



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO SIMULADOR PARA
PLC SIEMENS S7-1200 Y DESARROLLO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS

TESIS DE GRADO PREVIO A OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

AUTOR: OSWALDO XAVIER MALDONADO QUEZADA

DIRECTOR: ING. JULIO CÉSAR CUENCA TINITANA, Mg. Sc

LOJA - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO SIMULADOR PARA PLC SIEMENS S7-1200 Y DESARROLLO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS”, previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el señor egresado: **Oswaldo Xavier Maldonado Quezada**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 27 de Julio de 2015



Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo Oswaldo Xavier Maldonado Quezada declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autor: Oswaldo Xavier Maldonado Quezada

Firma:


Cédula: 0705110427

Fecha: Loja, 12 de Agosto del 2015.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **OSWALDO XAVIER MALDONADO QUEZADA**, declaro ser el autor de la tesis titulada: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO SIMULADOR PARA PLC SIEMENS S7-1200 Y DESARROLLO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Electromecánico; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja par que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, en las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de agosto del dos mil quince.

Firma:



Autor: Oswaldo Xavier Maldonado Quezada

Cédula: 0705110427

Dirección: Portovelo, Cda. El Oro

Correo Electrónico: curis_male@hotmail.com

Teléfono: 072948138 **Celular:** 0981950389

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. José I. Benavidez Maldonado.

Ing. Jorge Enrique Carrión González.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda.

DEDICATORIA

Al finalizar mi carrera profesional como ingeniero en electromecánica, he logrado uno de mis objetivos planteados en mi vida, y, así mismo quiero darles las gracias a las personas que me apoyaron superando todos los obstáculos para lograrlo, con todo respeto y amor dedico este triunfo.

A DIOS todo poderoso:

Por sus bendiciones e iluminación de mi camino, dándome la inteligencia y brindándome la fuerza necesaria para poder lograrlo.

A mis padres:

Néstor Oswaldo Maldonado y Sandra Beatriz Quezada Zambrano (+) que tomado de sus manos inicie mi aprendizaje en la vida, con su amor, cariño, y, además siempre estuvieron a mi lado cuando más los necesite y todo lo que soy los debo a su ejemplo de perseverancia, valor y abnegación.

A mi familia:

Que siempre estuvo a mi lado, dándome su apoyo incondicional en el arduo camino de la formación.

OSWALDO XAVIER MALDONADO QUEZADA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables, Carrera de Ingeniería Electromecánica y Administrativa, de la forma más cordial por haber compartido sus conocimientos y enseñanzas, dentro de mi preparación académica.

De manera especial al Ing. JULIO CÉSAR CUENCA TINITANA, Mg. Sc; Director de Investigación y de Tesis, quien supo dirigir este estudio académico. Y mi familia, por su apoyo y cariño.

OSWALDO XAVIER MALDONADO QUEZADA

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
TABLA DE CONTENIDOS	VII
a. TÍTULO	1
b. RESUMEN	2
SUMMARY	3
c. INTRODUCCIÓN	4
d. REVISIÓN DE LITERATURA.	6
d.1. CAPÍTULO I: AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	6
d.1.1 Introducción	6
d.1.2 Automatización Industrial	7
d.1.2.1 Definiciones	7
d.1.3 Pantallas HMI	11
d.2 CAPÍTULO II. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	13
d.2.1 Controladores Lógicos Programables	13
d.2.1.1 Estructura de un PLC	14
d.2.2 Configuración externa de los PLC	17
d.2.2.1 Estructura compacta	18
d.2.2.2 Estructura modular	18
d.2.3 Ciclo de trabajo de un autómatas programable	19
d.2.4 Campos de aplicación	20
d.2.5 Ventajas e inconvenientes del PLC	21
d.2.5.1 Ventajas del PLC	21
d.2.5.1 Inconvenientes del PLC	22
d.2.6 Tamaño de los autómatas programables	23
d.2.7 Conexionado de las entradas y salidas E/S	23
d.2.7.1 Entradas	23

d.2.7.2 Salidas	26
d.2.7.3 Actuadores	28
d.2.7.4 Circuitos protectores	28
d.2.7.5 Contactos de relés térmicos	31
d.2.7.6 Protección en los procesos. Contactos de confirmación	33
d.2.7.7 Distintas posibilidades de conexión en las salidas	34
d.2.8 Instalación, puesta a punto y mantenimiento	37
d.2.8.1 Condiciones ambientales del entorno	38
d.2.8.2 Distribución de componentes	38
d.2.8.3 Cableado	40
d.2.8.4 Alimentación	40
d.2.8.5 Puesta a punto y en servicio	42
d.2.8.6 Mantenimiento	44
d.2.9 Programación de autómatas programables	46
d.2.9.1 Esquema de contactos	47
d.2.9.2 Diagrama de funciones (FUP)	48
d.3 CAPÍTULO III: AUTÓMATA PROGRAMABLE S7-1200	49
d.3.1 PLC SIEMENS S7-1200	49
d.3.2 Software	50
d.3.3 Programación en esquema de contactos KOP	54
d.3.4 Operaciones con contactos (Set/Reset)	55
d.3.5 Marcas especiales	56
d.3.6 Funciones utilizadas	56
d.3.6.1 Temporizador con retardo a la conexión (TON)	56
d.3.6.2 Temporizador con retardo a la desconexión (TOF)	57
d.3.6.3 Temporizador retardo a la conexión con memoria (TONR)	57
d.3.6.4 Contador Ascendente (CTU)	59
d.3.6.5 Contador Descendente (CTD)	59
d.3.6.6 Contador Ascendente/Descendente (CTUD)	60
e. MATERIALES Y MÉTODOS	61
e.1 Materiales	61
e.1.1 Materiales del proyecto práctico	61

e.1.2 Materiales del documento	61
e.2 Métodos	62
e.2.1 Diseño del tablero simulador	62
e.2.1.1 Esquema	62
e.2.1.2 Elementos	63
e.2.3 Distribución de los elementos	67
e.2.4 Distribución eléctrica de los elementos	68
e.3 Valoración económica	69
f. RESULTADOS	70
f.1 Pruebas y Simulaciones	70
f.2 Guía de practicas	70
g. DISCUSIÓN	97
h. CONCLUSIONES	98
i. RECOMENDACIONES	99
j. BIBLIOGRAFÍA	100
k. ANEXOS	103

a. TÍTULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO SIMULADOR PARA PLC
SIEMENS S7-1200 Y DESARROLLO DE GUÍAS DE PRÁCTICAS

b. RESUMEN

Este trabajo de tesis considera el diseño de un tablero de pruebas para la simulación del control de sistemas industriales con un autómata programable, con la finalidad de poder realizar prácticas y complementar los principios teóricos adquiridos.

El tablero consta de un PLC S7-1200 de SIEMENS y un Touch Panel KTP400 (HMI) como elementos principales de control y supervisión de los procesos a simular, además se tiene motor trifásico, variador de frecuencia, contactores, relés, pulsadores y pilotos luminosos que permiten a los estudiantes interactuar con elementos que usualmente se encuentran en la industria, complementando de esta manera su formación académica con algunos recursos prácticos.

Se desarrollaron varias prácticas para probar el tablero desarrollado y se elaboraron las guías respectivas para que de esta forma los estudiantes sepan cómo proceder al manejo, desarrollo e implementación de las mismas y facilitar la manipulación del tablero.

Además, se realizaron pruebas mediante simulación de las prácticas con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas diseñados y que luego serán implementados.

b. SUMMARY

This thesis work considers the design of a test board for the simulation of the control of industrial systems with a programmable automaton, with the purpose of being able to make practices and to complement the acquired theoretical principles.

The board consists of a PLC S7-1200 of Siemens and a Touch Panel KTP400 (HMI) as main elements of control and supervision of the processes to simulate, in addition it is had three-phase motor, variator of frequency, contactors, relays, buttons and indicator lights that allow the students to interact with elements that usually are founded in the industry, complementing in this way their academic formation with some practical resources.

Several practices were developed to test the developed board and the respective guides were elaborated so that in this way the students know how to proceed to handling, development and implementing of them and to facilitate the handling of the board.

Moreover, tests were made by means of simulation of the practices with the purpose of verifying the correct operation of the designed systems which will then be implemented.

c. INTRODUCCIÓN

La importancia de la actualización tecnológica en las universidades, es un aspecto fundamental al momento de formar profesionales con suficientes conocimientos prácticos y teóricos, pues el combinar la teoría con la práctica es una de las mejores metodologías de enseñanza aprendizaje en los estudiantes.

La Automatización Industrial con la aplicación de innovación tecnológica ha cobrado mucha importancia, logrando mejorar los diferentes procesos de producción y fabricación empresarial en el medio de aplicación de nuevos y diversos sistemas de automatización; es evidente la necesidad de afirmar el conocimiento técnico-práctico de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, al respecto de sistemas inherentes de control, diagramación y ensayos de control industrial.

Por lo cual se ha tomado en consideración el desarrollo de un tablero basado en un PLC S7-1200 para el control de sistemas industriales, donde se seleccionaron los componentes necesarios y adecuados para el montaje del tablero, en el mismo los estudiantes tendrán la posibilidad de hacer prácticas para comprender de una mejor manera un control de procesos.

El tablero implementado permite visualizar el control de un proceso en una pantalla HMI en tiempo real, además se cuenta con el accionamiento automático de todos los actuadores de acuerdo al proceso establecido programados en un PLC de gama industrial.

Para el desarrollo del presente trabajo de tesis se ha considerado los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Diseñar e implementar un banco para simulación de procesos industriales mediante un controlador lógico programable SIEMENS S7-1200.

Objetivos específicos:

- Diseñar un banco didáctico para el desarrollo de prácticas con un autómata programable SIEMENS S7-1200.
- Construir el banco propuesto para el desarrollo de prácticas con un controlador lógico programable SIEMENS S7-1200.
- Elaborar la guía de prácticas para el banco didáctico propuesto

d. REVISIÓN DE LITERATURA

d.1 CAPÍTULO I: AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

d.1.1 Introducción

Se puede considerar los sistemas de automatización industrial como sucesores de los automatismos mecánicos desarrollados en el pasado.

El desarrollo de la tecnología ha mejorado los automatismos. Inicialmente utilizando tecnologías cableadas, circuitos con relés electromagnéticos y sustituidos en las últimas décadas por los autómatas totalmente programables.

Fue sobre todo en la industria del automóvil la que le dio un importante impulso en el desarrollo de los sistemas de automatización industrial. En 1947 y en la compañía automovilística Ford se definió el término automatización (Barbado, y otros, 2013).

Las primeras tecnologías utilizadas se basaban en la aplicación de tecnologías cableadas, lo que se llamó automatismos cableados. Se utilizaban fundamentalmente tecnologías neumática y electromecánica.

Surgió entonces la necesidad de nuevas y mejores herramientas para el control de procesos de producción. Controladores que trabajen sin problemas en entornos industriales adversos, tiempo de vida más largo, fácilmente programables y cuyos cambios en programación puedan realizarse de forma sencilla. La solución fue el uso de una nueva técnica de programación reemplazando los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A principios de los años 60 se introdujeron por primera vez los autómatas programables. A mediados de los años 70 los nuevos microprocesadores incorporaron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños controladores programables (Barbado, y otros, 2013).

A partir de los años 80 se redujeron considerablemente las dimensiones de los controladores programables, la programación simbólica se realizó mediante computadoras personales en lugar de los terminales de programación clásicos y se empezó el proceso de estandarización de las comunicaciones. Actualmente, los Autómatas Programables son compactos y se ha reducido gradualmente los protocolos de comunicación.

d.1.2 Automatización Industrial

d.1.2.1 Definiciones

Al analizar los automatismos industriales se deben definir ciertos conceptos básicos:

d.1.2.1.1 Automatización Industrial

La automatización industrial se puede definir como el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos (Murillo, 2010); (Emilio, 2011); (Bañuelos, 2014).

d.1.2.1.1 Automatismo

Un automatismo es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales (Daneri, 2008).

d.1.2.2.2 Procesos industriales continuos

Un proceso continuo se caracteriza porque las materias primas están constantemente entrando por un extremo del sistema, mientras que en el otro extremo se obtiene de forma continua un proceso terminado como se observa en la Figura 1 (Romera, y otros, 1994).

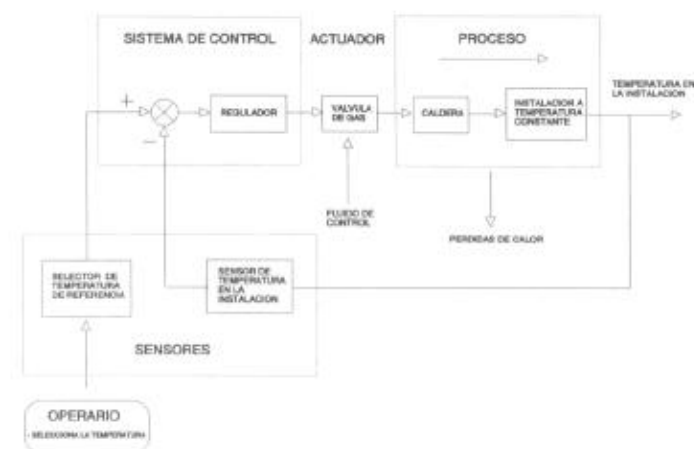


Figura 1. Diagrama en bloques de un Proceso Continuo

Un ejemplo típico de proceso continuo puede ser un sistema de calefacción para mantener una temperatura constante en una determinada instalación industrial. La materia prima de entrada es la temperatura que se quiere alcanzar en la instalación; la salida será la temperatura que realmente existe.

Los sistemas continuos se caracterizan principalmente por (Romera, y otros, 1994):

- El proceso se realiza durante un tiempo relativamente largo.
- Las variables empleadas en el proceso y sistema de control son de tipo analógico.

Generalmente, los sistemas continuos se los encuentra en sistemas de Regulación o Control Automático y Servomecanismos.

d.1.2.2.3 Procesos Industriales Discretos

El producto de salida se obtiene a través de una serie de operaciones, muchas de ellas con gran similitud entre sí. La materia prima sobre la que se trabaja es habitualmente un elemento discreto que se trabaja de forma individual como se observa en la Figura 2 (Romera, y otros, 1994).

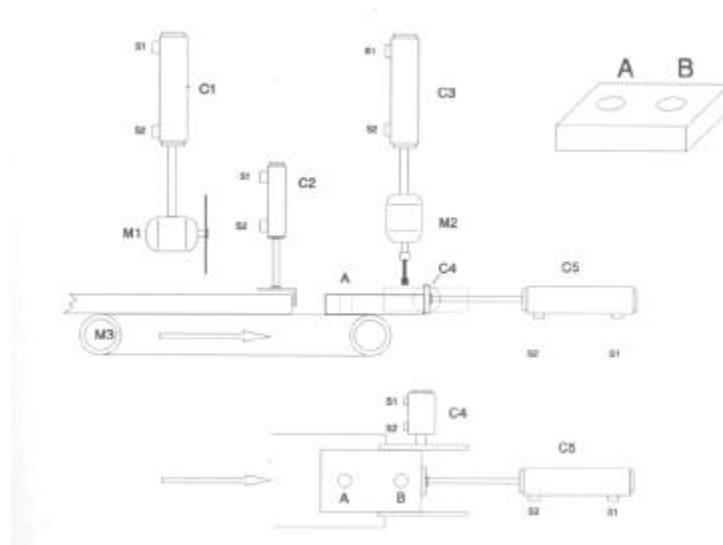


Figura 2. Esquema de un Proceso Industrial Discreto

Un ejemplo de sistema discreto es la fabricación de una pieza metálica rectangular con dos taladros. El proceso para obtener la pieza terminada puede descomponerse en una serie de estados que han de realizarse secuencialmente, de forma que para para realizar un estado determinado es necesario que se hayan realizado correctamente los anteriores. Cada uno de esos estados supone a su vez una serie de activaciones y desactivaciones de los actuadores que se producirán en función de los sensores y de la variable que indica que se ha realizado el estado anterior.

d.1.2.2.4 Procesos Industriales Discontinuos o por lotes

Se reciben a la entrada del proceso las cantidades de las diferentes piezas discretas que se necesitan para realizar el proceso. Sobre este conjunto se realizan las operaciones necesarias para producir un producto acabado o un producto intermedio listo para un procesamiento posterior, como se observa en la Figura 3 (Romera, y otros, 1994).

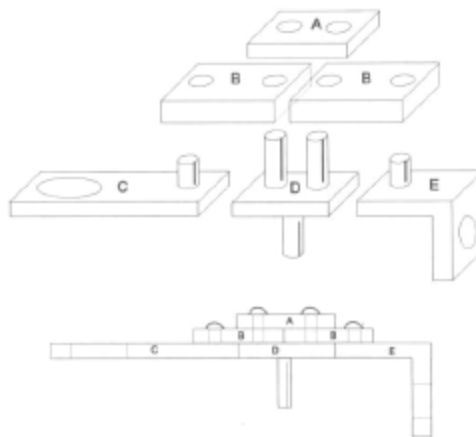


Figura 3. Proceso Industrial Discontinuo (Por lotes)

Por ejemplo se trata de formar una pieza de una máquina partiendo de un conjunto de piezas, que se han obtenido a partir de una serie de procesos discretos; las piezas se ensamblarán, una vez colocadas se ajustarán de forma que pueda obtenerse la pieza terminada. Este proceso puede descomponerse en estados, los cuales se realizarán en forma secuencial y para activar los dispositivos encargados de posicionar las diferentes piezas serán necesarias señales de sensores y variables de estado anteriores.

d.1.2.2.5 Sensores

Se puede definir a un sensor o transductor como un dispositivo o combinaciones de dispositivos que convierten señales o energía de una forma física en otra. Éstos proporcionan una salida útil en respuesta a una condición física medida, como se observa en la como se observa en la Figura 4 (Daneri, 2008).

Aunque los términos sensor y transductor se suelen aceptar como sinónimos, transductor es quizás más amplio, ya que además de una parte sensible o captador, incluye algún tipo de circuito de acondicionamiento de la señal detectada.

En los sensores eléctricos la salida es una cantidad eléctrica de tensión o corriente, función de la medición.

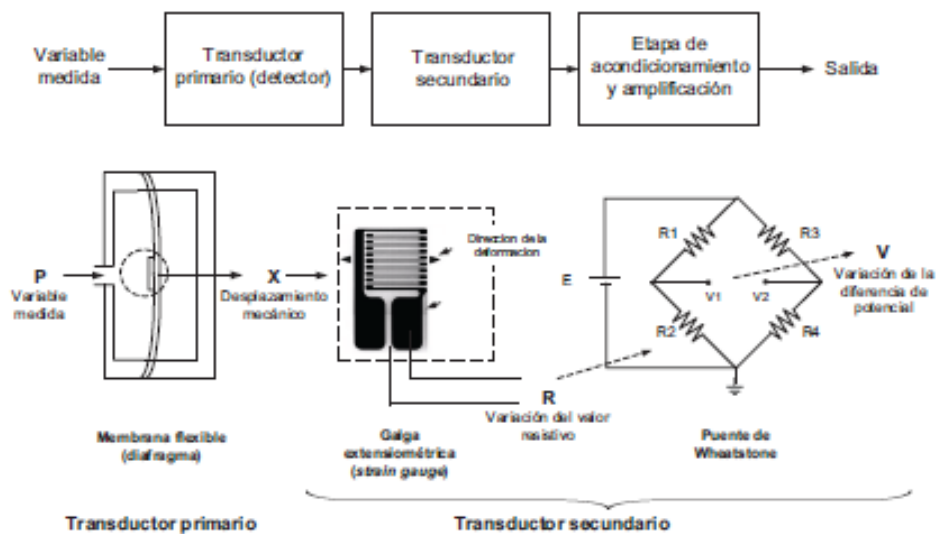


Figura 4. Esquema de funcionamiento de un sensor

En algunos transductores, la generación de la salida eléctrica a partir de la cantidad física medida se obtiene en dos etapas. Existe un elemento detector, que responde directamente a la magnitud física a medir, y un elemento de transducción, en el cual se origina la salida eléctrica equivalente.

d.1.2.2.6 Transductores analógicos

Son aquéllos que dan como salida un valor de tensión o corriente que es función continua de la magnitud física medida (Daneri, 2008). Por lo general, este tipo de transductores incluyen una etapa de acondicionamiento para suministrar señales normalizadas de 0 a 10 V ó 4 a 20 mA. La salida analógica de corriente suele ser más frecuente en aplicaciones de control de procesos. Algunos transductores proporcionan una salida pulsante, es decir, un tren de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la medición.

d.1.2.2.7 Transductores digitales

Son aquéllos que dan como salida una señal codificada en forma de pulsos o de una palabra digital codificada en binario, BCD, GRAY u otro sistema (Daneri, 2008). Adicionalmente, muchos sensores digitales poseen interfaces estándar tales como RS232, RS485, Profibus-DP, HART, entre otras, lo que les permite intercambiar información adicional a la medición y comunicarse a través de una red de instrumentos.

d.1.2.2.8 Transductores Todo-Nada

Indican mediante un cambio de estado cuando la variable detectada supera un cierto umbral o límite. Entre ellos se encuentran los detectores de proximidad, presostatos, flujos tatos, entre otros (Daneri, 2008).

d.1.3 Pantallas HMI

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de controlar múltiples sistemas remotos, de PLC y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática.

Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador.

Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas.

Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI/SCADA de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLC.

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas Human Machine Interface (HMI). Es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina se están masificando cada vez más a nivel industrial. Esta tendencia se debe principalmente a la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.

Actualmente, la industria pone a disposición del mercado un amplio abanico de sistemas HMI, orientados a satisfacer distintos niveles de necesidades.

En la actualidad, los HMI ofrecen incluso plataformas cliente-servidor multidisciplinarias, es decir, que son capaces de aplicarse a un SCADA eléctrica, un sistema de procesos o a una pequeña planta. Una de las grandes ventajas es que se configuran de acuerdo a cómo se necesiten. Sin embargo, hay que ser cuidadosos en que los operarios sean capaces de incorporarlos adecuadamente.

Los sistemas HMI se han integrado naturalmente con las áreas productivas, orientándose, lo cual tienen encantado al mercado gracias a que constituyen una herramienta muy útil para hacer diagnósticos y entregar la visibilidad necesaria a los procesos. Una de las grandes cualidades de los sistemas HMI es, que permite tomar decisiones online, a través de distintos indicadores.

d.2 CAPÍTULO II. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

d.2.1 Controladores Lógicos Programables

La mayoría de procesos existentes en la industria pertenecen al tipo de procesos discontinuos o procesos discretos y para su control pueden emplearse sistemas basados en micro controlador. Los más empleados son los controladores lógicos programables o autómatas programables.

