Rango de frecuencia: 896 - 970 MHz.
- Ganancia: 11 dB.
- Polarización: Vertical / Horizontal.
- Ancho de banda: 75 MHz.
- Potencia; 150 Watts.
- Conector: N Hembra.
- Cobertura: Direccional.



Figura B
Antena Yagi MYA9312

Accesorios

Cable coaxial de 1/2", marca Andrew, modelo LDF4-50A o similar.

Conector marca Andrew, modelo L4PNM-RC N (macho 2 piezas) o similar.

Cable coaxial, marca Beldem, Modelo 9913 (1 metro) o similar.

Conector marca Ampheno, Modelo 82-202-1006H Macho (2 piezas) o similar.

A.5 Datos técnicos: LOGO! 12/24... y LOGO! DM8 12/24R

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V c.c.	12/24 V c.c.
Rango admisible	10,8 ... 28,8 V c.c.	10,8 ... 28,8 V c.c.
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Consumo de corriente		
• 12 V c.c.	30 ... 140 mA	30 ... 140 mA
• 24 V c.c.	20 ... 75 mA	20 ... 75 mA
Compensación de fallos de tensión		
• 12 V c.c.	típ. 2 ms	típ. 2 ms
• 24 V c.c.	típ. 5 ms	típ. 5 ms
Potencia disipada		
• 12 V c.c.	0,3 ... 1,7 W	0,3 ... 1,7 W
• 24 V c.c.	0,4 ... 1,8 W	0,4 ... 1,8 W
Respaldo del reloj a 25 °C	típ. 80 h	
Precisión del reloj de tiempo real	máx. 2 s / día	
Separación galvánica	no	no
Entradas digitales		
Cantidad	8	4
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada L+		
• señal 0	<5 V c.c.	<5 V c.c.
• señal 1	>8 V c.c.	>8 V c.c.

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC _o	LOGO! DM8 12/24R
Intensidad de entrada para <ul style="list-style-type: none"> • señal 0 • señal 1 	< 1,0 mA (I1...I6) < 0,05 mA (I7, I8) > 1,5 mA (I1...I6) > 0,1 mA (I7, I8)	<1,0 mA >1,5 mA
Tiempo de retardo para <ul style="list-style-type: none"> • cambio de 0 a 1 • cambio de 1 a 0 	tip. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6) tip. 300 ms (I7,I8) tip. 1,5 ms <1,0 ms (I5,I6) tip. 300 ms (I7,I8)	tip. 1,5 ms tip. 1,5 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m

Entradas analógicas

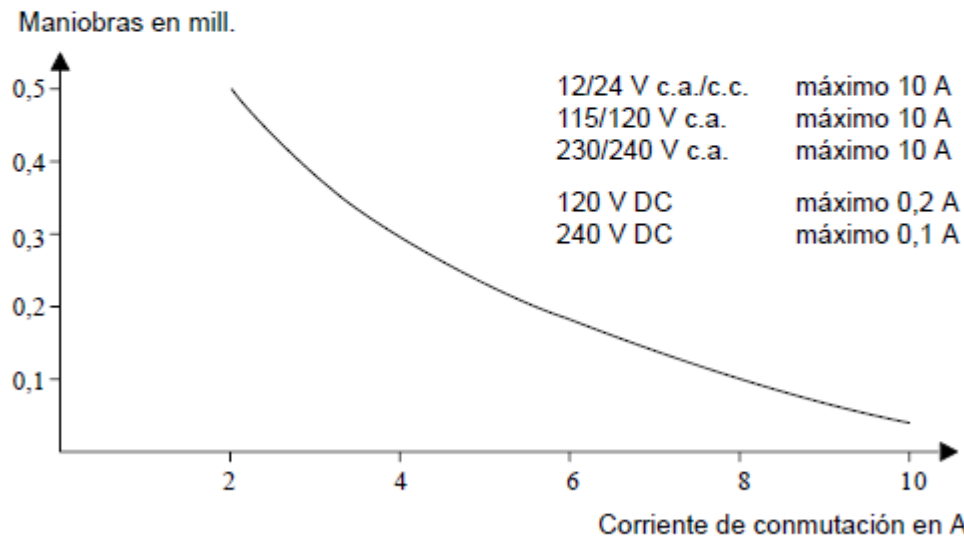
Cantidad	2 (I7, I8)	
Margen	0 ... 10 V DC Impedancia de entrada 76 kΩ	
Tensión de entrada máx.	28,8 V CC	
Longitud del conductor (trenzado y apantallado).	10m	

Salidas digitales

Cantidad	4	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé	Salidas a relé
Separación galvánica	sí	sí
En grupos de	1	1
Activación de una entrada digital	sí	sí
Tensión de salida		
Intensidad de salida		
Corriente constante I_{th} (por cada borne)	máx. 10 A por relé	máx. 5 A por relé

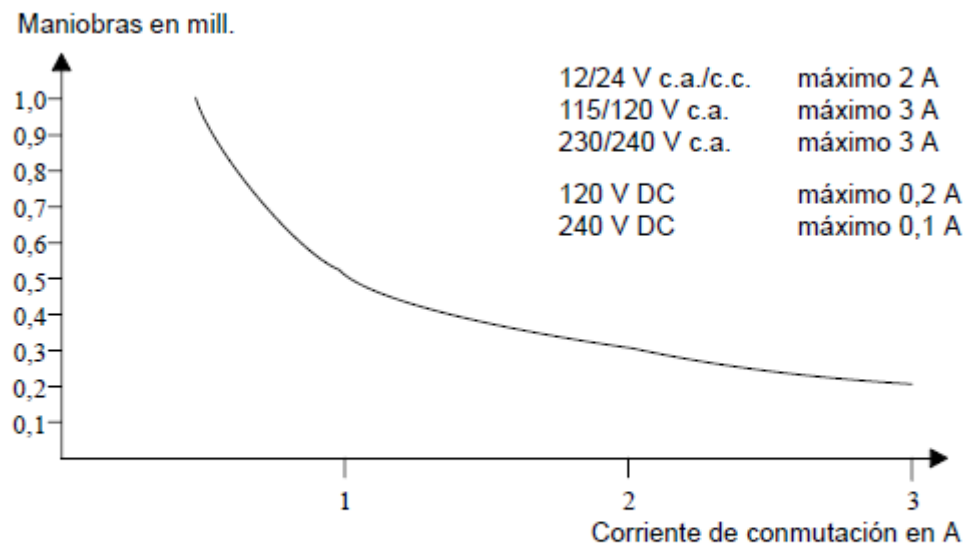
A.6 Capacidad de conmutación y vida útil de las salidas de relé

Carga óhmica



Capacidad de conmutación y vida útil de los contactos con carga óhmica (calentamiento)

Carga inductiva



Capacidad de conmutación y vida útil de los contactos con fuerte carga inductiva según IEC 947-5-1 DC13/AC15 (contactores, bobinas magnéticas, motores)