Un controlador lógico programable PLC (IEC 61131-1), es un equipo electrónico basado en micro controlador o microprocesador, que tiene generalmente una configuración modular, puede programarse en lenguaje no informático y está diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente industrial procesos que presentan una evolución secuencial (Romera, y otros, 1994).

Un sistema formado por el proceso y el controlador lógico programable que se encarga de controlarlo está representado en la Figura 5:

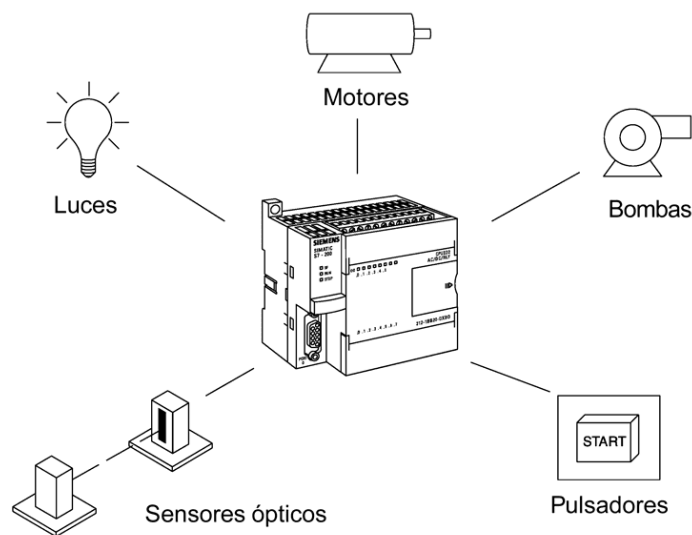


Figura 5. Esquema de un proceso controlado por PLC

El programa de usuario recibe las informaciones del proceso y de los estados anteriores: de acuerdo con el algoritmo que tiene implementado las procesa y determina las acciones que controlador lógico ha de tomar sobre aquél. Las señales que reciben los

actuadores se denominan variables externas de salida, las señales que suministran los sensores reciben el nombre de variables externas de entrada.

d.2.1.1 Estructura de un PLC

Se puede describir al autómata programable como un conjunto de bloques, que asociados y comunicados tienen una estructura análoga a la de un computador. En la Figura 6 se pueden apreciar los bloques principales de un PLC:

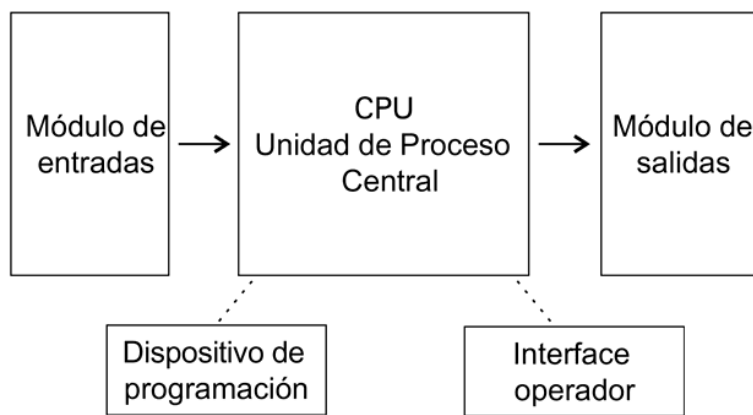


Figura 6. Diagrama en bloques de la estructura de un PLC

d.2.1.1.1 CPU

Es la parte más importante del equipo, se compone de:

La Unidad de Control

Registros

Registro de control

Puntero de programa

Stack o zona de memoria interna para salvaguardar registros.

d.2.1.1.2 Memoria

Existe una cantidad de memoria, dedicada al almacenamiento del programa propio a ejecutar. Esta memoria suele ser de tipo RAM, la cual mantiene el programa al desconectar la alimentación del suministro eléctrico.

Existen modelos de PLC que contienen un módulo de memoria EPROM o EEPROM, en el cual se graba la programación.

A diferencia de las computadoras, la cantidad de memoria que poseen estos equipos es reducida. Un PLC con 32 K de memoria ya es un equipo que permite la automatización de montajes complejos y grandes.

d.2.1.1.3 Fuente de alimentación

Los PLC trabajan interiormente de forma digital, con señales de baja tensión (del orden de 5 V). Las fuentes de tensión pueden formar parte del equipo o como un módulo que se le puede adicionar. Es también usual que el PLC suministre de una tensión de 12 o 24 V para la alimentación de módulos auxiliares de entrada o salida de señales.

d.2.1.1.4 Módulos Auxiliares

Son distintos elementos que se utilizan para acondicionar las señales de entrada y salida del PLC a los distintos actuadores y detectores. Se puede indicar como más generales los siguientes:

Módulos de Entrada/Salida

Módulos convertidores de señales analógicas y digitales

Módulos de regulación P, PI, PID, entre otros.

En los PLC de alto nivel es fácil encontrar integradas en él que ya poseen alguna aplicación de los tipos indicados. No obstante frecuentemente o bien son insuficientes o no llevan este tipo de módulos.

d.2.1.1.5 Programadora

Es el equipo que sirve para introducir el programa al PLC, o bien para la modificación de este. Puede ser un PC con el software de programación adecuado.

d.2.1.1.6 Otros

Además de los equipos antes mencionados, se puede conectar a la CPU, otra serie de periféricos tales como pantallas táctiles y visualizadores, empleadas para monitorear estados y cambios de algún parámetro y comunicarse con otros elementos, tales como módems, variadores de frecuencia, entre otros.

d.2.1.2 Modo de Funcionamiento

En funcionamiento normal, los PLC ejecutan programas almacenados en su memoria de forma lineal y cíclica. Es decir la CPU lee las instrucciones del programa y las ejecuta de modo secuencial, y una vez terminadas las instrucciones ejecuta nuevamente la primera.

Los PLC pueden trabajar generalmente en tres modos de funcionamiento:

d.2.1.2.1 Modo Stop

Cuando el PLC se está comunicando con el elemento de programación, se encuentra parada la ejecución del programa, y las salidas están normalmente a nivel bajo.

En este modo es en donde se procede a la carga de los programas y modificaciones importantes de ellos.

El PLC suele pasar a esta forma de funcionamiento cuando se dan incidencias importantes en las secuencias del programa, tales como interrupciones, órdenes contradictorias o situaciones de indecisión, para no permitir situaciones peligrosas.

d.2.1.2.2 Modo monitor

Cuando el PLC y el elemento de programación están transfiriendo información en tiempo real. De esta manera se puede realizar un análisis de funcionamiento del programa en tiempo real, monitorizando en cada instante el estado de cualquier entrada/salida o elemento programado. También permite al PLC hacer pequeñas correcciones del programa, inclusive se puede forzar a un estado lógico las entradas o salidas.

d.2.1.2.3 Modo Run

En este modo de funcionamiento el PLC está desconectado del elemento programador, atendiendo a las entradas y salidas, ejecutando el programa desarrollado a su máxima velocidad.

d.2.2 Configuración externa de los PLC

El término estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido, entre otros. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura modular

d.2.2.1 Estructura compacta

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es fuente de alimentación, CPU, memoras, entradas, salidas, entre otros, como se muestra en la Figura 7. En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones:

unidad fija o conectable directamente en el autómata; mediante cable y conector; o la posibilidad de ambas conexiones. Si la unidad de programación es sustituida por un PC, la conexión es mediante cable y conector. El montaje del Autómata al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: carril DIN, placa perforada, entre otros.



Figura 7. Autómata Programable con Estructura Compacta

d.2.2.2 Estructura modular

Como su nombre indica, la estructura de este tipo de Autómatas se divide en módulos o partes del mismo que realizan funciones específicas, mostrado en la Figura 8. Aquí cabe hacer dos divisiones:

- a) Estructura americana: Se caracteriza por separar las E/S del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las unidades de E/S en los bloques o tarjetas necesarias.
- b) Estructura europea: su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, entre otras. La unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción de los mismos se hace bien sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre RACK, en

donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.



Figura 8. Autómata programable con estructura modular

d.2.3 Ciclo de trabajo de un autómata programable

El autómata ejecuta el programa de usuario en un tiempo determinado, el cual va a depender sobre todo de la longitud del programa. Esto es debido a que cada instrucción tarda un tiempo determinado en ejecutarse, por lo que en procesos rápidos será un factor crítico.

En un sistema de control mediante autómata programable se tiene los siguientes tiempos:

1. Retardo de entrada
2. Vigilancia y exploración de las entradas
3. Ejecución del programa de usuario
4. Transmisión de las salidas
5. Retardo de las salidas

Los puntos 2, 3 y 4 sumados dan como total el tiempo de ciclo del autómata. Tras este ciclo es cuando se modifican las salidas, por lo que si varían durante la ejecución del programa tomarán como valor el último que se haya asignado. También supone que una variación en las entradas no se verá durante la ejecución del programa, hasta que se inicie un nuevo ciclo.

Esto es así debido a que no se manejan directamente las entradas y las salidas, sino una imagen en memoria de las mismas que se adquiere al comienzo del ciclo (2) y se modifica al final de éste (retardo).

En la etapa de vigilancia (watchdog) se comprueba si se sobrepasó el tiempo máximo de ciclo, activándose en caso afirmativo la señal de error correspondiente.

d.2.4 Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su uso se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, entre otros, por tanto su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones entre otros.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de montaje, la posibilidad de almacenar programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales pueden ser los siguientes:

- a) Maniobra de maquinas

- Maquinaria industrial de mueble y madera
 - Maquinaria en procesos de grava, arena y cemento
 - Maquinaria en la industria del plástico
 - Maquinas-herramientas complejas
 - Maquinaria en procesos textiles y de confección
 - Maquinaria de ensamblaje
 - Máquinas transfer
- b) Maniobra de instalaciones
- Instalaciones de aire acondicionado, calefacción, entre otros
 - Instalaciones de seguridad
 - Instalaciones de frío industrial
 - Instalaciones de almacenamiento y trasvase de cereales
 - Instalaciones de plantas embotelladoras
 - Instalaciones en la industria de la automoción
 - Instalaciones de tratamientos térmicos
 - Instalaciones de plantas depuradoras de residuos
 - Instalaciones de cerámica
- c) Señalización y control
- Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

d.2.5 Ventajas e inconvenientes del PLC

No todos los autómatas programables ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y a las innovaciones técnicas que surgen constantemente.

d.2.5.1 Ventajas del PLC

Las condiciones favorables que presenta un PLC son las siguientes:

1. Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos
 - No es necesario simplificar ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 - La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se elimina parte del problema que supone contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, entre otros.
2. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
 3. Mínimo espacio de trabajo
 4. Menor coste de mano de obra de instalación
 5. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, el eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar averías.
 6. Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata
 7. Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado
 8. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

d.2.5.1 Inconvenientes del PLC

Como inconvenientes se puede hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar al personal en tal sentido.

Pero hay otro factor importante, como es el costo inicial, que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador, es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidir por uno o

por otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurar una decisión acertada.

d.2.6 Tamaño de los autómatas programables

La clasificación de los PLC en cuanto a su tamaño se realiza en función del número de sus entradas-salidas:

- a) Gama baja: Hasta un máximo de 128 entradas –salidas. La memoria del usuario de que disponen suele alcanzar un valor máximo de 4K instrucciones.
- b) Gama media: De 128 a 512 entradas-salidas. La memoria del usuario de que disponen suele alcanzar un valor máximo de hasta 16K instrucciones.
- c) Gama alta: Más de 512 entradas-salida. Su memoria de usuario supera en algunos de ellos los 100K instrucciones.

d.2.7 Conexionado de las entradas y salidas E/S

La eficaz puesta en funcionamiento de un PLC pasa necesariamente por una correcta conexión de los captadores en las entradas y los actuadores en las salidas. De esta forma se conseguirá las ventajas siguientes:

- El buen funcionamiento y ausencia de averías por esta causa.
- La limitación en el número de entradas y salidas que se van a utilizar, lo que implica un ahorro de precio en el autómata.

d.2.7.1 Entradas

La importancia del conocimiento de las entradas del autómata puede quedar plenamente comprendida, si se entiende que las salidas a los actuadores y, por tanto, el estado de reposo o marcha de los elementos acoplados a ellas va a depender del programa con el que se está trabajando y del estado de las entradas.

d.2.7.1.1 Captadores

Se entiende por captadores, en general, aquellos elementos que se acoplan o conectan a las entradas del autómata. Estos pueden ser de dos tipos:

- Analógicos: cuya señal eléctrica es variable de tiempo, y que necesariamente han de acoplarse al mismo tipo de entradas.
- Digitales: en donde la señal responde a:
Contacto abierto "0" (nada)
Contacto cerrado "1" (todo)

d.2.7.1.2 Principio de funcionamiento

Tal y como se observa en la Figura 9 y en el caso del contacto cerrado *b*, sucede que queda aplicada la tensión de la batería al elemento interno del autómata designado con el símbolo ■, lo que desencadena una señal hacia el circuito de control de entrada del autómata. Por el contrario *a* no ocasiona fenómeno alguno al estar éste en posición de abierto. En el caso de que la señal que se va aplicar a la entrada sea de tipo analógico, la entrada ha de ser del mismo tipo. En este tipo de entradas existe un circuito analógico-digital A/D, que transforma dichas señales en digitales, ya que éste es el lenguaje que entiende el procesador.

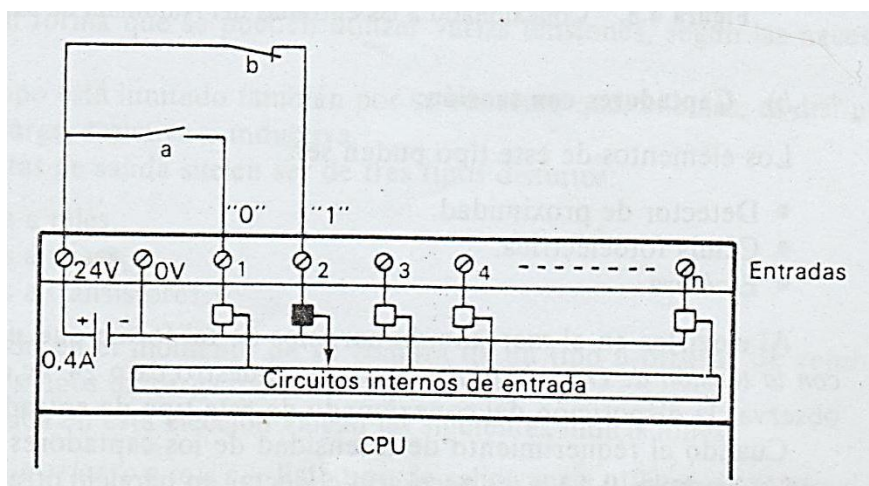


Figura 9. Principio de funcionamiento de las señales de entrada

d.2.7.1.3 Conexión de las entradas

Dos son los tipos de captadores posibles desde el punto de vista de la tensión:

a) Captadores o contactos libres de tensión

Los captadores sin tensión que se puedan conectar a un autómata pueden ser de varios tipos y, entre otros, se podrían citar los siguientes:

- Pulsadores
- Interruptores
- Finales de carrera
- Contactos de relés

En la Figura 10 se pueden observar su forma de conexión.

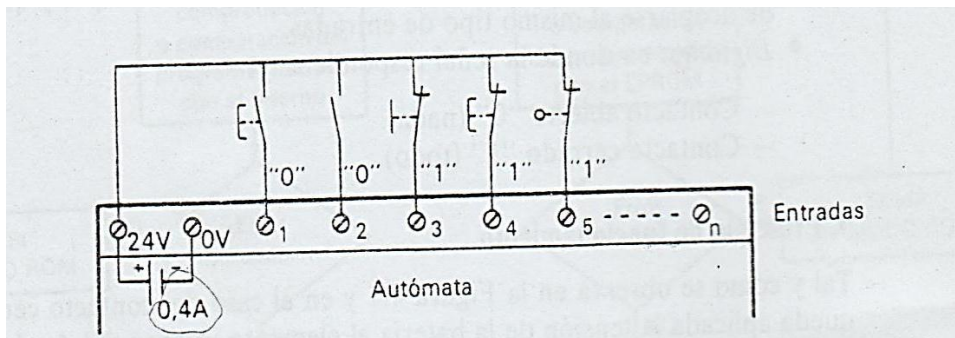


Figura 10. Conexión a las entradas del Autómata de los contactos sin tensión

b) Captadores con tensión

Los elementos de este tipo pueden ser:

- Detector de proximidad
- Célula fotoeléctrica

Al elegirlos en el mercado, se debe hacer de tal forma que su tensión de trabajo coincida con la tensión de entrada del autómata. En la Figura 11 se puede observar la disposición del conexionado de este tipo de entradas.

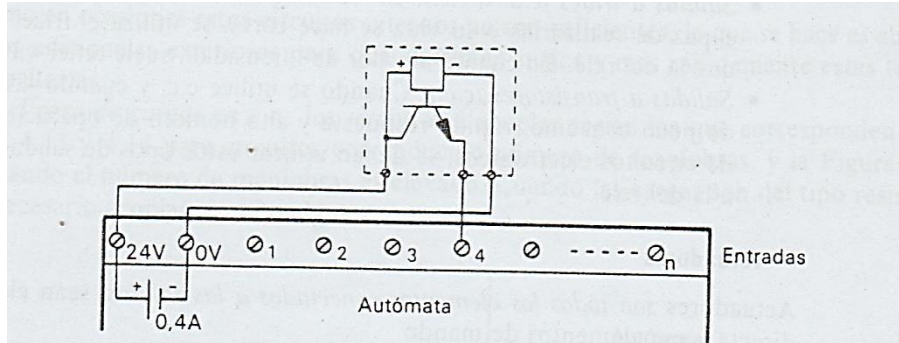


Figura 11. Conexión a las entradas del autómata de captadores con tensión

Cuando el requerimiento de intensidad de los captadores sea superior a la de la fuente, es necesario conectar en paralelo otra fuente capaz de suplir la carencia, tal y como se indica en la Figura 12:

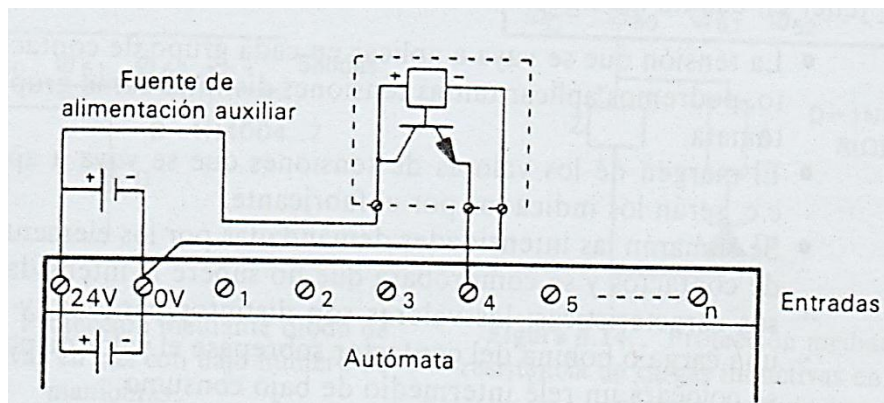


Figura 12. Acoplamiento de fuente de alimentación auxiliar

d.2.7.2 Salidas

En los contactos de salida del autómata se conectan las cargas o actuadores bien directamente, o bien a través de otros elementos de mando, como pueden ser los contactores por medio de sus bobinas.

Las salidas se suelen distribuir en varios grupos independientes de 1, 2, 4, 5, entre otros, contactos; de tal forma que se pueden utilizar varias tensiones, según las necesidades de las cargas.

Cada grupo está limitado también por su consumo que, además, es distinto en función del tipo de carga, resistiva o inductiva.

Las tarjetas de salida suelen ser de tres tipos distintos:

- Salidas a relés
- Salidas a triacs
- Salidas a transistores

La elección de un tipo u otro se ha de realizar en función de los tipos de carga que se le vayan a acoplar. Se pueden utilizar las siguientes indicaciones:

- Salidas a relés (c.a. o c.c.). Este tipo de salida suele utilizarse cuando el consumo tiene cierto valor (del orden de amperios) y donde las conmutaciones no son demasiado rápidas. Son empleadas en cargas de contactores, electroválvulas, entre otros.
- Salidas a triacs (c.a. o c.c.). En conmutaciones muy rápidas en donde el relé no es capaz de realizarlas o su vida se hace corta, se utiliza un triac. Su vida es más larga que la del relé. En cuanto al valor de intensidad, suele tener valores similares al relé.
- Salidas a transistores (c.a. o c.c.). Cuando se usa c.c. y cuando las cargas sean del tipo de poco consumo, rápida respuesta y alto número de operaciones, como es el caso de circuitos electrónicos, se deben utilizar estos tipos de salidas. Su vida es superior a la del relé.

d.2.7.3 Actuadores

Actuadores son todos los elementos conectados a las salidas, sean elementos de actuación directa, sean elementos de mando.

Antes de conectar elemento alguno a las salidas del Automata, se ha de analizar y tener en cuenta las siguientes limitaciones:

- La tensión que se vaya a aplicar en cada grupo de contactos ha de ser única; por tanto, se puede aplicar tantas tensiones distintas como grupos de contactos posea el automata.
- El margen de los valores de tensiones que se vaya a aplicar tanto en c.a. como en c.c. serán los indicados por el fabricante.
- Se sumarán las intensidades demandadas por los elementos conectados a cada grupo de contactos y se comprobará que no supere la intensidad máxima que indiquen sus características; los valores son distintos para c.a. y c.c. Cuando el consumo de una carga o bobina del contactor sobrepase el valor disponible en el grupo de salidas, se colocará un relé intermedio de bajo consumo.

d.2.7.4 Circuitos protectores

Las cargas en las salidas se pueden clasificar en cargas en c.c. y en cargas en c.a. En la mayoría de los casos, las cargas aplicadas a las salidas suelen ser circuitos inductivos como, por ejemplo, bobinas de contactores. La desconexión da lugar a picos de tensión, transitorios de alto valor. Para proteger los circuitos de mando internos y contactos de relés, se acoplan internamente a un circuito de protección compuesto por un condensador y una resistencia o bien un varistor. Las Figuras 13 y 14 corresponden a los circuitos descritos.

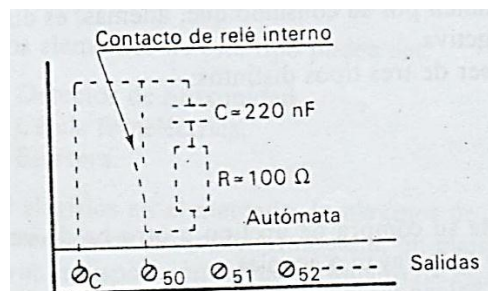


Figura 13. Circuito protector RC en paralelo con el contacto del relé de salida

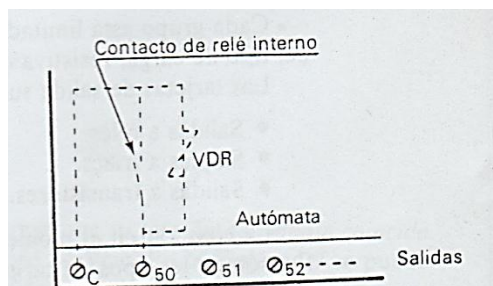


Figura 14. Circuito protector con VDR en paralelo con el contacto del relé de salida

Como en ocasiones estos circuitos internos no son suficientes, lo que se hace es acoplar circuitos adicionales exteriores para que supriman mejor y más rápidamente estas tensiones transitorias.

En el caso de cargas c.c., los circuitos a acoplar serían los que corresponden a las siguientes Figuras 15 y 16, para circuitos con reducido número de maniobras.

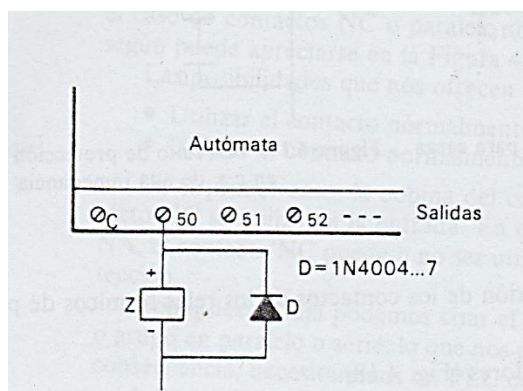


Figura 15. Protección mediante diodo de cargas inductivas en c.c. con bajo número de maniobras

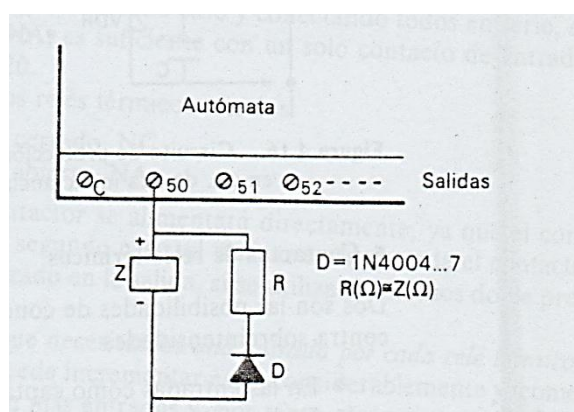


Figura 16. Protección mediante diodo y resistencia de cargas inductivas en c.c. con bajo número de maniobras

Cuando el número de maniobras es elevado se utiliza el sistema mostrado por la Figura 17. Cuando las cargas son resistivas, no es necesario acoplar circuito alguno.

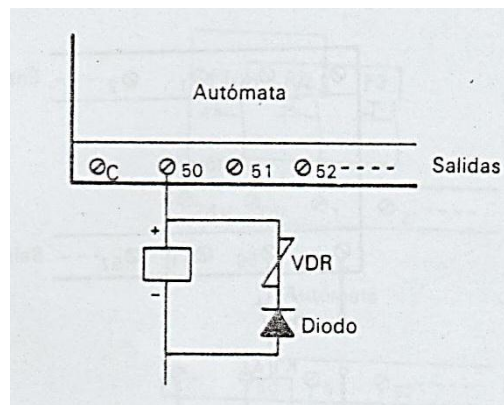


Figura 17. Protección mediante diodo VDR de cargas inductivas en c.c. con elevado número de maniobras.

En c.a. se puede encontrar, generalmente, dos casos:

- Que la carga sea de alta inductancia
- Que la carga sea de alta impedancia

En el primer caso, el circuito más conveniente mostrado en la Figura 18:

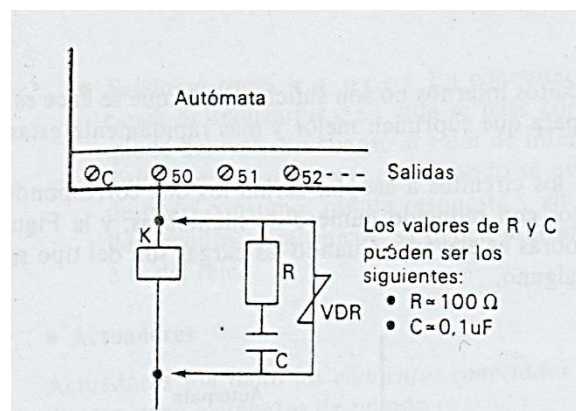


Figura 18. Circuito de protección para carga en c.a. de alta inductancia

En el segundo caso, puede ocurrir que la intensidad de fuga del circuito RC interno, y durante algunos segundos, mantenga alimentada la bobina de alta impedancia del

contactor de salida. El circuito que se va utilizar en este caso es el de la Figura 19, pero calculando los valores de R y C .

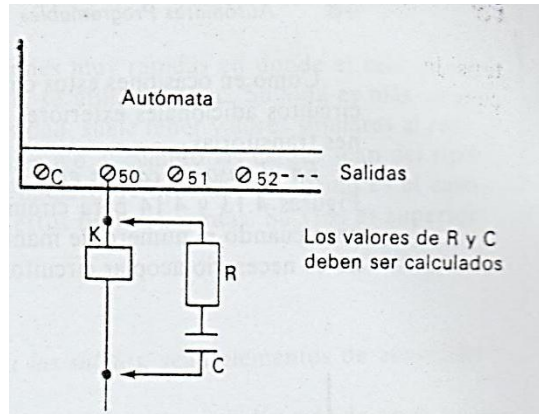


Figura 19. Circuito de protección para carga en c.a. de alta impedancia.

d.2.7.5 Contactos de relés térmicos

Dos son las posibilidades de conexión de los contactos de los relés térmicos de protección contra sobre intensidades.

- En las entradas como captadores, Figura 20

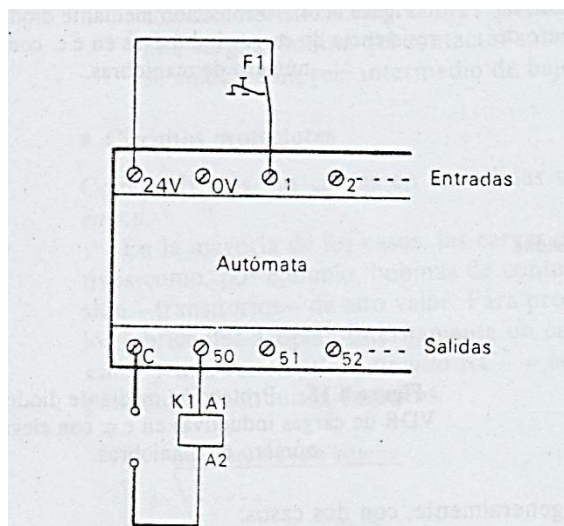


Figura 20. Conexión de un contacto de relé térmico a una entrada del autómata

- En las salidas como actuadores, Figura 21

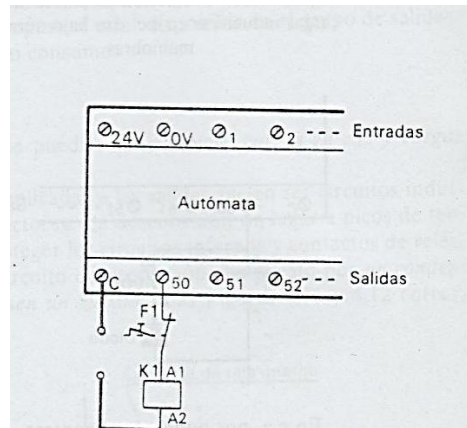


Figura 21. Contacto de relé térmico conectado en la salida en serie con la bobina de su relé

Las ventajas e inconvenientes que presentan ambas posibilidades son las siguientes:

La conexión en el circuito de entradas o de captadores es la más técnica y segura desde el punto de vista del control, ya que la apertura desactivará los correspondientes circuitos de entrada y, como consecuencia, la salida que ha dado origen a dicha sobre intensidad, quedando señalizado en ambos diodos Leeds del PLC.

Otra ventaja a tener en cuenta es que en función del programa establecido un contacto de un relé térmico puede detener únicamente el proceso del actuador al cual esté protegiendo o detener el proceso completo. En este último caso y conectando todos en serie, en el caso de contactos NC o en paralelo si NA, es suficiente con un solo contacto de entrada tal como se muestra en la Figura 22.

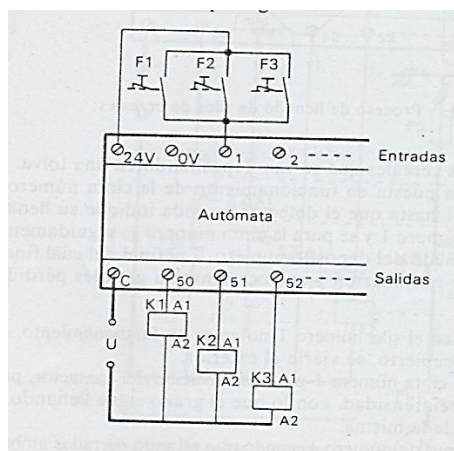


Figura 22. Contactos de relés térmicos conectados en una única entrada

Las posibilidades que nos ofrecen los relés térmicos son dos:

- Utilizar el contacto normalmente cerrado, NC
- Utilizar el contacto normalmente abierto, NA

En el primer caso, la bobina del contactor se alimentará directamente, ya que el contacto NC se utiliza de entrada. En el segundo caso, al utilizar en la entrada el contacto NA, el contacto NC puede o no ser utilizado en la salida, si se utiliza se tendrá doble protección.

Como desventaja se puede citar que se necesitará una entrada adicional por cada relé térmico, o grupo en paralelo o serie, lo que puede incrementar el número de entradas del PLC y por tanto el costo del mismo.

La conexión en el circuito de salida significa ahorrarse el correspondiente circuito de entrada, pero no dará indicación de avería en la señalización de salida o led, aunque lógicamente la bobina del contactor quede desactivada. En este caso sólo se detendrá el actuador que esté protegido.

d.2.7.6 Protección en los procesos. Contactos de confirmación

En la mayoría de los procesos industriales una avería o parada en alguno de los elementos que lo integran puede traer como consecuencia unas pérdidas económicas importantes, si en la programación del mismo no se ha tenido en cuenta estas posibilidades, esto es, la incidencia que el resto del proceso puede tener la paralización o incorrecto funcionamiento de una sola máquina.

Un procedimiento utilizado para corregir esta posibilidad es el usar contactos de confirmación, esto es, contactos de determinada parte de un proceso situados sobre otra parte de ese mismo proceso, que condiciona su parada o marcha.

d.2.7.7 Distintas posibilidades de conexión en las salidas

A continuación se detallan algunas posibilidades de conexión de los actuadores en las salidas del automático.

- a) Conexión en un grupo de cuatro salidas comunes o de igual tensión: En este caso, tal y como se muestra en la Figura 23, es necesario que:

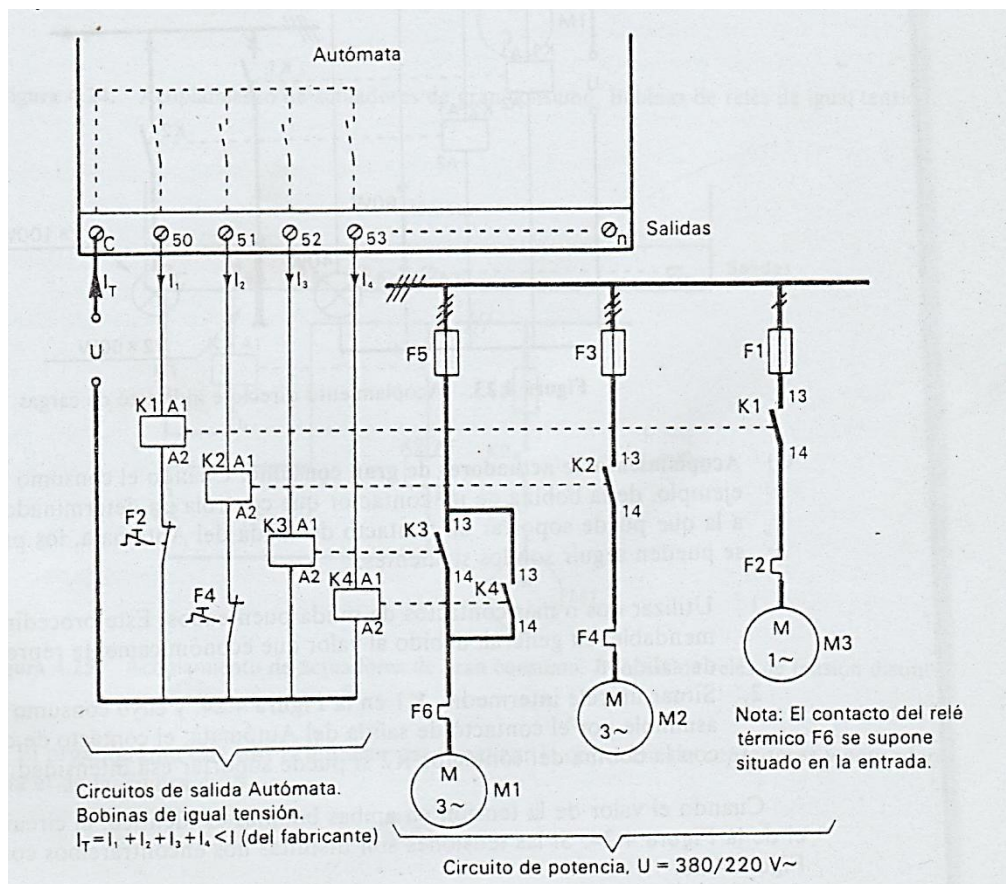


Figura 23. Conexión en un grupo de cuatro salidas comunes

- Las tensiones de los elementos acoplados sean iguales, y que esta tensión esté dentro de los márgenes indicados por las especificaciones del automátatas.
- Que la intensidad total y las intensidades parciales se encuentren también dentro de los mismos márgenes.

b) Acoplamiento directo e indirecto de cargas: En algunos casos, cuando el consumo de una carga es muy pequeño se puede acoplar ésta directamente a la salida, como es el caso mostrado en la Figura 24. En el resto de los casos el mando ha de hacerse a través de relés, contactores, electroválvulas, entre otros.

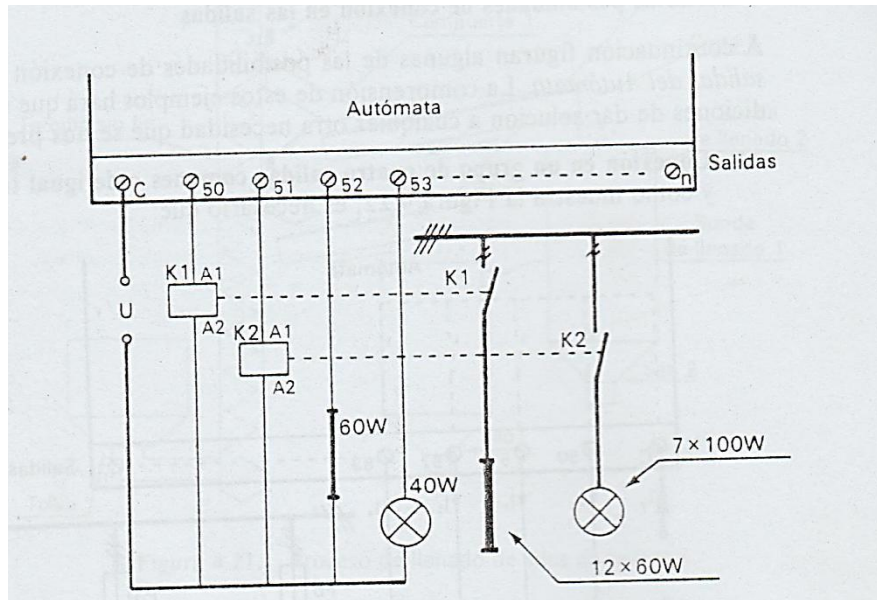


Figura 24. Acoplamiento directo e indirecto de cargas

c) Acoplamiento de actuadores de gran consumo: Cuando el consumo de intensidad, por ejemplo, de la bobina de un contactor que controla un determinado motor es superior a la que puede soportar un contacto de salida del autómata, los procedimientos que se pueden seguir son los siguientes:

1. Utilizar dos o más contactos de salida punteados. Este procedimiento no es recomendable, en general, debido al valor que económicamente representa un contacto de salida.
2. Situar un relé intermedio. K1 en la Figura 25, y cuyo consumo de intensidad sea asumible por el contacto de salida del autómata; el contacto de dicho relé en serie con la bobina del contactor K2 si puede soportar esa intensidad.

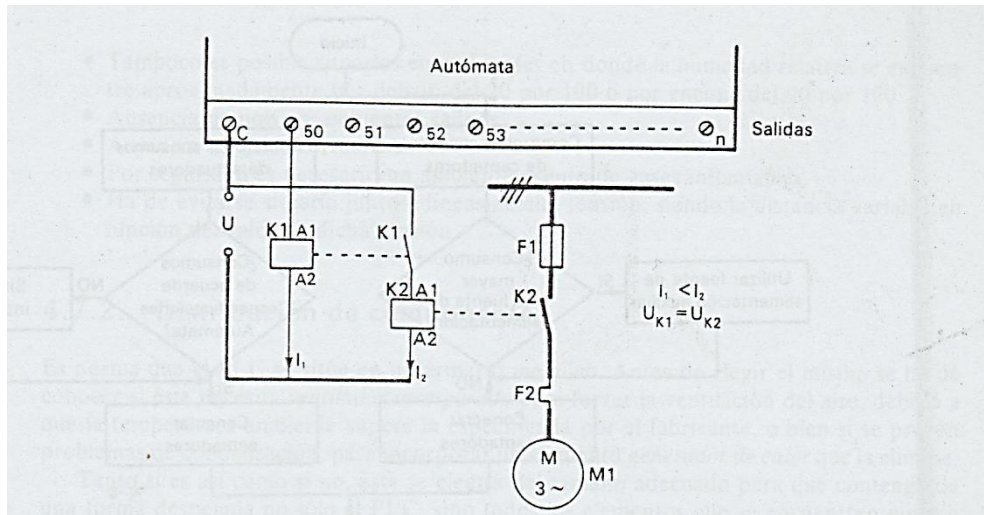


Figura 25. Acoplamiento de actuadores de gran consumo. Bobinas de relés de igual tensión

Cuando el valor de la tensión en ambas bobinas es idéntico, el circuito a utilizar sería el de la Figura 26 mostrada anteriormente. Si las tensiones son distintas se utilizará el circuito mostrado a continuación.

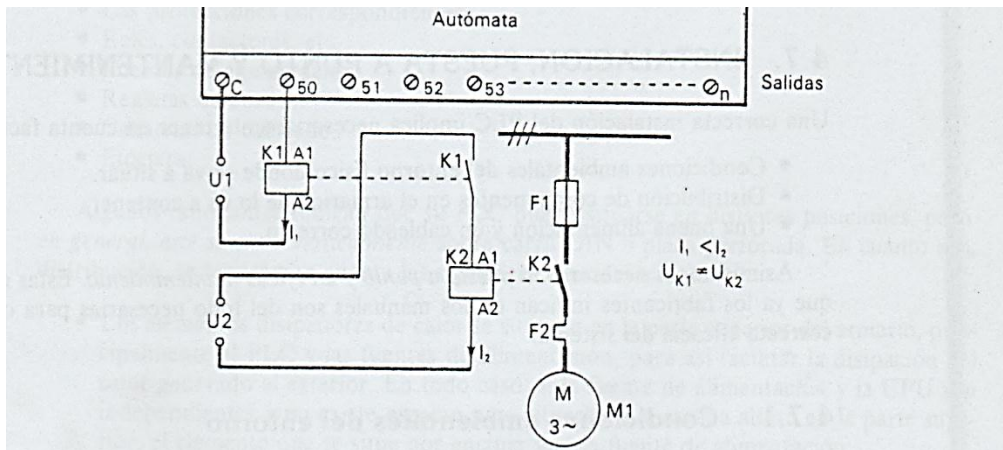


Figura 26. Acoplamiento de actuadores de gran consumo. Bobinas de relés de tensión distinta.

El siguiente organigrama (Figura 27) muestra una orientación para realizar la conexión de captadores y actuadores.

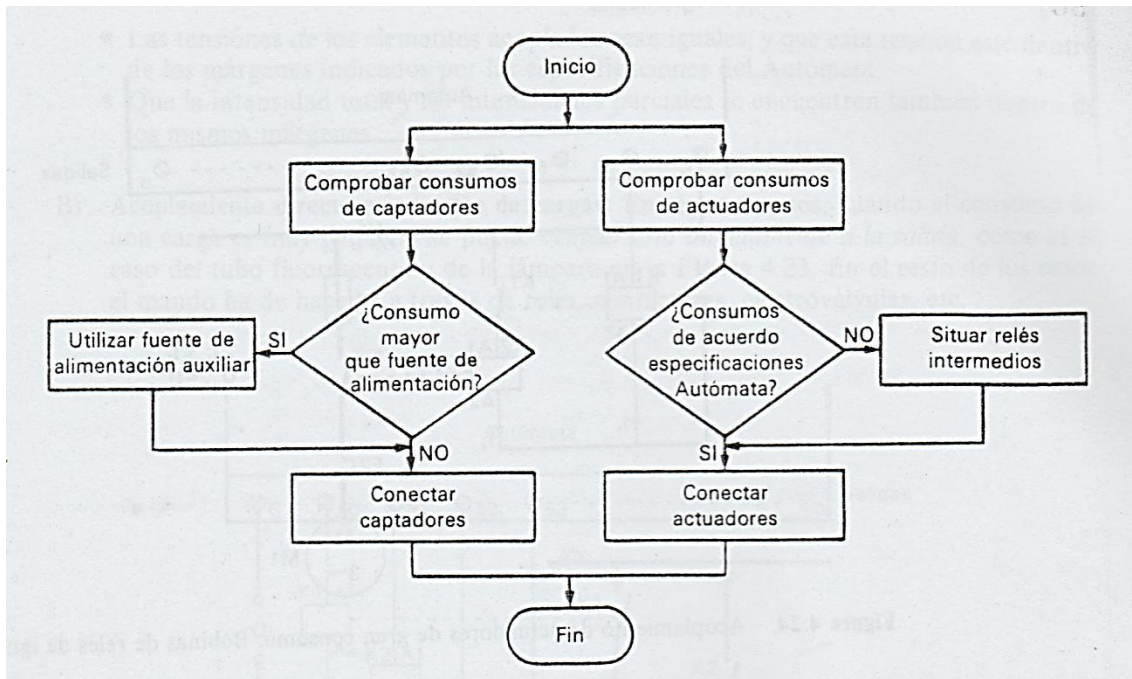


Figura 27. Organigrama de conexión de captadores y actuadores

d.2.8 Instalación, puesta a punto y mantenimiento

Una correcta instalación del PLC implica necesariamente tener en cuenta factores como:

- Condiciones ambientales del entorno físico donde se va a situar
- Distribución de componentes en el armario que lo va a contener
- Una buena alimentación y un cableado correcto

Asimismo, es necesario su puesta a punto y un eficaz mantenimiento. Estas condiciones que ya los fabricantes indican en los manuales son del todo necesarias para obtener una correcta eficacia del sistema.

d.2.8.1 Condiciones ambientales del entorno

Normalmente y salvo indicación expresa del fabricante, el entorno en donde se sitúe el PLC habrá de reunir las condiciones físicas siguientes:

- Ausencia de vibraciones, golpes, entre otros
- No exposición directa a los rayos solares o focos caloríficos intensos, así como a temperaturas que sobrepasen los 50-60 grados centígrados aproximadamente.
- No elegir lugares donde la temperatura descienda en algún momento por debajo de los 5 grados centígrados o donde los bruscos cambios pueden dar origen a condensaciones.
- Tampoco es posible situarlos en ambientes en donde la humedad relativa se encuentre aproximadamente por debajo de 20 por 100 o por encima del 90 por 100.
- Ausencia de polvo y ambientes salinos
- Ausencia de gases corrosivos
- Por seguridad es necesario un ambiente exento de gases inflamables
- Ha de evitarse situarlo junto a líneas de alta tensión, siendo la distancia variable en función de dicha tensión

d.2.8.2 Distribución de componentes

Es norma que el PLC se sitúe en un armario metálico. Antes de elegir el mismo se ha de conocer si éste necesita ventilador incorporado para forzar la ventilación del aire, debido a que la temperatura ambiente supere la especificada por el fabricante, o bien si se prevén problemas de condensación, para incorporar un elemento generador de calor que la elimine.

El armario se elegirá del tamaño adecuado para que contenga de un forma despejada no sólo el PLC, sino todos los elementos que se encuentren junto a él, de modo que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento. Los elementos a que se hace referencia pueden ser los siguientes:

- Interruptor o interruptores de alimentación
- Las protecciones correspondientes
- Relés, contactores, entre otros.
- Fuentes de alimentación
- Regletas de bornas
- Canaletas de cableado

Algunos fabricantes indican que su PLC puede situarse en distintas posiciones, pero en general, este se sitúa verticalmente sobre carril DIN o placa perforada. En cuanto a su distribución, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los elementos disipadores de calor se situarán en la parte superior del armario, principalmente el PLC y las fuentes de alimentación, para así facilitar la disipación del calor generado al exterior. En todo caso, si la fuente de alimentación y la CPU son independientes y no existe espacio para situarlas a la misma altura en la parte superior, el elemento que se sitúe por encima será la fuente de alimentación.
- Los elementos electromecánicos como, por ejemplo, relés, contactores, entre otros, son generadores de campos magnéticos debido a sus bobinas, por lo que es recomendable alejarlos lo más posible de la CPU y de las E/S. De igual modo, los transformadores estarán lo más alejados de cualquier parte del PLC.
- Para poder realizar posteriormente un buen cableado, se agruparán separadamente los módulos de entrada de los de salida; las E/S digitales de las analógicas y en el resto de los elementos, los de c.c. de los de c.a.

En todo caso cada instalador a partir de las consideraciones anteriores hará su propia distribución.

d.2.8.3 Cableado

Para un correcto cableado hay que tener en cuenta unas reglas mínimas, entre las que se encuentran:

- Separara los cables que conducen c.c. de los de c.a. para evitar interferencias
- Separar los cables de las entradas de los de las salidas
- Si es posible, separar los conductores de las E/S analógicas de las digitales
- Los cables de potencia que alimentan a contactores, fuentes de alimentación, entre otras, pasarán por canaleta distinta de los cables de E/S.

En cuanto al cableado externo, es de tener en cuenta lo siguiente:

- Los cables de alimentación y los de E/S circularán por distinto tubo o canaleta, siendo recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 centímetros, si van paralelos. En el caso de que esto no sea posible, se situarán placas metálicas conectadas a tierra que separen dentro de la canaleta los distintos tipos de cables.

d.2.8.4 Alimentación

La alimentación al autómatas es otro factor importante a tener en cuenta. Cuatro son las partes que se pueden considerar:

- Una tensión estable del valor indicado por el fabricante y exenta en lo posible de picos provocados por otros aparatos de la instalación.
- Unas protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos por medio de interruptores magneto térmicos, fusibles, entre otros, así como contra derivaciones a tierra por medio de interruptores diferenciales.
- Una tierra del valor adecuado y debidamente señalizada mediante conductor amarillo-verde. Si la instalación no la posee habrá de habilitarse una exclusivamente para el PLC de aproximadamente 3 a 5 Ohmios.

- Un circuito de mando que nos permita conectar y desconectar en el momento preciso el circuito o parte del mismo.

La Figura 28 muestra un posible circuito de alimentación PLC. Algunos fabricantes en el manual de instrucciones indican el circuito que ellos consideran más eficaz para un determinado autómeta.

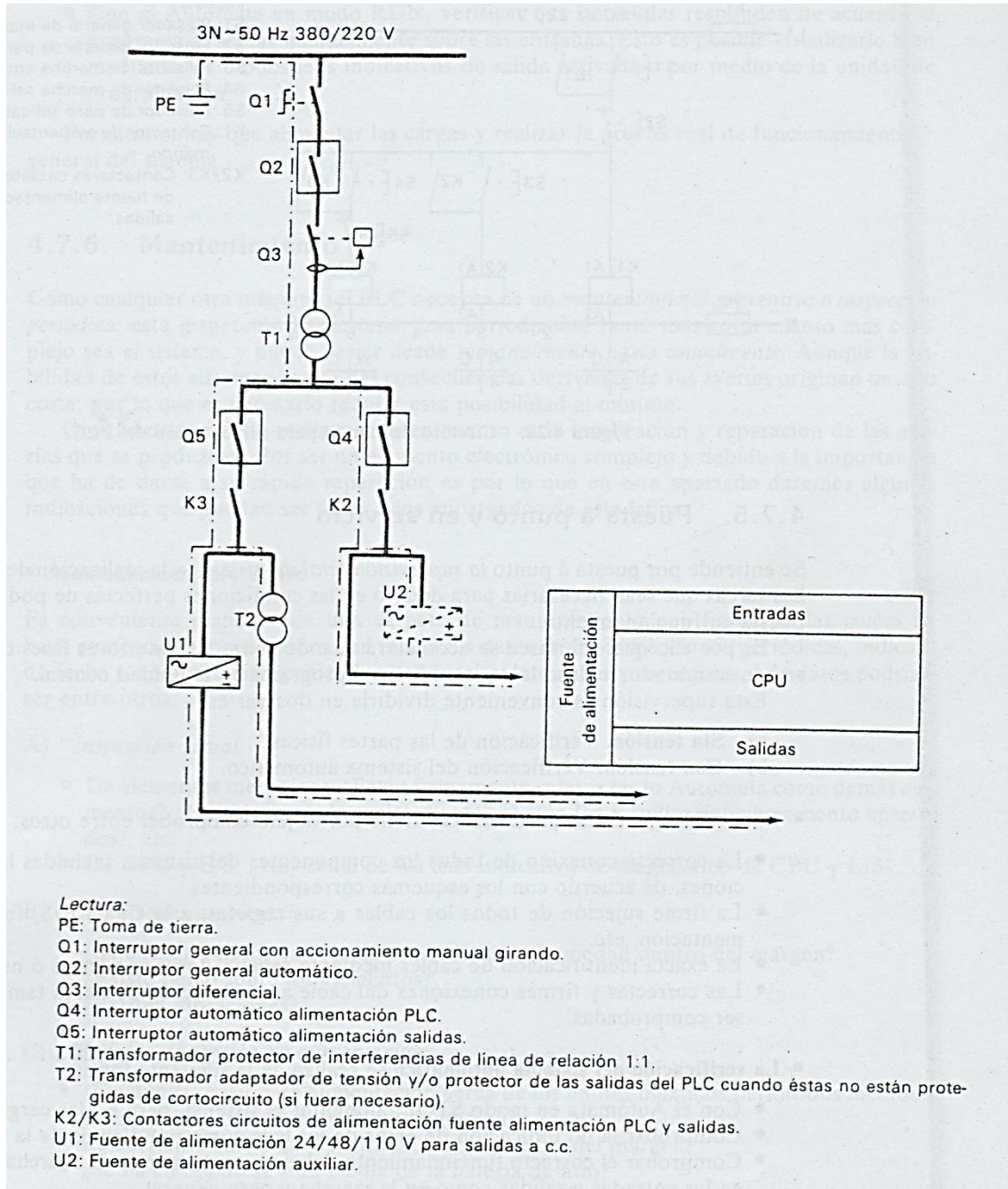


Figura 28. Circuito de potencia para alimentación de un autómeta programable

Como se observa, el circuito considera no sólo la alimentación a la fuente del autómata y al circuito de salida, sino que se ha tenido en cuenta la posibilidad de una fuente de alimentación auxiliar, salidas a c.c., transformador protector de salidas, entre otros.

La siguiente Figura 29 representa el circuito de mando. Si se observa el mismo, se verá que es posible conectar la alimentación a las entradas y a las salidas independientemente y desconectar con el pulsador S5 las salidas ante una necesidad o una emergencia o desconectar salidas y entradas con el pulsador S2.

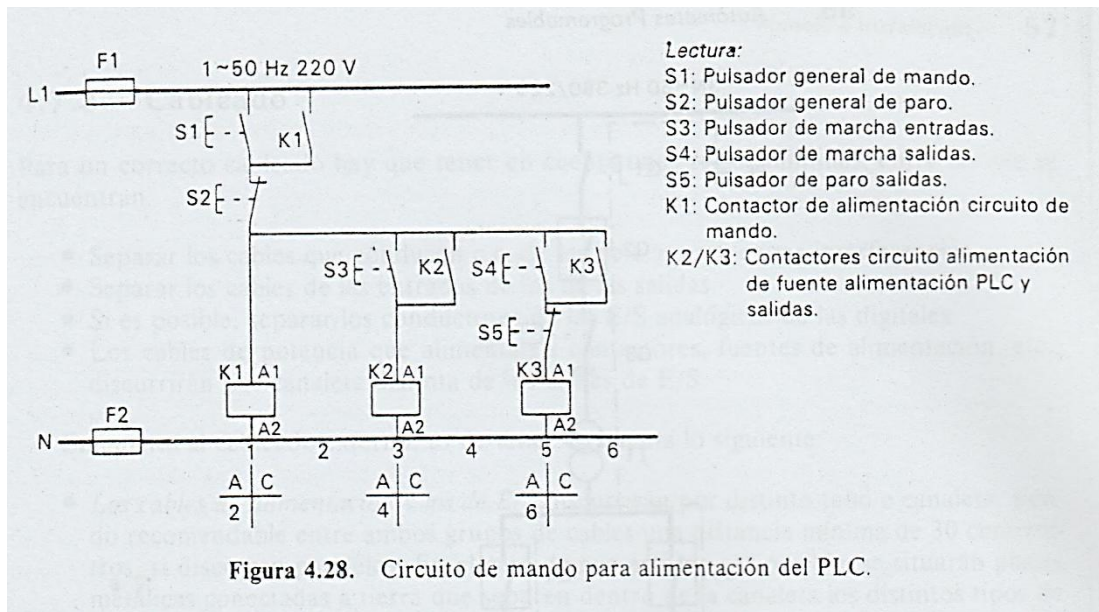


Figura 29. Circuito de mando para alimentación del Autómata

d.2.8.5 Puesta a punto y en servicio

Se entiende por puesta a punto la supervisión total del sistema y la realización de todas aquellas tareas que sean necesarias para dejarlo en las condiciones perfectas de poder iniciar su puesta en funcionamiento.

Es por ello que esta tarea se acometerá cuando todas las anteriores fases del proyecto se han terminado, incluso la de introducir el programa en la unidad central.

Esta supervisión es conveniente dividirla en dos partes:

- a) Sin tensión: Verificación de las parte físicas
- b) Con tensión; Verificación del sistema automático

d.2.8.5.1 Verificación de las partes físicas

Tiene por objeto comprobar entre otros:

- La correcta conexión de todos los componentes del sistema, incluida la alimentación, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- La firme sujeción de todos los cables a sus regletas, a la CPU, E/S, fuente de alimentación, entre otras.
- La exacta identificación de cables mediante señalizadores con letras o números
- Las correctas y firmes conexiones del cable amarillo-verde de tierra han de ser comprobadas.

d.2.8.5.2 Verificación del sistema automático

Se realiza de la siguiente forma:

- Con el autómata en modo STOP, alimentar el sistema, pero no las cargas
- Comprobar la no indicación de error de los leds correspondientes de la CPU
- Comprobar el correcto funcionamiento del circuito de mando de marcha-paro, tanto en las entradas y salidas como en la marcha y paro general.
- Con el autómata en modo RUN, verificar que las salidas responden de acuerdo al programa al actuar manualmente sobre las entradas. Esto es posible visualizarlo bien mediante los diodos leds indicativos de salida activada o por medio de la unidad de programación

Por último, hay que alimentar las cargas y realizar la prueba real de funcionamiento general del sistema.

d.2.8.6 Mantenimiento

Como cualquier otra máquina, el PLC necesita de un mantenimiento preventivo o inspección periódica; esta inspección ha de tener una periodicidad tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema, y puede variar desde semanalmente hasta anualmente. Aunque la fiabilidad de estos sistemas es alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir esta posibilidad al mínimo.

Otra labor que debe realizar mantenimiento es la localización y reparación de las averías que se produzcan.

d.2.8.6.1 Mantenimiento preventivo

Es conveniente disponer de una carpeta de mantenimiento con fichas en las cuales se haya confeccionado un cuadro que recoja los datos de las inspecciones periódicas, indicando la fecha y, en apartado significativo, las averías detectadas y corregidas. Los datos podrían ser entre otros:

a) Inspección visual:

- De elementos mecánicos: ¿Están firmemente sujetos tanto autómatas como demás elementos? ¿Hay algún cable suelto o roto? ¿Están los tornillos suficientemente ajustados?, entre otros.
- De CPU y E/S: ¿Hay señal de los leds indicativa de diagnóstico de CPU y E/S?

b) Condiciones ambientales:

- ¿Se encuentran los valores de temperatura y humedad dentro del margen?
- ¿Existe polvo sobre los elementos?
- ¿Existen vibraciones?

c) Medidas de tensión de alimentación

- ¿Fluctúa la tensión de alimentación cerca de los límites máximos permitidos medidos en la entrada de la fuente de alimentación?
- La corriente continua y el rizado, ¿están dentro del margen?
- ¿Se ha cumplido la vida media de la batería de litio?
- ¿Las tensiones de entrada a las E/S son las correctas?

Las herramientas y aparatos necesarios para esta labor de mantenimiento preventivo serían:

- Algodón y alcohol
- Herramientas de instalador
- Polímetro de aguja de clase 0.5 o digital
- Osciloscopio
- Termómetro e higrómetro

d.2.8.6.2 Localización y reparación de averías

La detección de averías imputables al autómata se determina generalmente por dos procedimientos que los fabricantes han desarrollado e incluido en sus manuales, y son:

- Por la lista de mensajes de error correspondientes a los leds indicadores que se encuentran en el frente de la CPU
- Por las indicaciones que aparecen en el display de la consola de programación

En general el organigrama lógico que se debe seguir para la detección y reparación de una avería se muestra en la Figura 30.

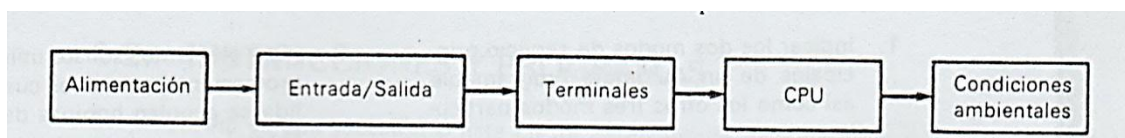


Figura 30. Organigrama a seguir para la detección de una avería

d.2.9 Programación de autómatas programables

Para programar un PLC es necesario contar con algunos elementos, mostrados en la Figura 31 como son un PC, cable de comunicación entre el PLC y la interfaz de programación y el software necesario para la elaboración de los programas.

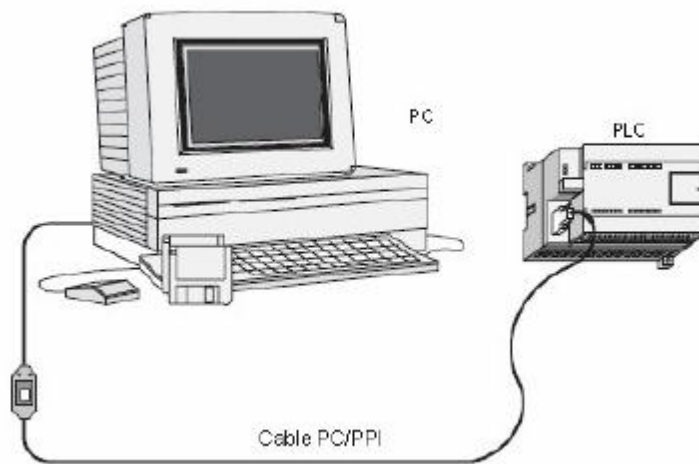


Figura 31. Elementos para programar un PLC

Existen diferentes lenguajes para la programación de los PLC, en la norma IEC 1131 se establecen los siguientes lenguajes específicos:

- Diagrama de funciones secuenciales (FBD)
- Diagrama de bloques
- Diagrama de escaleras (LD)
- Lenguajes estructurados
- Lista de instrucciones

Siendo los más utilizados los siguientes:

d.2.9.1 Esquema de contactos

Permite crear programas con elementos similares a un esquema de circuitos. Es el lenguaje más utilizado por programadores y encargados del mantenimiento de sistemas de automatización. En este lenguaje, los programas emulan la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada las cuales a su vez activan condiciones lógicas de salida. Por lo general las líneas o lógica de programación se dividen pequeñas unidades de trabajo (segmentos o net Works). El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, mostrado en la Figura 32. Una vez terminado el programa se ejecuta nuevamente desde el inicio.

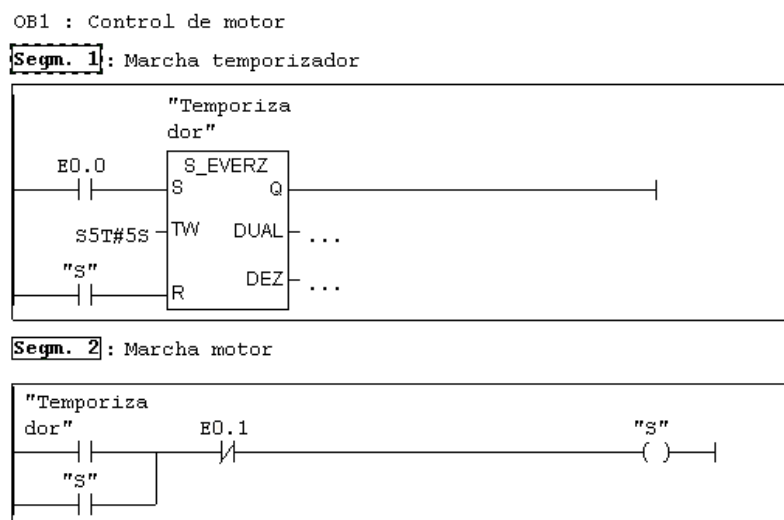


Figura 32. Esquema de contactos en KOP.

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas:

- Contactos: los cuales representan condiciones lógicas de entrada tales como interruptores, botones, condiciones internas, entre otros.
- Bobinas: son las condiciones lógicas de salida como lámparas, contactores, relés interpuestos, condiciones internas de salida, entre otros.

- Cuadros: representan operaciones especiales como temporizadores, contadores, comparadores, operaciones aritméticas, entre otros.

d.2.9.2 Diagrama de funciones (FUP)

En este lenguaje de programación se puede visualizar las operaciones en forma de cuadros lógicos, similar a los circuitos con compuertas lógicas mostrado en la Figura 33. La lógica del programa se deriva de las conexiones entre dichas operaciones de cuadro.

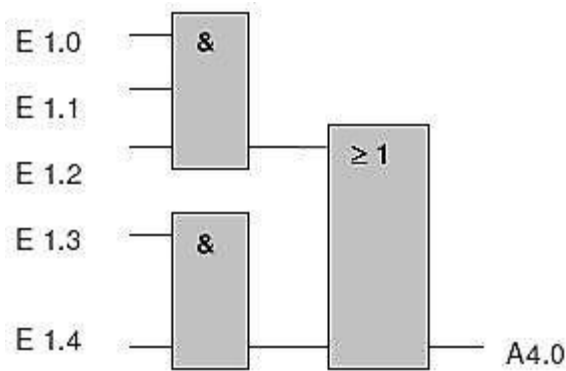


Figura 33. Programa en FUP

El estilo de programación en forma de puertas lógicas se adecua principalmente para observar el flujo del programa.

d.3 CAPÍTULO III: AUTÓMATA PROGRAMABLE S7-1200

d.3.1 PLC SIEMENS S7-1200

El PLC-S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de SIEMENS. El controlador lógico compacto S7-1200 es el modelo para pequeños sistemas de automatización que requieren funciones lógicas simples o avanzadas, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto su bajo costo y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. En la Figura 34 se muestra un PLC S7-1200.

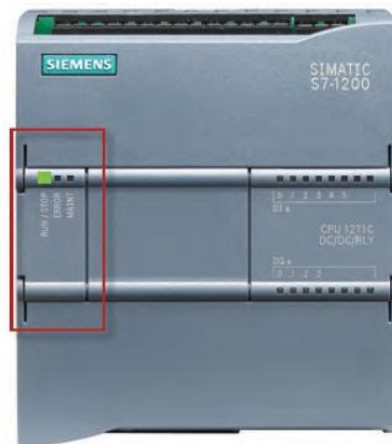


Figura 34. PLC SIEMENS S7-1200

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas.

La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas de acuerdo a la lógica del programa elaborado, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

El campo de aplicación se extiende desde la sustitución de relés y contactores hasta tareas complejas de automatización de redes y estructuras de distribución. El S7-1200 es

un controlador de lazo abierto y lazo cerrado para el control de tareas en la fabricación de equipos mecánicos y la construcción de la planta.

d.3.2 Software

El software utilizado para la elaboración de programas y programación del PLC es STEP 7, el cual es un entorno de programación de fácil manipulación y versatilidad a la hora de usarlo. Este entorno se encuentra dentro de un paquete de programación de SIEMENS denominado TIA PORTAL.

El STEP 7 es un software estándar para programar y configurar los sistemas de automatización SIMATIC. Este software se compone de una serie de aplicaciones o herramientas que permiten:

- Configurar y parametrizar el hardware
- Crear y comprobar programas
- Configurar segmentos y enlaces

Este software ofrece dos vistas diferentes del proyecto. La vista del portal, orientada a las tareas y organizada según las funciones de las herramientas, Figura 35.

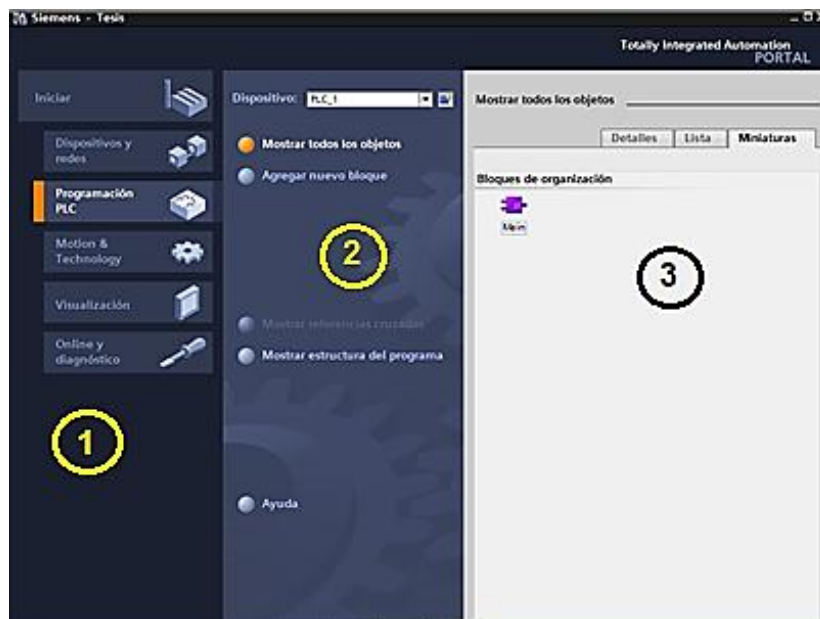


Figura 35. Ventana principal del Software TIA PORTAL

En esta vista se puede observar los siguientes elementos:

1. Portales para las diferentes tareas
2. Tareas del portal seleccionado
3. Panel para la selección para la acción escogida

Y la vista de proyecto, la cual esta orientada a visualizar los elementos del proyecto en desarrollo.

1. Menús y barra de herramientas
2. Árbol del proyecto
3. Área de trabajo
4. Task Cards
5. Ventana de inspección

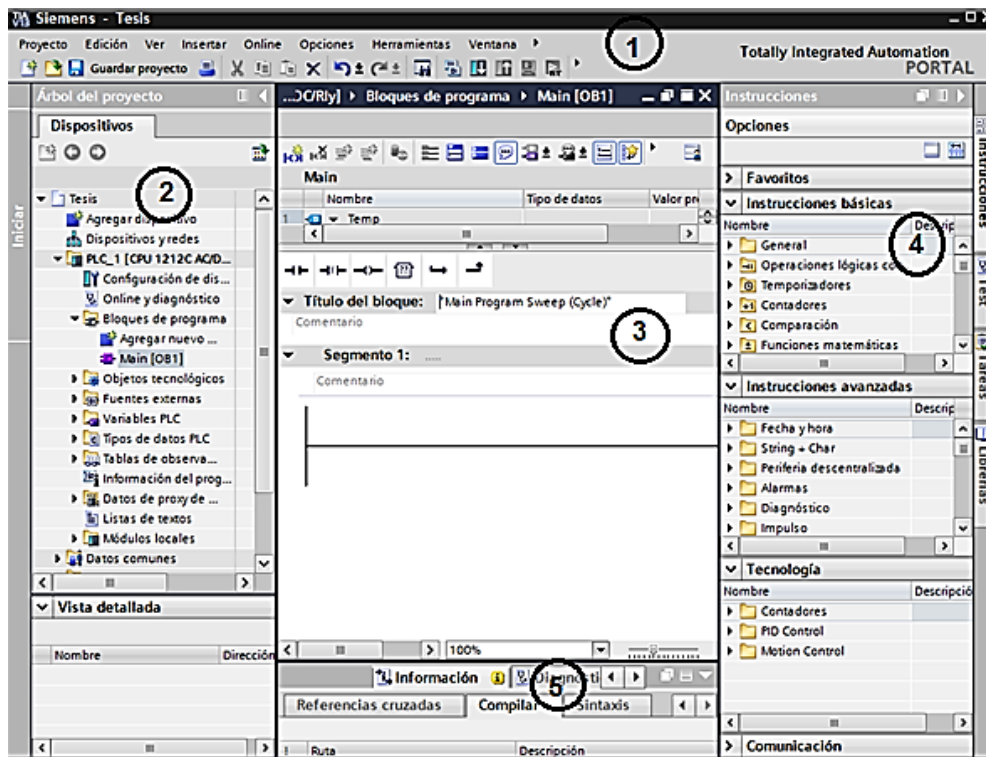


Figura 36. Ventana de programación del PLC en software TIA PORTAL

Se puede seleccionar la vista que se considere más adecuada para trabajar.

El STEP 7 dispone de Task Cards que contienen las instrucciones del programa. Las instrucciones se agrupan por funciones, Figura 37.

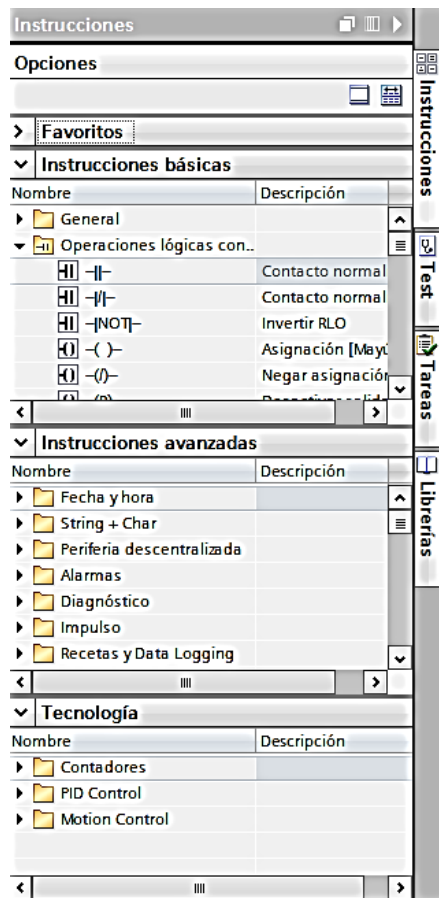


Figura 37. Elementos de programación del PLC en Software TIA PORTAL

Al crear un programa para las tareas de automatización, las instrucciones del programa se insertan en bloques lógicos (OB, FB o FC).

Dependiendo de la aplicación es posible seleccionar una estructura modular o lineal para crear programas de usuario.

Un programa lineal ejecuta las instrucciones de forma secuencial (una tras otra). En general el programa incluye todas las instrucciones en un OB de ciclo, encargado de la ejecución ciclica del mismo, Figura 38.

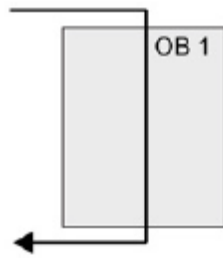


Figura 38. Esquema en bloques de un bloque de instrucciones OB

Un programa modular llama bloques de función específicos para ejecutar diferentes tareas. Esta estructura modular permite dividir una sistema de automatización complejo en tareas, como se indica en la Figura 39.

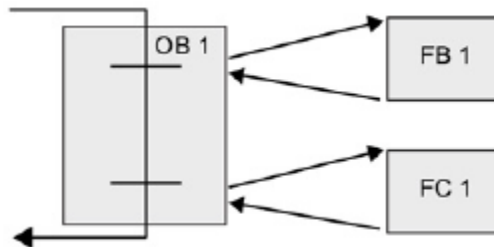


Figura 39. Diagrama en bloques de un programa modular

Diseñando FB/FC que ejecuten tareas genéricas se crean bloques lógicos modulares. El programa se estructura de tal forma que otros bloques lógicos llamen a estos bloques modulares reutilizables. Creando bloques lógicos que pueden reutilizarse en el programa de usuario, es posible simplificar el diseño y la implementación de los programas.

En general se pueden crear bloques lógicos reutilizables para tareas estándar, tales como el control de una bomba o motor.

STEP 7 ofrece los lenguajes de programación siguientes para el S7-1200:

- KOP (esquema de contactos) el cual es un lenguaje de programación gráfico. Su programación se basa en esquemas de circuitos.

- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en símbolos lógicos gráficos empleados en álgebra booleana.
- SCL (Structured control lenguaje) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto

Al crear un bloque lógico se selecciona el lenguaje que se empleará para el desarrollo del proyecto.

d.3.3 Programación en esquema de contactos KOP

El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos eléctricos. Para la programación se emplea nemotécnica internacional, asignando la letra I a las entradas del automáta y Q a las salidas.

Los elementos básicos que constituyen los programas son:

- Contactos: El contacto normalmente abierto se cierra (ON) si el bit es igual a 1. El contacto normalmente cerrado se cierra (ON) si el bit es igual a 0, mostrado en la Figura 40.

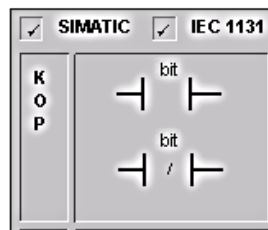


Figura 40. Representación de contactos en software de programación de PLC

- Bobinas: representan los relés que se activan cuando se aplica tensión, Figura 41.

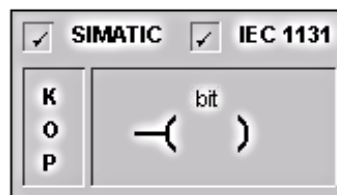


Figura 41. Representación de bobinas o salidas en software de programación PLC

- Bloques: representan las funciones que se ejecutan cuando la corriente circula por ellos (contadores, temporizadores, relés de enclavamiento, entre otros).
- Segmentos: constituyen circuitos completos. La corriente circula desde la barra de alimentación izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o los bloques. Se indican mediante la palabra “Network” y un “Título de operación realizada”, por ejemplo: Network 1 Inicio ciclo normal, Figura 42.

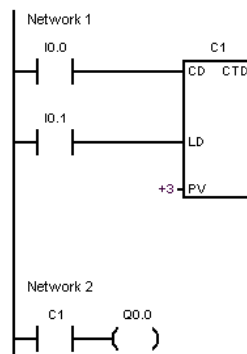


Figura 42. Esquema de representación de un *segmento* en software de programación del PLC

d.3.4 Operaciones con contactos (Set/Reset)

La operación Rearmar dominante biestable (RS) es un flip-flop en el que domina la señal “rearmar”. Si tanto la señal “posicionar” (S) como la señal “rearmar” (R1) son verdaderas, la salida (OUT) será falsa. El parámetro “bit” indica el parámetro booleano que está activado (“posicionado”) o desactivado (“rearmado”). La salida opcional refleja el estado de señal del parámetro “bit” Figura 43.

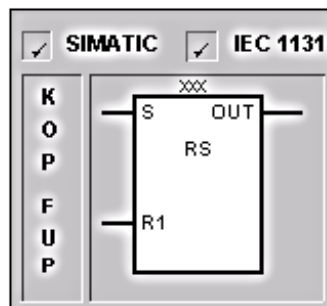


Figura 43. Representación de un bloque SET/RESET en software de programación del PLC

d.3.5 Marcas especiales

El autómata S7-1200 dispone de marcas especiales (SM) que ofrecen una serie de funciones de estado y control. Sirven para intercambiar informaciones entre la CPU y el programa, pudiéndose utilizar en formato de bits, bytes, palabras o dobles palabras.

d.3.6 Funciones utilizadas

Las funciones características de estos modelos de autómatas utilizadas en las prácticas y representadas por medio de bloques en los esquemas KOP son:

d.3.6.1 Temporizador con retardo a la conexión (TON)

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.

Para identificar el temporizador se emplea el identificador T seguido de un número comprendido entre 0 y 255. El número del temporizador determina su resolución; el valor actual resulta del valor de conteo multiplicado por la base de tiempo, Figura 44.

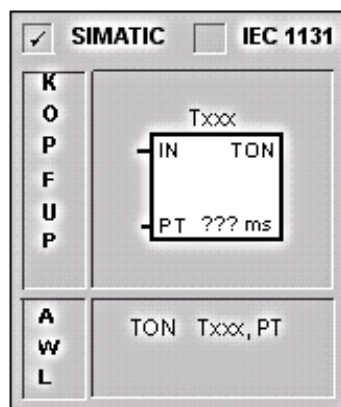


Figura 44. Representación de un temporizador retardo a la conexión

d.3.6.2 Temporizador con retardo a la desconexión (TOF)

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 TOF comience a contar se debe producir un cambio de ON a OFF.

Para identificar el temporizador se emplea el identificador T seguido de un número comprendido entre 0 y 255. El número del temporizador determina su resolución; el valor actual resulta del valor de contaje multiplicado por la base de tiempo, Figura 45.

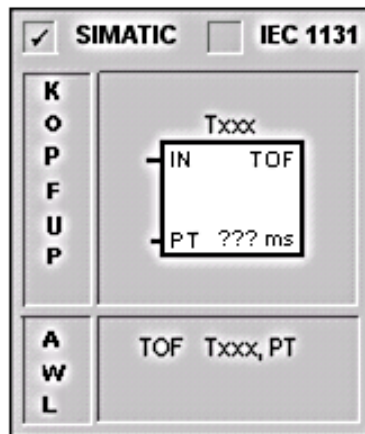


Figura 45. Representación de un temporizador retardo a la desconexión

d.3.6.3 Temporizador retardo a la conexión con memoria (TONR)

La operación Temporizador como retardo a la conexión con memoria (TONR) 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 con memoria se mantiene cuando la entrada está desactivada (OFF). El temporizador como retardo a la conexión con memoria sirve para acumular varios períodos de tiempo de la entrada en ON. Para borrar el valor actual del temporizador como retardo a la conexión con memoria se utiliza la operación Poner a 0 (R).El temporizador continúa contando tras haber alcanzado el valor de preselección y para de contar cuando alcanza el valor máximo de 32767, Figura 46.

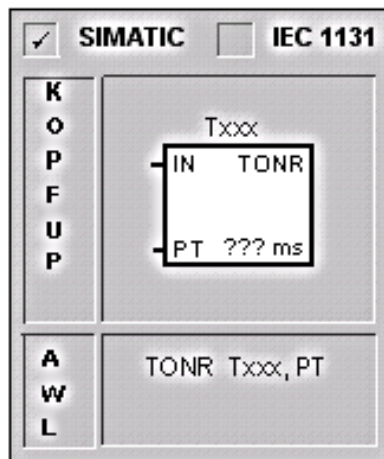


Figura 46. Representación de un temporizador retardo a la conexión memorizado

Como se ha mencionado se dispone de temporizadores TON, TONR y TOF con tres resoluciones. La resolución viene determinada por el número del temporizador que muestra la tabla siguiente. El valor actual resulta del valor de contaje multiplicado por la base de tiempo.

TABLA 1. Resolución temporizadores TON, TOF y TONR

Temporizador	Resolución	Valor máximo	Nº Temporizador
TONR	1 ms	32.767 s	T0, T64
	10 ms	327.67 s	T1-T4, T65-T68
	100 ms	3276.7 s	T5-T31, T69-T95
TON, TOF	1 ms	32.767 s	T32, T96
	10 ms	327.67 s	T33-T36, T97-T100
	100 ms	3276.7 s	T37-T63, T101-T255

Fuente: Siemens, 2011.

d.3.6.4 Contador Ascendente (CTU)

La operación Contador Ascendente(CTU) empieza 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) Figura 47..

Rangos de contaje: Cxxx=C0 hasta C255

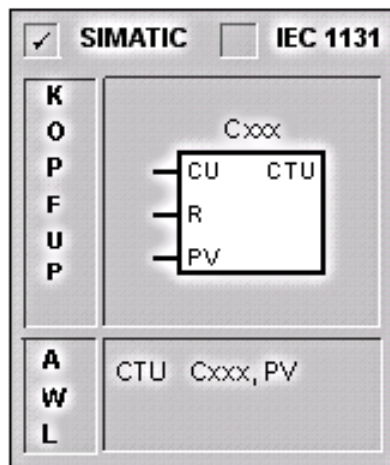


Figura 47. Representación de un contador ascendente

d.3.6.5 Contador Descendente (CTD)

La operación Contador descendente (CTD) 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 48.

Rangos de contaje: Cxxx=C0 hasta C255

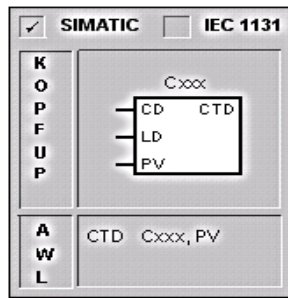


Figura 48. Representación de un contador descendente

d.3.6.6 Contador Ascendente/Descendente (CTUD)

La operación Incrementar/decrementar contador (CTUD) empieza a contar adelante cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje adelante CU, y empieza a contar atrás cuando se produce un flanco positivo en la entrada de contaje atrás CD. El valor actual Cxx del contador conserva el contaje actual. El valor de preselección PV se compara con el valor actual cada vez que se ejecuta la operación de contaje. Cuando se alcanza el valor máximo (32.767), el siguiente flanco positivo en la entrada de contaje adelante invertirá el contaje hasta alcanzar el valor mínimo (-32.768). Igualmente, cuando se alcanza el valor mínimo (-32.768), el siguiente flanco positivo en la entrada de contaje atrás invertirá el contaje hasta alcanzar el valor máximo (32.767). Si el valor actual (Cxx) es mayor o igual al valor de preselección PV, se activa el bit de contaje Cxx. En caso contrario, se desactiva el bit. El contador se inicializa cuando se activa la entrada de desactivación (R) o al ejecutarse la operación Poner a 0. El contador adelante/atrás se detiene al alcanzar el valor de preselección (PV) Figura 49.

Rangos de contaje: Cxxx=C0 hasta C255

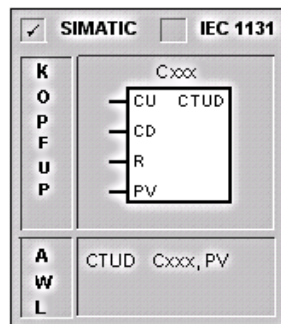


Figura 49. Representación de un contador ascendente/descendente

e. MATERIALES Y MÉTODOS

e.1 Materiales

e.1.1 Materiales del proyecto práctico

- PLC Siemens Simatic S7-1200 CPU 1212C AC/DC/RLY
- SIMATIC Panel Touch KTP 400 Basic Mono PN
- Fuente de poder 110-240V AC – 24V 2.5 A DC
- Motor Trifásico 1HP
- Contactores
- Relés
- Interruptores Final de carrera
- Pulsadores
- Luces piloto
- Breakers
- Rack abierto
- Software para programación PLC
- Riel DIN

e.1.2 Materiales del documento

- Pen drive
- Laptop
- Cámara digital
- Documentos virtuales
- Documentos físicos de consulta

e.2 Métodos

Para el desarrollo del proyecto de tesis se ha tenido previsto:

e.2.1 Diseño del tablero simulador

e.2.1.1 Esquema

En la Figura 50 se muestra como se encuentran distribuidos los elementos del tablero diseñado.

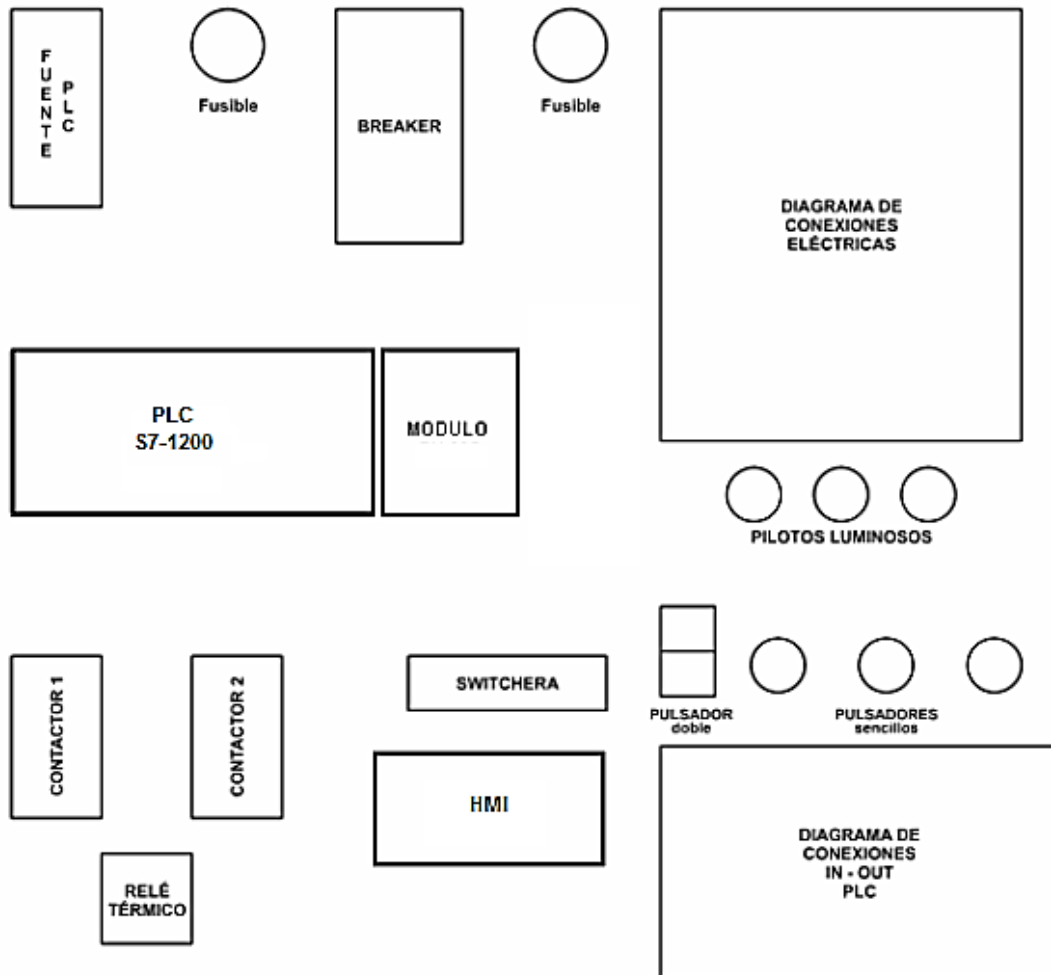


Figura 50. Diagrama en bloques del banco diseñado

Fuente: SIEMENS

El diseño del tablero esta realizado para que sea cómodo y maniobrable. El montaje de los elementos sobre un rack abierto hace que sea de fácil desplazamiento y maniobra para los estudiantes al realizar las prácticas.

e.2.1.2 Elementos

Los elementos principales que conforman el tablero se enumeran a continuación:

e.2.1.2.1 PLC S7-1200



Figura 51. Controlador Lógico Programable S7-1200

Fuente: SIEMENS

Para el tablero se ha seleccionado como controlador el PLC S7-1200 de alta gama, ya que es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones por las características de operación que ofrece.

Este controlador está diseñado para una entrada de tensión de 110/220 VAC. Posee una fuente interna de 24 VCC que se utiliza para el funcionamiento de módulos y dispositivos de entrada.

e.2.1.2.2 Pantalla Touch Panel

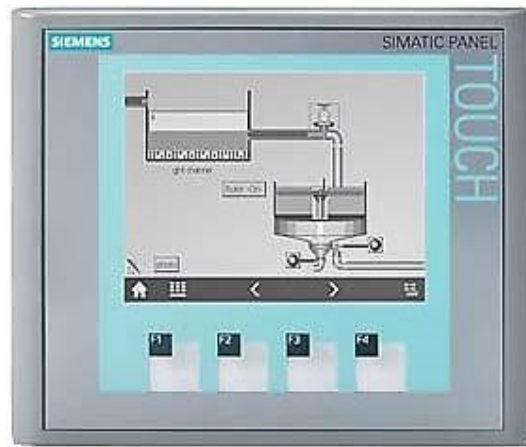


Figura 52. HMI KTP400

Fuente: SIMENES

Estas pantallas Simatic Basic han sido diseñadas para operar junto con el controlador Simatic S7-1200 para tareas específicas de visualización. La KTP400 básica está equipada con una pantalla de 4 pulgadas STN- pantalla escala de grises. A la pantalla se alimenta un voltaje de 24VCC para que ejerza sus funciones en perfectas condiciones.

e.2.1.2.3 Motor trifásico

El motor trifásico asincrónico fue seleccionado gracias a su gran aplicación dentro de la industria gracias a su robustez, escaso mantenimiento, precio, tipo de alimentación, para así poder realizar las diferentes prácticas en las cuales pueda ser aprovechado este gran elemento.

El motor es idóneo para realizar las diferentes prácticas propuestas y de buena manera es acoplable con los diferentes elementos de programación y control que constan en el banco de pruebas. El motor entra en trabajo con una tensión de 220VCA.

e.2.1.2.4 Contactores

Elementos encargados de realizar la conexión y desconexión de los motores, su función recae exclusivamente en traducir en efectos de potencia la acción de control realizada por el PLC.

e.2.1.2.5 Relé térmico

El relé térmico previene posibles daños, protegiendo el motor eléctrico al ser conectado al tablero cuando este se vea sometido a sobrecargas ya sean tanto de tipo mecánicas (exceso de carga, bloqueo de rotor o ciclos pesados de trabajo con muchas maniobras de conexión en tiempos muy reducidos), como eléctricas (condiciones de sobre o bajo tensión, pérdidas de fase; etc.). Con un elemento es suficiente para la acción de protección.

e.2.1.2.6 Breaker

Incluido en el diseño e implementación debido a la necesidad de desconexión total de las cargas y demás elementos del circuito de las líneas de alimentación, con el fin de permitir operaciones ordinarias de inspección, reparación y mantenimiento de forma segura.

e.2.1.2.7 Pilotos Luminosos

Indicadores luminosos que permite visualizar los estados y los diferentes procesos que realicen los tableros. Se utilizaron tres pilotos en cada tablero con lo que se asegura al estudiante una buena visualización y la posibilidad de tener vigilado por medio de estos varios procesos simultáneamente.

Los equipos fueron seleccionados para una tensión de alimentación de 240 VCA, ya que estos elementos están conectados a la misma red de alimentación, únicamente la pantalla HMI tiene que ser alimentada a una tensión de 24 VCC.

e.2.2 Marcación y cableado

El proceso inicia con el accionamiento de la bomba que lleva el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el tanque donde se la calentara mediante la resistencia, este accionamiento dependerá de los sensores de nivel instalados.

Basado en los estándares de calibres de AWG según la cual se especifica la capacidad que tienen los diferentes conductores de conducir la corriente, se llegó a la siguiente escogencia, basada en la tabla, basada en la Tabla 2.

Tabla 2. Estandarización de los valores AWG

AWG	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2
Amp	3	6	15	20	25	35	50	70	80	90

Para las conexiones del PLC se empleará cable calibre 16, puesto que se trata desconexiones de control y por tanto manejan cantidades pequeñas de corriente (siempre menores a 6 Amperios). Para las demás conexiones de control se empleará cable calibre 16 por motivos similares a los anteriores.

Para las conexiones de potencia se empleará cable calibre 12, con el cual se garantiza la conducción de hasta 20 amperios; más de los demandados por los motores del laboratorio, viéndose así satisfechos los requerimientos de corriente.

Para la marcación específica del tablero para PLC se utilizó la nomenclatura Americana NEMA (National Electrical Manufactures Association) con el fin de garantizar la normalización del circuito.

Todo conductor será marcado en un extremo con el mismo código del borne que conecta además de su número de identificación, mediante la utilización de anillos de plástico amarillos con los números y letras respectivas a cada cable.

e.2.3 Distribución de los elementos

Los elementos serán ubicados en la parte izquierda y centro del rack, la parte derecha se deja reservada para los planos de conexión eléctrica.

Los elementos de protección eléctricos serán ubicados en la parte superior izquierda: Fuente de PLC, y un Breaker tripolar. Se buscó lograr con esta ubicación el acceso fácil a dichos elementos de protección y conservarlos alejados del resto de elementos constitutivos del tablero.

A continuación se ubicará el PLC Elemento de Control, aproximadamente en el centro y a la izquierda del tablero.

Elementos de Mando; Pulsadores, Selector de Posición y Switchera, así como Pilotos Luminosos serán ubicados en la parte inferior y al centro del tablero. Estos elementos presentan la mayor interacción con el estudiante, y por tanto estarán ubicados todos de forma secuencial y alejados de cualquier otro elemento que pueda presentar obstáculos para su debida maniobra.

Por último, los elementos de potencia; contactores, así como relé térmico serán ubicados en la parte inferior izquierda. Conservando las condiciones de seguridad, ya que estos elementos de potencia se estila ubicarlos en las partes inferiores de los tableros.

e.3 Valoración económica

Para la realización de este trabajo será necesario utilizar componentes tanto de carácter eléctrico como materiales constructivos siguientes:

Tabla 3. Valoración económica

Nº	DETALLE	DIMENSIÓN	UNIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
1	PLC S7-1200	Unidad	1	700	700
2	HMI	Unidad	1	350	350
3	Rack abierto	Unidad	1	251,6	251,6
4	Canaleta ranura da	Unidad	2	6	12
5	Riel din	Unidad	4	3,5	14
6	Enchufe industrial	Unidad	1	10	10
7	Breaker trifásico 40 A Sylvania	Unidad	1	12	12
8	Contactador EBC	Unidad	3	12,5	37,5
9	Relé térmico	Unidad	2	21	42
10	Motor trifásico 1 HP	Unidad	1	150	150
11	Bornera de bloque 30 A	Unidad	1	1,65	1,65
12	Luz piloto color verde	Unidad	5	3	15
13	Botón de parada de emergencia	Unidad	1	3	3
14	Cable multipar 2 pares	Metro	15	0,9	13,5
15	Cable de automatismo #22	Metro	25	0,16	4
16	Cable flexible #8	Metro	1	1,15	1,15
17	Cable flexible #14	Metro	5	0,42	2,10
18	Cable flexible #16	Metro	10	0,28	2,80
19	Fuente de alimentación 24 V	Unidad	1	120	120
20	Imprevistos	-	1	150	150
21	Mano de obra	-	1	200	200
TOTAL					2092,3

Fuente: El Autor

f. RESULTADOS

f.1 Pruebas y Simulaciones

Los resultados de las pruebas de simulación efectuadas a las prácticas y tablero para PLC para chequear su normal funcionamiento se resumen a continuación:

Verificación teórica y práctica de los requerimientos de corriente y tensión y los valores nominales de los conductores y las terminales empleadas.

Pruebas de protocolos y software entre el programador y el PLC mediante el cable de interface.

Por medio de la Simulación de algunas de las prácticas diseñadas para el laboratorio, se apreció el normal funcionamiento de bobinas y contactos de contactores, así como de elementos de protección (fusibles, breaker y relé térmico), diferentes pulsadores y pilotos luminosos.

f.2 Guía de Prácticas

Mediante las prácticas planteadas a continuación se pretende que el estudiante al resolverlas, vaya adquiriendo conocimientos y habilidades que le permitan resolver situaciones y problemas de diseño y montaje que puede encontrarse un ingeniero en el ambiente industrial o laboral, comenzando con ejercicios sencillos y aumentando gradualmente el nivel de dificultad.

Las prácticas planteadas en la guía tratan de emular situaciones cotidianas para así observar el gran rango de aplicaciones que tiene esta tecnología en nuestra vida.

La implementación de los ejercicios de aplicación propuestos en cada práctica mediante los tableros para PLC construidos, ofrece una gran garantía de que al final del curso se hayan adquirido buenas bases sobre el tema, y que servirán mucho a la hora de hacer frente a los diversos problemas y situaciones que conlleva el ámbito del control y la automatización industrial.



**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA NRO. 1

TEMA: ARRANQUE DIRECTO Y DESCONEXIÓN TEMPORIZADA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

Resultados de aprendizaje de la práctica:

- Interpretar los conceptos fundamentales de la automatización Industrial y sus aplicaciones básicas.
- Diseñar sistemas basados en PLC para su posterior análisis, simulación e implementación.
- Utilizar herramientas de software para el análisis, diseño y simulación de sistemas con PLC, instrumentos virtuales y sistemas SCADA.
- Practicar técnicas de trabajo grupal, normas de redacción técnica, normas de presentación y defensa de proyectos e informes técnicos.

Tiempo planificado: 2 Horas

Tiempo de práctica planificada por grupo: 1 Hora

Número de estudiantes por grupo: 4

OBJETIVOS:

- Desarrollar el diagrama de contactos y de funciones para el arranque directo y desconexión temporizada de un motor asíncrono.
- Programar el controlador lógico programable PLC para que realice el arranque y desconexión temporizada de un motor asíncrono.
- Analizar el funcionamiento del sistema de automatización desarrollado.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Cables conectores.
- Destornillador punta estrella.
- Destornillador plano.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Software PLC de Siemens.
- Controlador Lógico Programable PLC.
- Cable de comunicación PLC-Computador.
- Computador Personal
- Pulsadores NA.
- Pulsadores NC.
- Contactor.
- Multímetro Digital.
- Alicates de punta de aguja.
- Alicates de corte.
- Alicates universal.
- Alicates pelacables.

PROCEDIMIENTO:

Se propone automatizar mediante autómatas programables el esquema de trabajo mostrado en la figura.

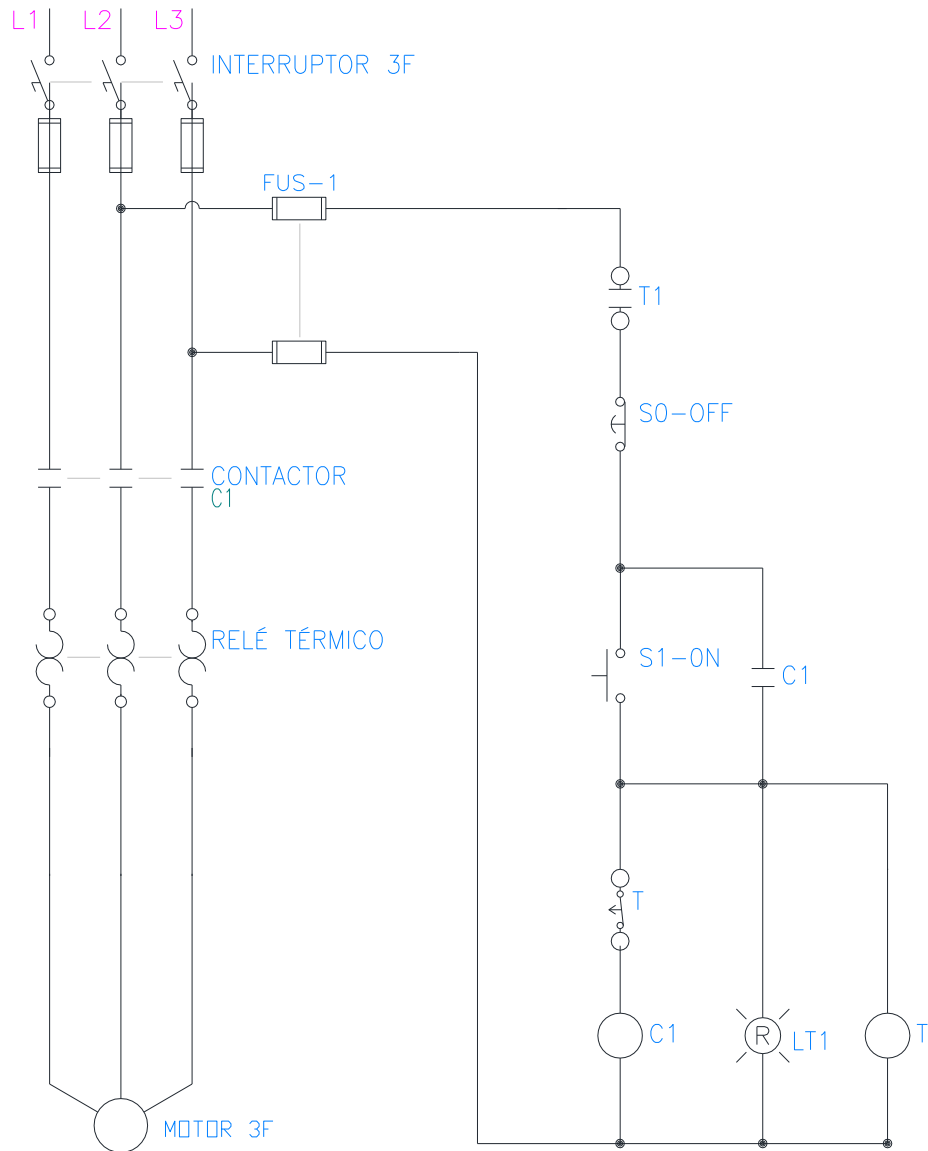


Figura 1. Arranque directo y desconexión temporizada de un motor trifásico

En la Figura 1, se muestra el circuito de control y de mando para el arranque temporizado de un motor trifásico. Al pulsar S1-ON (Pulsador NA) se energiza la bobina del Contactor C1 y se realiza el arranque directo del motor trifásico. Al mismo tiempo se energiza la bobina del temporizador T y después del tiempo programado se desconecta el contacto temporizado T (Contacto NC) con lo cual se detiene al motor.

Adicionalmente, se puede parar el motor mediante el pulsador de paro S0-OFF (Pulsador NC) el cual corta la alimentación eléctrica a todo el circuito. Como medida de protección del circuito se tiene un Relé Térmico T1, el cual mediante su contacto auxiliar T1 cortará la alimentación del circuito en caso de alguna falla.

RESULTADOS:

1. Programa en esquema de contactos (KOP) y explicación de su funcionamiento.
2. Programa en diagrama de funciones (FUP) y explicación de su funcionamiento.
3. Esquema de conexión del motor trifásico con autómatas programables.

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS DE CONTROL:

1. ¿Qué diferencias fundamentales existen entre lógica cableada y lógica programada?
2. Definir un autómata programable PLC (controlador lógico programable).
3. En un montaje con PLC, ¿Dónde se encuentran los contactores, temporizadores y relés internos?
4. Indicar cinco tipos de instalaciones industriales en las que es utilizable el PLC y razonar por qué.
5. ¿Cuáles son los inconvenientes más significativos de un PLC?
6. Indicar la diferencia existente entre estructura americana y europea en la estructura modular de un PLC.
7. Explicar la función de cada uno de los bloques que componen los PLC's.
8. Dibujar el esquema de bloques simplificado de un PLC.
9. En las entradas. ¿Cuáles son los tipos de señales de entrada que se pueden recibir?
10. Enumerar los tres tipos de salida posibles en los PLC

11. Indicar la capacidad de Entradas/Salidas en cada una de las gamas en las que se dividen los PLC: baja, media, alta.
12. Indicar los dos modos de servicio principales de un autómata programable.
13. ¿Es posible escribir un programa en el modo RUN?
14. ¿Se ejecuta el programa en el modo STOP?
15. ¿Dónde se conectan los contactos de relés térmicos: a la entrada, a la salida o en ambos lugares?

BIBLIOGRAFÍA:

- DORANTES DANTE J. (2004). Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio. Segunda Edición. McGraw-Hill. México.
- DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. HASA. Argentina.



**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA NRO. 2

TEMA: INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Resultados de aprendizaje de la práctica:

- Interpretar los conceptos fundamentales de la automatización Industrial y sus aplicaciones básicas.
- Diseñar sistemas basados en PLC para su posterior análisis, simulación e implementación.
- Utilizar herramientas de software para el análisis, diseño y simulación de sistemas con PLC, instrumentos virtuales y sistemas SCADA.
- Practicar técnicas de trabajo grupal, normas de redacción técnica, normas de presentación y defensa de proyectos e informes técnicos.

Tiempo planificado: 2 Horas

Tiempo de práctica planificada por grupo: 1 Hora

Número de estudiantes por grupo: 4

OBJETIVOS:

- Desarrollar el diagrama de contactos y de funciones para la inversión de giro de un motor trifásico.
- Programar el controlador lógico programable PLC para que realice la inversión de giro de un motor trifásico.
- Analizar el funcionamiento del sistema de automatización desarrollado.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Cables conectores.
- Destornillador punta estrella.
- Destornillador plano.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Software PLC de SIEMENS.
- Controlador Lógico Programable PLC.
- Cable de comunicación PLC-Computador.
- Computador Personal
- Pulsadores NA.
- Pulsadores NC.
- Contactor.
- Multímetro Digital.
- Alicates de punta de aguja.
- Alicates de corte.
- Alicates universal.
- Alicates pelacables.

PROCEDIMIENTO:

Se propone automatizar mediante autómatas programables el esquema de trabajo mostrado en la Figura 2.

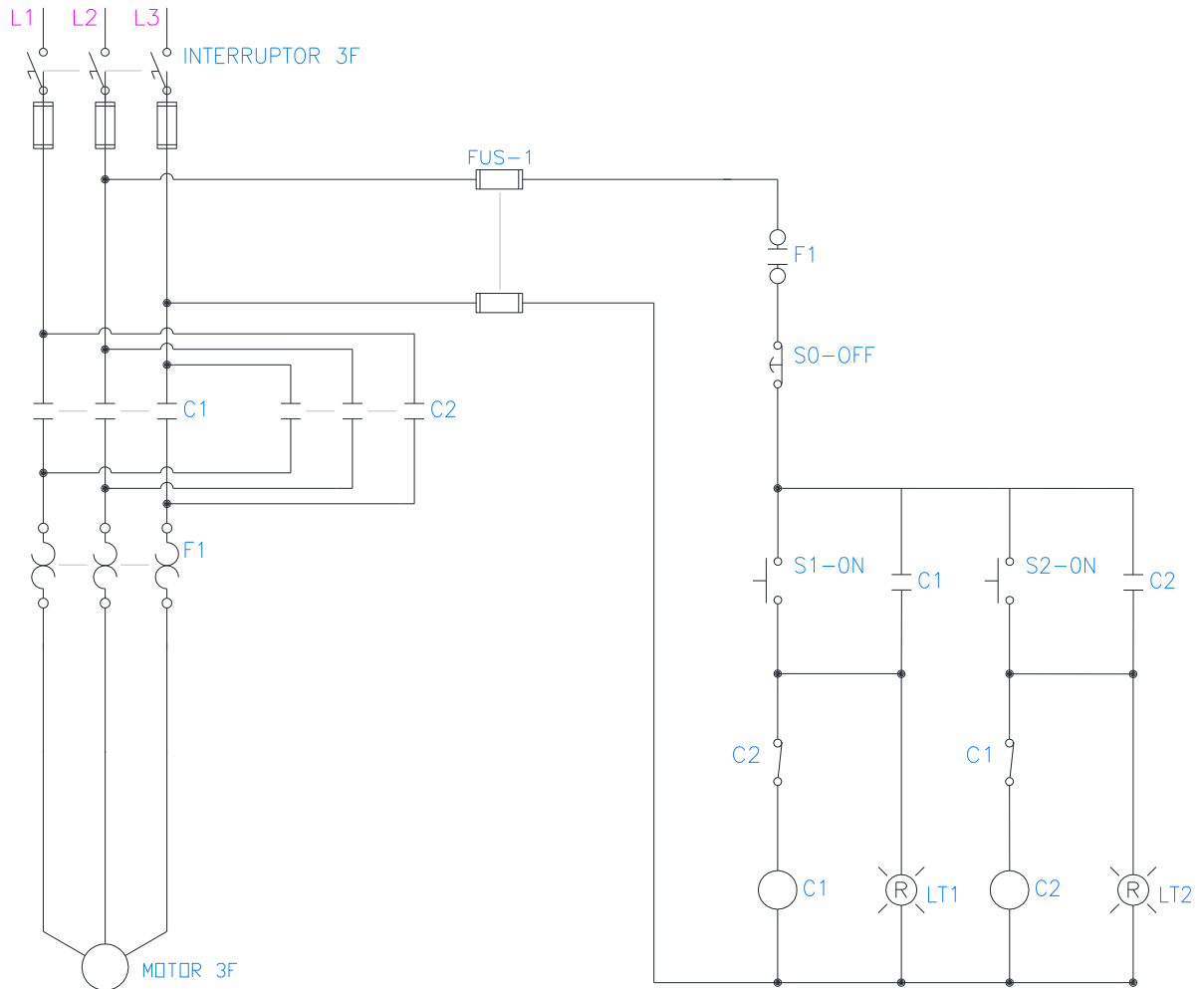


Figura 2. Inversión de giro de un motor trifásico.

En la Figura 2, se muestra el circuito de control y de mando para la inversión de giro de un motor trifásico. Al pulsar S1-ON (Pulsador NA) se energiza la bobina del Contactor C1 y se realiza el arranque directo del motor trifásico en un sentido. Para realizar la inversión de giro se debe parar el motor mediante el pulsador de paro S0-OFF (Pulsador NC) el cual corta la alimentación eléctrica a todo el circuito. Al pulsar S2-ON (Pulsador NA) se energiza la bobina del Contactor C2 y se realiza el arranque directo del motor

trifásico en sentido contrario. LT1 y LT2 son lámparas de señalización para cada una de las maniobras. Como medida de protección del circuito se tiene un enclavamiento eléctrico realizado por contactos auxiliares NC de los contactores C1 y C2 los cuales no permiten que se energicen al mismo tiempo las bobinas de los contactores y adicionalmente se tiene un Relé Térmico T1, el cual mediante su contacto auxiliar T1 cortará la alimentación del circuito en caso de alguna falla eléctrica.

RESULTADOS:

1. Programa en esquema de contactos (KOP) y explicación de su funcionamiento.
2. Programa en diagrama de funciones (FUP) y explicación de su funcionamiento.
3. Esquema de conexión del motor trifásico con autómata programable.

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS DE CONTROL:

1. ¿Cómo se realiza la inversión de giro de un motor trifásico?
2. ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un Contactor?
3. ¿Cómo se selecciona un Contactor?
4. Mediante una tabla describa las clases de servicio para corriente alterna de un Contactor.
5. ¿Cómo se selecciona un Relé Térmico?
6. ¿Cuáles son los lenguajes de programación más utilizados por los autómatas programables?
7. ¿Cómo se selecciona un PLC?
8. Defina una entrada analógica.
9. Defina una entrada digital.
10. Defina una salida analógica.
11. Defina una salida digital.

BIBLIOGRAFÍA:

- DORANTES DANTE J. (2004). Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio. Segunda Edición. McGraw-Hill. México.
- DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. HASA. Argentina.



**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA NRO. 3

TEMA: PUENTE GRÚA

Resultados de aprendizaje de la práctica:

- Interpretar los conceptos fundamentales de la automatización Industrial y sus aplicaciones básicas.
- Diseñar sistemas basados en PLC para su posterior análisis, simulación e implementación.
- Utilizar herramientas de software para el análisis, diseño y simulación de sistemas con PLC, instrumentos virtuales y sistemas SCADA.
- Practicar técnicas de trabajo grupal, normas de redacción técnica, normas de presentación y defensa de proyectos e informes técnicos.

Tiempo planificado: 2 Horas

Tiempo de práctica planificada por grupo: 2 Horas

Número de estudiantes por grupo: 4

OBJETIVOS:

- Desarrollar el diagrama de contactos para el control de un puente grúa.
- Programar el controlador lógico programable PLC para que realice el control de un puente grúa.
- Analizar el funcionamiento del sistema de automatización desarrollado.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Cables conectores.
- Destornillador punta estrella.
- Destornillador plano.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Software PLC de Siemens.
- Controlador Lógico Programable PLC.
- Cable de comunicación PLC-Computador.
- Computador Personal
- Pulsadores NA.
- Pulsadores NC.
- Contactor.
- Multímetro Digital.
- Alicates de punta de aguja.
- Alicates de corte.
- Alicates universales.
- Alicates pelacables.

PROCEDIMIENTO:

Se propone automatizar mediante autómatas programables el esquema de trabajo mostrado en la Figura 3.

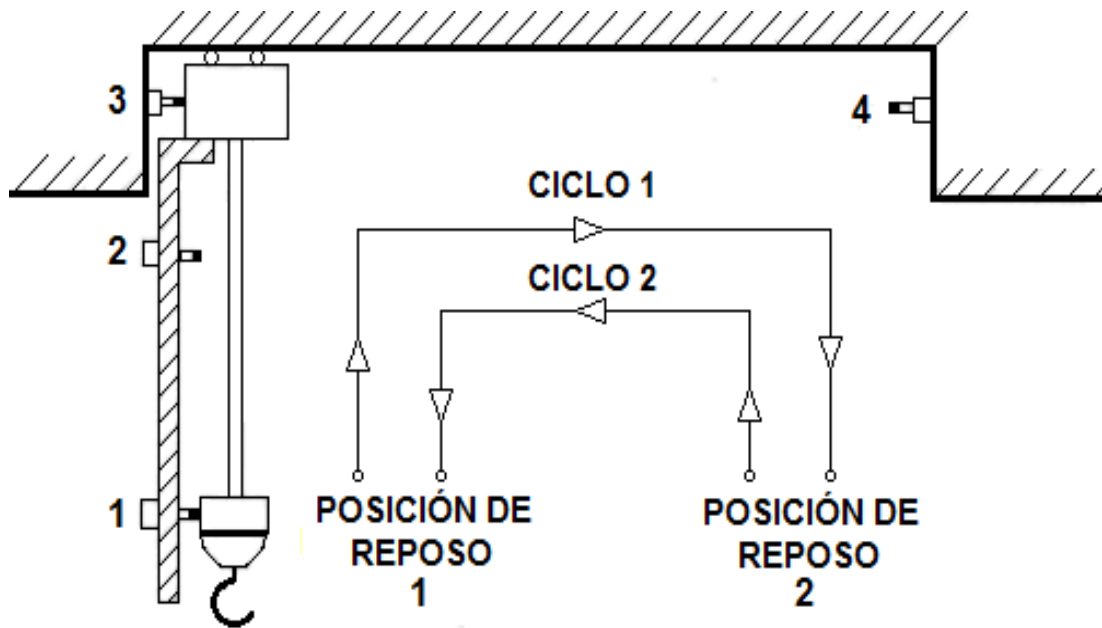


Figura 3. Esquema ciclo de funcionamiento de Puente Grúa

Para el desarrollo de esta práctica se cuenta con:

- Un Puente Grúa.
- Dos motores de doble sentido de giro, uno para el movimiento horizontal de la grúa y otro para el movimiento vertical.
- Cuatro finales de carrera.
- Un pulsador de arranque.

Se trata de controlar la grúa para que realice los ciclos representados en la Figura 1. Partiendo de la posición de reposo 1, realiza el ciclo 1, hasta llegar a la posición de reposo 2, donde permanecerá un tiempo determinado antes de realizar el ciclo número dos; cuando vuelve a alcanzar la posición de reposo 1, la grúa se parará.

El sistema cuenta con un pulsador de control o arranque que tendrá que ser activado, cada vez que se desee que la grúa realice los dos ciclos.

RESULTADOS:

1. Programa en esquema de contactos (KOP) y explicación de su funcionamiento.
2. Esquema de conexión de los motores trifásicos y de los finales de carrera con autómatas programables.

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS DE CONTROL:

1. Escriba una definición de sensor.
2. Escriba una definición de actuador.
3. Escriba los tipos de actuadores que existen.
4. Explique la diferencia entre una señal analógica y una señal digital.
5. Defina un interruptor final de carrera y su principio de funcionamiento.
6. Escriba algunas aplicaciones de los interruptores finales de carrera.
7. ¿A qué se refiere al decir que un PLC puede controlar procesos secuenciales?
8. ¿Qué solución podría desarrollar si la carga a conectar supera la permitida por la salida del PLC?
9. Mencione al menos 3 lenguajes de programación de PLCs.
10. Explique brevemente con un ejemplo los lenguajes de programación: diagrama de contactos y diagrama de funciones.
11. ¿Defina a un temporizador?
12. ¿Cómo se clasifican los temporizadores?
13. ¿Defina un temporizador a la conexión?
14. ¿Defina un temporizador a la desconexión?

BIBLIOGRAFÍA:

- DORANTES DANTE J. (2004). Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio. Segunda Edición. McGraw-Hill. México.
- DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. HASA. Argentina.



**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA NRO. 4

TEMA: DETECCIÓN Y EXPULSIÓN DE BOTELLAS SIN TAPA

Resultados de aprendizaje de la práctica:

- Interpretar los conceptos fundamentales de la automatización Industrial y sus aplicaciones básicas.
- Diseñar sistemas basados en PLC para su posterior análisis, simulación e implementación.
- Utilizar herramientas de software para el análisis, diseño y simulación de sistemas con PLC, instrumentos virtuales y sistemas SCADA.
- Practicar técnicas de trabajo grupal, normas de redacción técnica, normas de presentación y defensa de proyectos e informes técnicos.

Tiempo planificado: 2 Horas

Tiempo de práctica planificada por grupo: 2 Horas

Número de estudiantes por grupo: 4

OBJETIVOS:

- Desarrollar el diagrama de contactos para el control del sistema de detección y expulsión de botellas sin tapa.
- Programar el controlador lógico programable PLC para que realice el control del sistema de detección y expulsión de botellas sin tapa.
- Analizar el funcionamiento del sistema de automatización desarrollado.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Simulador PLC

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Software PLC de SIMENS.
- Controlador Lógico Programable PLC S7-1200.
- Computador Personal

PROCEDIMIENTO:

Se propone automatizar mediante autómatas programables el esquema de trabajo mostrado en la Figura 4.

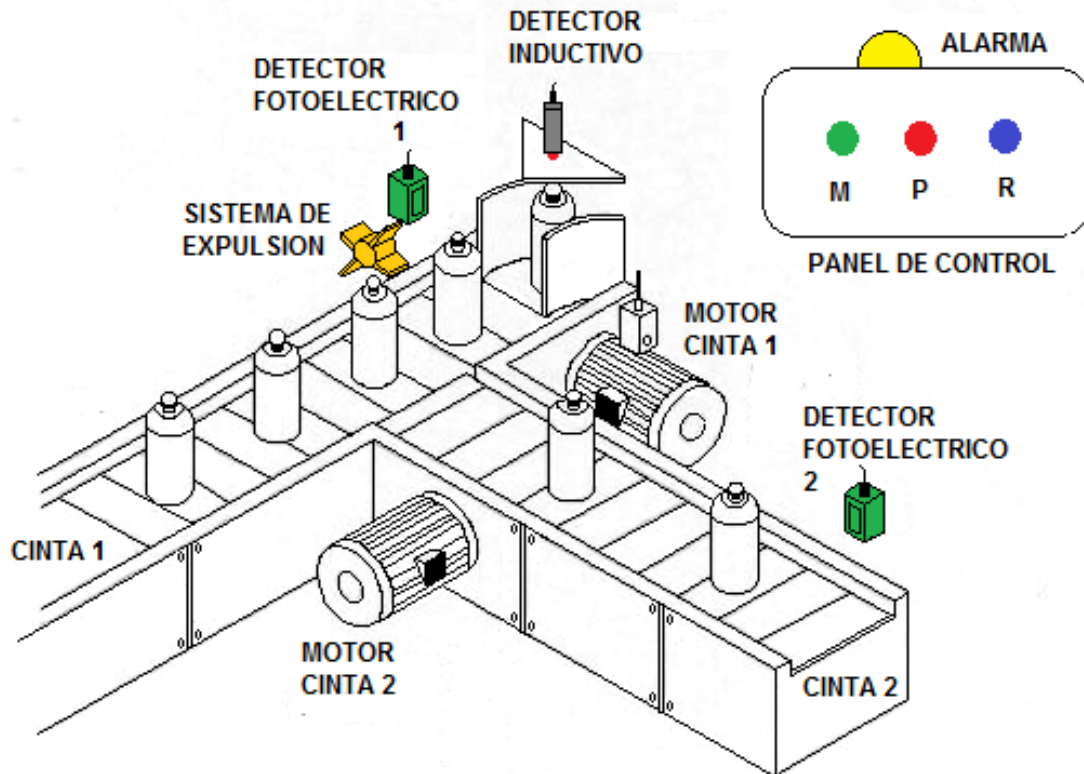


Figura 4. Esquema ciclo de funcionamiento del sistema de detección y expulsión de botellas sin tapa

Para el desarrollo de esta práctica se cuenta con:

- Dos motores M1 y M2 que darán movimiento a la correspondiente cinta transportadora.
- Un detector inductivo para las tapas.
- Dos detectores fotoeléctricos para las botellas.
- Un mecanismo de expulsión para las botellas sin tapa.
- Pulsadores de Marcha, Parada y Reinicio.

Una de las fases de producción en una cadena de embotellado, consiste en la colocación de una tapa en la botella una vez finalizada la secuencia de llenado.

Las botellas se desplazan por la cinta 1, separadas por la misma distancia y a velocidad constante.

Se trata de detectar y expulsar de la cadena las botellas que salgan de la fase de cierre sin la correspondiente tapa; además, si en un determinado período de tiempo (en este caso 7 botellas), se rechazan más de 3 botellas seguidas, debe activarse una alarma.

Para la detección de la botella defectuosa se conjugan las acciones de detección de un sensor inductivo, que detecta la presencia de la tapa, y de un equipo fotoeléctrico que señala la presencia de las botellas. En la Figura 1 se muestra el proceso a automatizar.

El pulsador de Marcha M da inicio al proceso, el pulsador de Parada P detendrá el proceso y el pulsador de Reinicio desactivará la Alarma y se reiniciará el proceso.

RESULTADOS:

1. Programa en esquema de contactos (KOP) y explicación de su funcionamiento.
2. Esquema de conexión de los motores trifásicos, de los detectores inductivos y fotoeléctricos y del sistema de expulsión con autómeta programable.

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS DE CONTROL:

1. Defina un detector inductivo y su principio de funcionamiento.
2. Escriba algunas aplicaciones de los detectores inductivos.
3. Defina un detector fotoeléctrico y su principio de funcionamiento.
4. Escriba algunas aplicaciones de los detectores fotoeléctricos.
5. ¿Qué es un contador?

BIBLIOGRAFÍA:

- DORANTES DANTE J. (2004). Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio. Segunda Edición. McGraw-Hill. México.
- DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. HASA. Argentina.



**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

PRÁCTICA NRO. 5

TEMA: SEMÁFORO PARA PEATONES

Resultados de aprendizaje de la práctica:

- Interpretar los conceptos fundamentales de la automatización Industrial y sus aplicaciones básicas.
- Diseñar sistemas basados en PLC para su posterior análisis, simulación e implementación.
- Utilizar herramientas de software para el análisis, diseño y simulación de sistemas con PLC, instrumentos virtuales y sistemas SCADA.
- Practicar técnicas de trabajo grupal, normas de redacción técnica, normas de presentación y defensa de proyectos e informes técnicos.

Tiempo planificado: 2 Horas

Tiempo de práctica planificada por grupo: 2 Horas

Número de estudiantes por grupo: 4

OBJETIVOS:

- Desarrollar el diagrama de contactos para el control de un semáforo para peatones.
- Programar el controlador lógico programable Simatic S7-1200 para que realice el control del semáforo para peatones.
- Analizar el funcionamiento del sistema de automatización desarrollado.

MATERIALES Y REACTIVOS:

- Simulador S7-1200

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:

- Software MicroWin Step7 de SIMENS.
- Controlador Lógico Programable PLC S7-1200
- Computador Personal

PROCEDIMIENTO:

Se propone automatizar mediante autómatas programables el esquema de trabajo mostrado en la Figura 5.

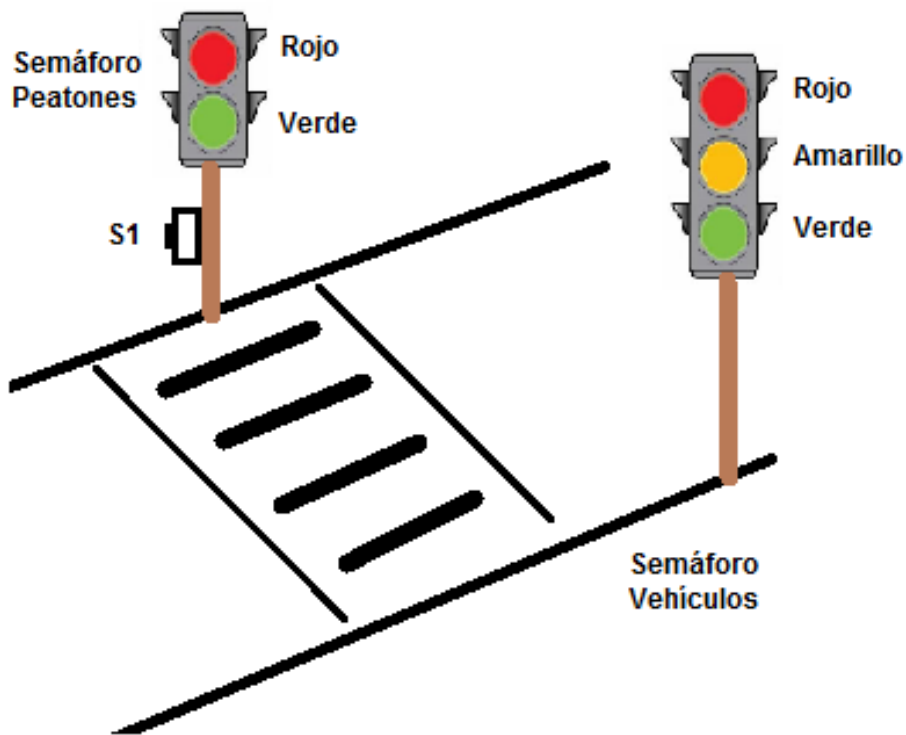


Figura 5. Esquema ciclo de funcionamiento del semáforo para peatones

En un paso cebra se encuentra un semáforo para peatones. Mediante la actuación del pulsador se deberá desarrollar la conocida secuencia de “Rojo” para vehículos y “Verde” para peatones y viceversa.

Selecciónese para esta práctica los tiempos de manera que a los conductores de vehículos les corresponda una fase amarilla de cinco segundos y a la fase roja una duración de quince segundos. La fase verde para peatones debe, sin embargo, durar solamente doce segundos.

RESULTADOS:

1. Programa en esquema de contactos (KOP) y explicación de su funcionamiento.
2. Esquema de conexión del sistema con autómata programable.

CONCLUSIONES:

RECOMENDACIONES:

PREGUNTAS DE CONTROL:

1. Realizar el diagrama de control de un arranque y paro de un motor a 24 VDC (Solo diagrama de control).
2. Realizar la lógica de control (diagrama de contactos) del siguiente proyecto:

Entradas	Salidas
I0.0 Pulsador Arranque	Q0.0 Motor ON
I0.1 Pulsador Paro	Q0.1 Lámpara Verde
	Q0.2 Lámpara Roja

Al oprimir el pulsador de arranque el motor arrancará por un período de 10 segundos, pasando ese tiempo el motor se detendrá. Al arrancar la lámpara verde se encenderá. El pulsador de paro solo servirá en caso de que se requiera parar el motor antes de que se cumpla el tiempo de 10 segundos. La lámpara roja permanecerá encendida cuando el motor se encuentre apagado.

Realizar el esquema de conexión al Autómata.

3. Realizar la lógica de control para el arranque de un motor, mediante conexión estrella-triángulo, a través de un PLC. Realizar el esquema de fuerza y el de conexión al Autómata.

BIBLIOGRAFÍA:

- DORANTES DANTE J. (2004). Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio. Segunda Edición. McGraw-Hill. México.
- DANERI, P. (2008). PLC Automatización y control industrial. HASA. Argentina.

g. DISCUSIÓN

Se diseñó un tablero de pruebas de sistemas industriales didáctico basado en el PLC S7-1200 de SIMENS para el laboratorio de Automatización Industrial del AEIRNNR. Esta implementación se realizó tomando en cuenta las necesidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, principalmente en el aspecto teórico-práctico.

El tablero diseñado está conformado por un PLC S7-1200, una pantalla HMI, un motor trifásico, contactores, breakers, luces piloto, pulsadores que servirán como material didáctico para la carrera de Ingeniería Electromecánica, para que los estudiantes realicen prácticas de control industrial tales como: automatización de procesos, programación, arranque de motores, inversión de giro, variación de velocidad, y algunas otras aplicaciones que se pueden realizar al utilizar los elementos que conforman el tablero.

El banco está diseñado para realizar prácticas didácticas que permitirá hacer conexiones rápidas y seguras. Además los alumnos tendrán los conocimientos necesarios para realizar programaciones, instalaciones y manejo de todos los elementos de este banco, lo cual les permitirá a los estudiantes que en un futuro ejerzan su profesión de mejor manera ya que tendrán conocimientos tanto teóricos como prácticos basados en la necesidad industrial actual.

Se elaboró un manual de prácticas el cual contiene, esquemas, materiales necesarios, instrumentos para el desarrollo e implementación de las prácticas en el PLC S7-1200.

Para comprobar el correcto funcionamiento de las prácticas desarrolladas, en primer lugar se programó el PLC en el software STEP7, para luego proceder a simular el proceso y verificar su correcto funcionamiento.

Se efectuaron varias pruebas para corroborar el buen funcionamiento tanto del de los programas realizados, así como de los elementos que conforman el tablero diseñado.

h. CONCLUSIONES

- En el presente proyecto se ha diseñado un tablero de pruebas para el control de sistemas industriales basado en un autómatas programable PLC S7-1200 de SIEMENS y en una Touch Panel KTP400 (HMI), el cual servirá para realizar prácticas en el laboratorio de automatización industrial del AEIRNNR.
- Se realizó la programación del PLC S7-1200 y se simuló las prácticas desarrolladas con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento de las mismas y del tablero diseñado.
- Se desarrollaron guías prácticas que servirán de ayuda a los estudiantes para que interactúen con el tablero diseñado, estas guías contienen esquemas, materiales necesarios, instrumentos para el desarrollo e implementación de las prácticas en el PLC S7-1200 y el Touch Panel KTP400 (HMI).
- El Touch Panel o HMI permite que cualquier operario con autorización pueda tener el control y monitoreo del proceso, ya que es muy amigable y sencillo de manipular.

i. RECOMENDACIONES

- Antes de manipular el tablero se debe leer la guía de prácticas con el fin de utilizar adecuadamente todos los componentes y así evitar cualquier tipo de daño.
- Tener en cuenta los parámetros de funcionamiento de los actuadores para evitar cualquier fallo de estos.
- Se recomienda dar un mantenimiento preventivo a los contactores, relés, variador y motor para precautelar la vida útil del mismo.
- Antes de poner en operación el tablero es necesario verificar la correcta instalación y el correcto valor de tensión que se le va a colocar tanto al PLC como al HMI ya que son los elementos más costosos y de diferente tensión de alimentación.
- Revisar la información propia del manual de cada uno de los equipos antes de ser instalados.

j. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

DORANTES DANTE J. (2004). *Automatización y Control: Prácticas de Laboratorio.* Segunda Edición. McGraw-Hill. México.

DANERI, P. (2008). *PLC Automatización y control industrial.* HASA. Argentina.

Dorf, Richard y Bishop, Roberth. 2005. *Sistemas de Control Moderno.* Madrid : PEARSON EDUCACIÓN S.A, 2005. ISBN 84-205-4401-9.

Escribano, Roberto, y otros. 2008. *Tecnologías de la Información y de la Comunicación.* Madrid : RA-MA EDITORIAL, 2008. ISBN 978-84-7897-643-0.

Gil, Manuel. 2003. *Introducción Rápida a Matlab y Simulink para la Ciencia e Ingeniería.* Madrid : DIAZ DE SANTOS S.A, 2003. ISBN 84-7978-596-9.

Gomariz, Spartacus, y otros. 1998. *Teoría de Control, Diseño Electrónico.* Barcelona : EDICIONS UPC, 1998. ISBN 84-7978-596-9.

Kuo, Benjamín. 1996. *Sistemas de Control Automático.* Naucalpan de Juárez, Edo. de México : PRENTICE-HALL HISPANOAMERICA S.A, 1996. ISBN 968-880-723-0.

Lajara, José y Pelegrí, José. 2007. *LabVIEW: Entorno Gráfico de Programación.* México D.F : ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A, 2007. ISBN 978-970-15-1133-6.

Ljung, Lennart. 1999. *System Identification. Theory for the user.* USA : PRENTICE-HALL, 1999. ISBN 0-13-656695-2.

Mendiburu, Henry. 2003. *Automatización Medioambiental.* Lima : INDECOPI, 2003. 00392-2003.

Mendiburu, Henry. 2006. *Instrumentación Virtual Industrial.* Lima : INDECOPI, 2006. 00768-2006.

Ogata, Katsuhiko. 2010. *Ingeniería de Control Moderna.* Madrid : PEARSON EDUCACIÓN S.A, 2010. ISBN 978-84-8322-660-5.

SIEMENS. Catálogos Fabricante.

SITIOS WEB

González, José Mari. 2012. <http://www.araba.ehu.es/>. [En línea] 2012. [Citado el: 11 de Noviembre de 2013.] <http://www.araba.ehu.es/depsi/jg/RAREPASO.pdf>.

Datalogger's. 2010. <http://datalogger.com.mx/>. [En línea] 2010. [Citado el: 1 de Diciembre de 2013.] <http://datalogger.com.mx/>.

Lopez, María Elena. 2010. <http://depeca.uah.es>. [En línea] 2010. [Citado el: 9 de Noviembre de 2013.]
<http://depeca.uah.es/depeca/repositorio/asignaturas/32328/Tema6.pdf>.

Morilla, Fernando. 2007. <http://www.dia.uned.es>. [En línea] 2007. [Citado el: 17 de Noviembre de 2013.]
http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/ajuste_frecuencia.pdf.

Díaz, Carlos. 2012. <http://electronica.webcindario.com>. [En línea] 2012. [Citado el: 6 de Noviembre de 2013.] <http://electronica.webcindario.com/componentes/lm35.htm#>.

Mazzone, Virginia. 2012. <http://www.eng.newcastle.edu.au>. [En línea] 2012. [Citado el: 15 de Noviembre de 2013.]
<http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>.

León, Brean y Ochoa, Diego. 2012. <http://esdocs.org>. [En línea] Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2012. [Citado el: 1 de Noviembre de 2013.]
<http://esdocs.org/docs/index-23378.html?page=4>.

Vignoni, José Roberto. 2002. <http://www.ing.unlp.edu.ar/>. [En línea] 2002. [Citado el: 3 de Noviembre de 2013.]
http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Control_de_Procesos.pdf.

NationalInstruments. 2013. <http://lumen.ni.com/>. [En línea] 2013. [Citado el: 5 de Diciembre de 2013.] <http://lumen.ni.com/nicif/us/evaltktcds/content.xhtml>.

NationalInstruments. 2013. <http://www.ni.com/>. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Noviembre de 2013.] <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>.

Montbrun, Jenny y Sanchez, Yamilet. 2010. <http://prof.usb.ve>. [En línea] 2010. [Citado el: 17 de Noviembre de 2013.]
<http://prof.usb.ve/ysanchez/archivos/guiaps1316.pdf>.

Kunush, Cristian. 2003. <http://es.scribd.com/>. [En línea] 2003. [Citado el: 8 de Noviembre de 2013.] <http://es.scribd.com/doc/74088812/identificacion>.

Arraya, Máximo. 2009. <http://snsoresdetemperatura.blogspot.com/>. [En línea] 2009. [Citado el: 4 de Noviembre de 2013.] <http://snsoresdetemperatura.blogspot.com/>.

Tervenet. 2012. <http://tervenet.com/>. [En línea] 2012. [Citado el: 7 de Noviembre de 2013.] <http://tervenet.com/itmaz/control2/SystemID.pdf>.

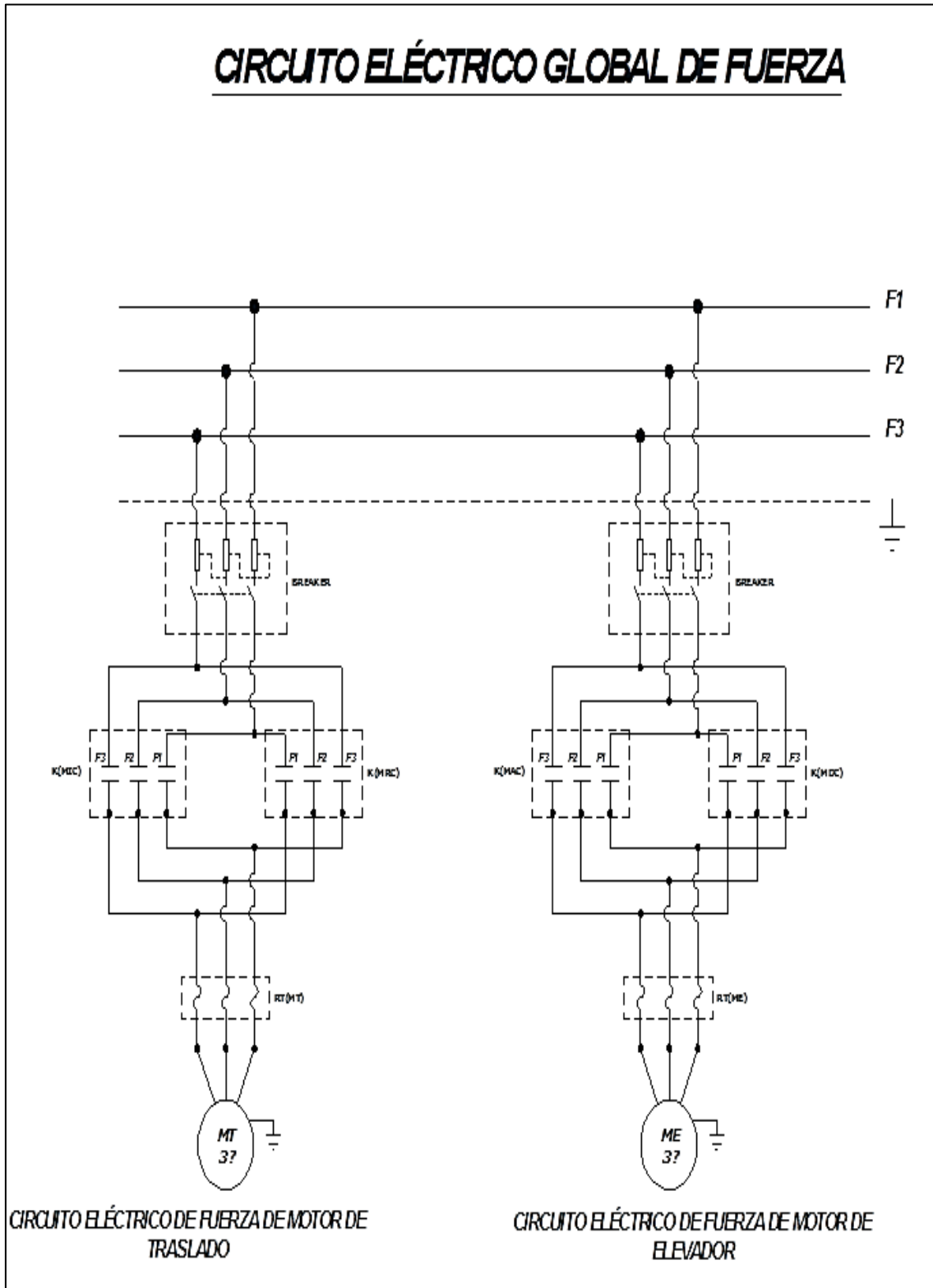
Duarte, Oscar. 2001. *<http://www.virtual.unal.edu.co/>*. [En línea] 2001. [Citado el: 10 de Noviembre de 2013.]

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001619/lecciones/descargas/doc.pdf>.

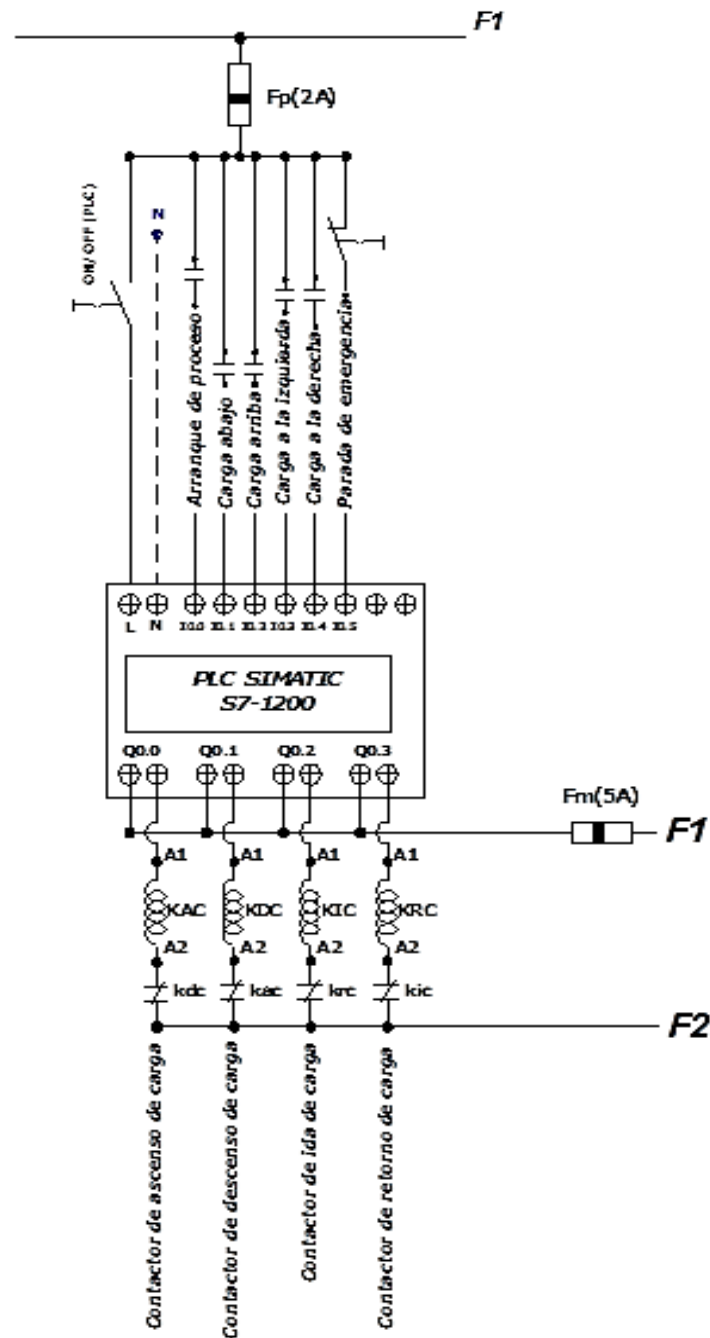
Lopez, Sebastián. 2008. *<http://web.usal.es/>*. [En línea] 2008. [Citado el: 13 de Noviembre de 2013.] <http://web.usal.es/>.

k. ANEXOS

ANEXO DE LA PRACTICA # 3 QUE SE DESARROLOO DE MANERA IDONEA.



CIRCUITO ELÉCTRICO DE MANDO MEDIANTE PLC



Queda expresada en una tabla de verdad el funcionamiento del sistema descrito poniendo “ceros” o “unos” en las variables

TABLA DE VERDAD

ENTRADAS

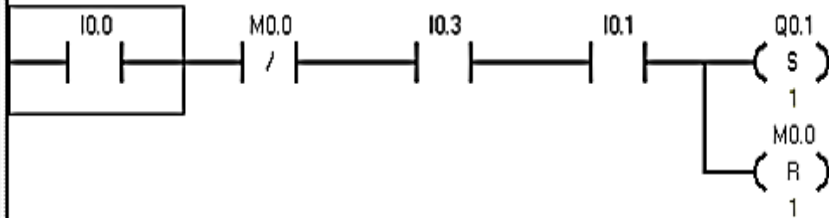
SALIDAS

IO.0	MARCA	IO.1	IO.2	IO.3	IO.4		QO.1	QO.2	QO.3	QO.4	MARCA
}PALANCA	MARCA	INFERIOR	SUPERIOR	IZQUIERDA	DERECHA		SUBE	BAJA	DER	IZQ	
1	0	1	0	1	0	ARRIBA	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	DERECHA	0	0	1	0	
1	0	0	1	0	1	ABAJO	0	1	0	0	
1	1	1	0	0	1	ARRIBA	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	IZQUIERDA	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0	BAJO	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	0	STOP	0	0	0	0	0

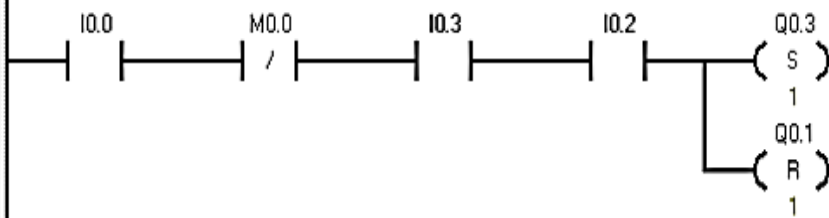
COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento

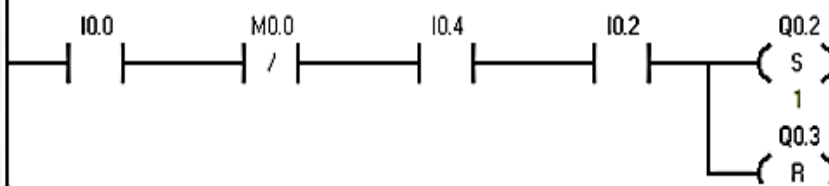
Comentario de segmento



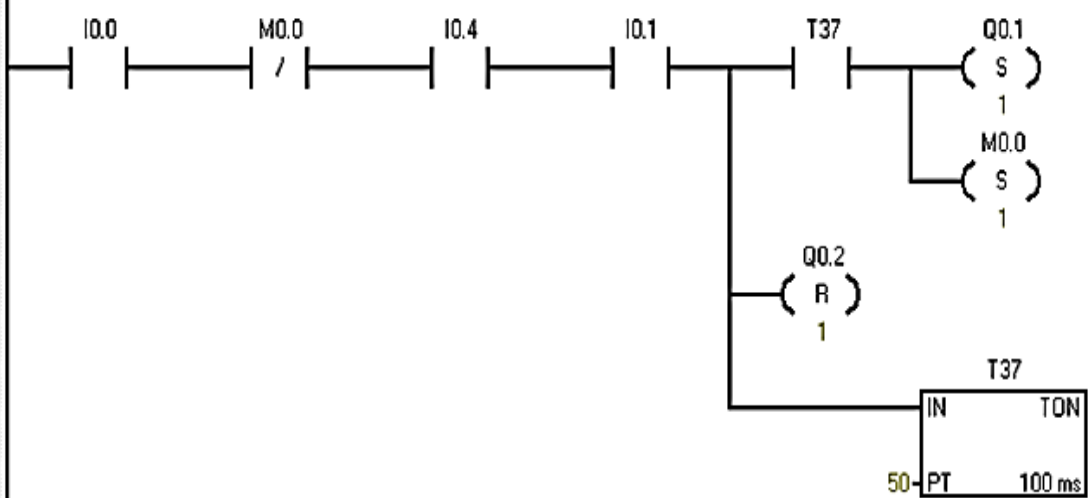
Network 2

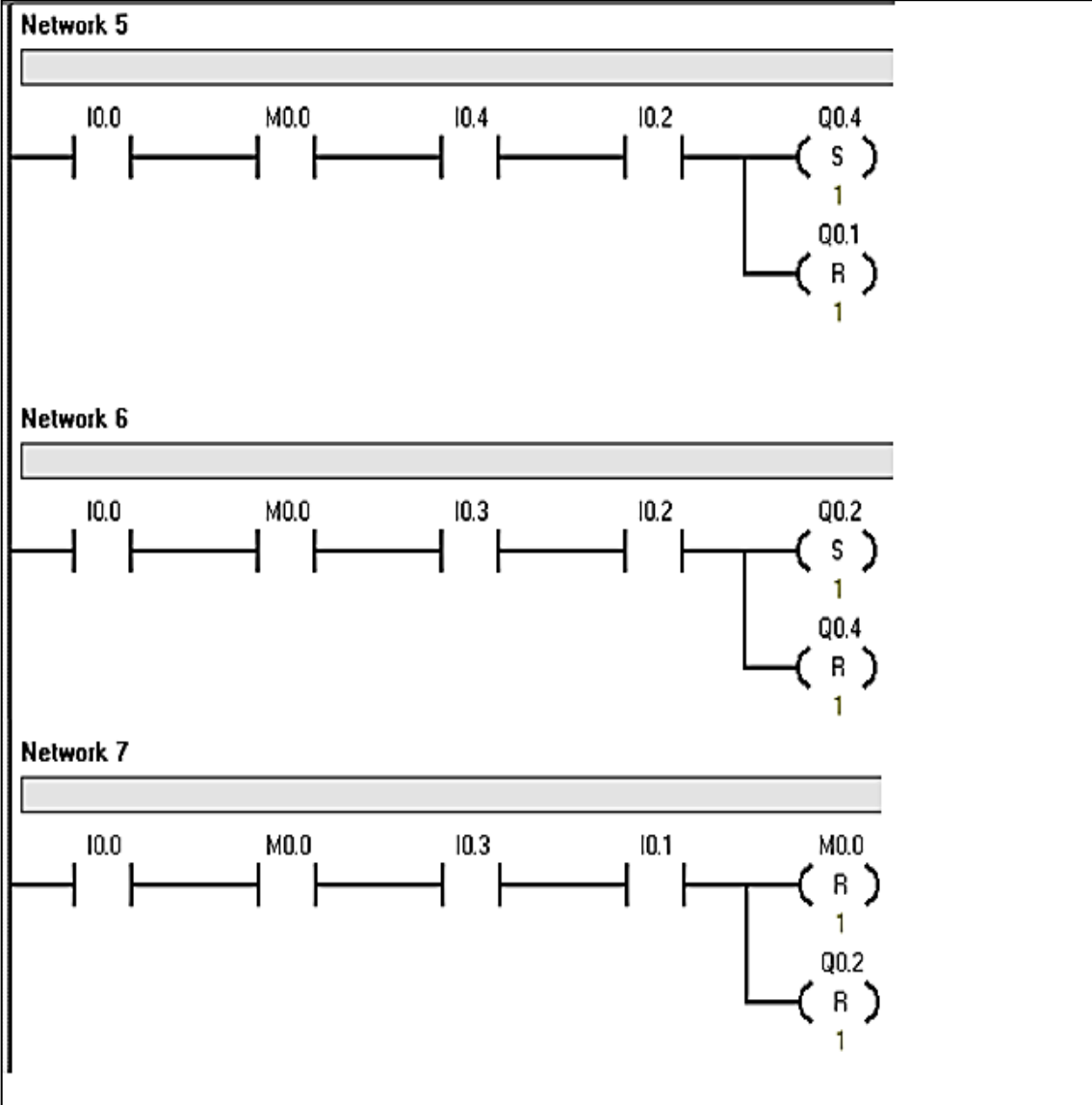


Network 3



Network 4





CONCLUSIONES:

- Es necesario 7 líneas de programación para resolver este requerimiento de control.
- El uso de marcas permite de manera fácil lograr esta práctica ya q almacena información de estado lo que permite diferenciar el proceso secuencial.
- El uso de los estados set-reset (1-0) facilita la activación y desactivación de la salidas y marcas para evitar posibles errores en la programación y facilita el control del proceso.

RECOMENDACIONES:

- En caso de instalar el circuito regirse con los diagramas adjuntos.
- Tratar de generar otro programa q realice la misma rutina con fin de evaluar la complejidad de la programación frente al propósito.