

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL  
ECUADOR

SEDE AMBATO

Unidad de Ingeniería de Sistemas

**DISERTACION DE GRADO PREVIA LA OBTENCION DEL  
TITULO DE INGENIERO DE SISTEMAS**

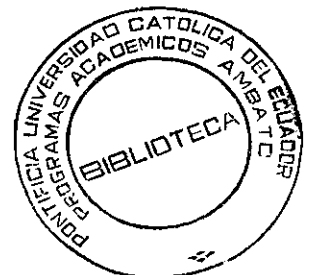
*“ESTUDIO COMPARATIVO DE PLCs Y SU APLICACION EN LA  
AUTOMATIZACION DE UNA EMPRESA LOCAL TIPO”*

Iván Danilo Galarza Torresano

Jaime Bladimir Luna Coca

DIRECTOR DE DISERTACION:  
INGENIERO DAVID GUEVARA

Ambato, 2000



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL  
ECUADOR

SEDE AMBATO

Unidad de Ingeniería de Sistemas


**DISERTACION DE GRADO PREVIA LA OBTENCION DEL  
TITULO DE INGENIERO DE SISTEMAS**

*“ESTUDIO COMPARATIVO DE PLCs Y SU APLICACION EN LA  
AUTOMATIZACION DE UNA EMPRESA LOCAL TIPO”*

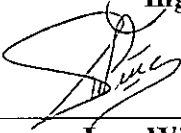
Director: \_\_\_\_\_

  
Ing. David Guevara

Revisor: \_\_\_\_\_

  
Ing. Natasha Bayas

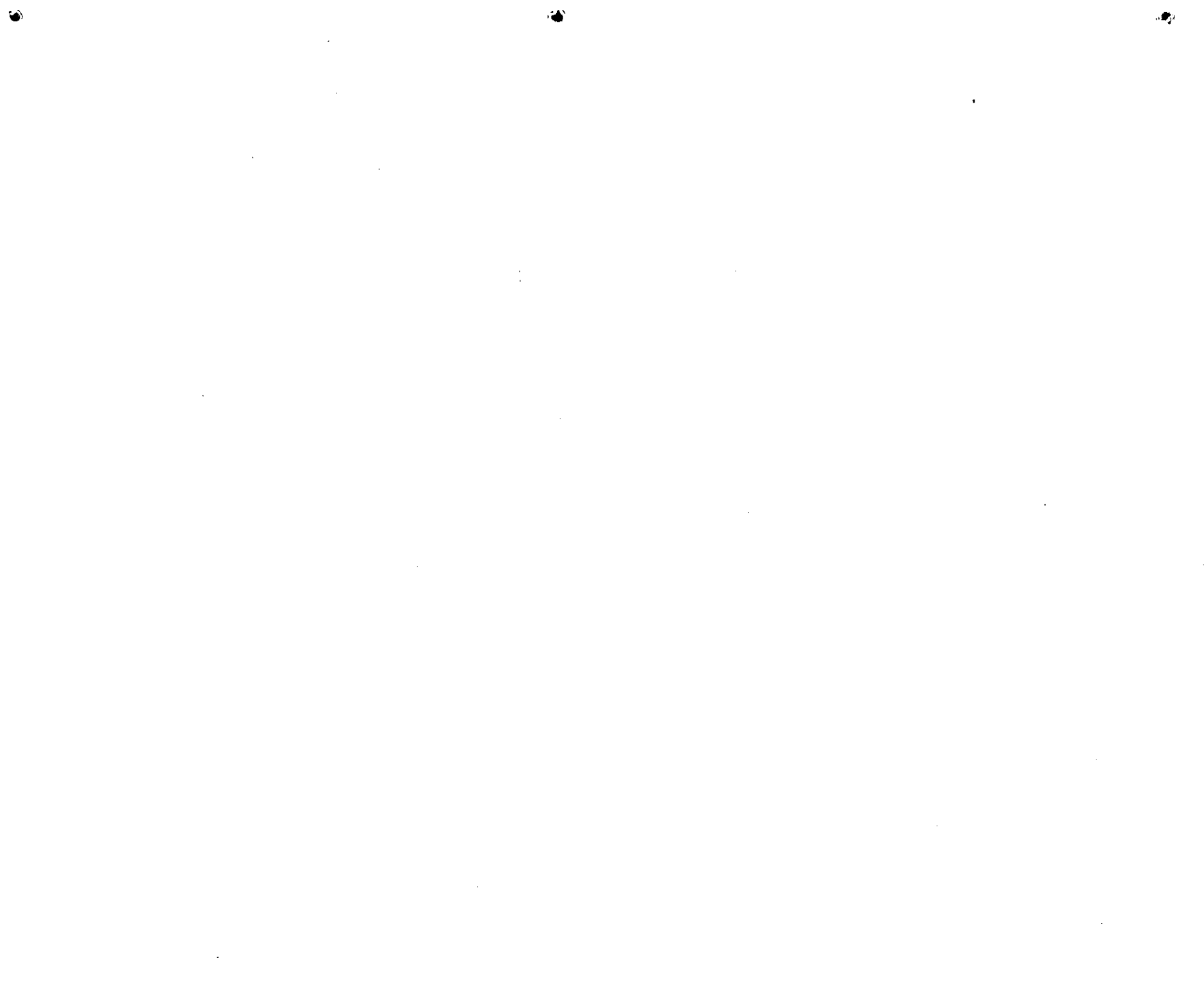
Revisor: \_\_\_\_\_

  
Ing. Wigberto Sánchez

Iván Danilo Galarza Torresano

Jaime Bladimir Luna Coca

Ambato, 2000



## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo de grado, le dedico a mi padre, quien siempre me apoya y con su ejemplo, me motivo para la culminación de mi carrera profesional.

A mi querida madre, quien trabajo, día y noche para que logre esta meta.

A mi amada esposa, por su condescendencia, pero los hechos dicen mas que mil palabras.

A mis hermanos e hijos a quienes espero que este trabajo que lo realice con esfuerzo y perseverancia, les motive para que culminen sus carreras.

Solo con el apoyo de cada uno de ustedes, pude culminar con este objetivo, sin ustedes no hubiera tenido sentido.

Danilo Galarza

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo de grado, que es el resultado de esfuerzo y constancia dedico:

A mi padre quien con su apoyo, valor y ejemplo, me motivó para que yo lograra terminar una de mis metas.

A mi amada y respetada madre a quien no le importó esforzarse todo este tiempo, solo para que yo pudiera obtener una profesión.

A mi hermano, a quien deseo de todo corazón que este trabajo le sirva de motivación y ejemplo para que en su vida pueda cumplir todos sus objetivos con satisfacción.

Jaime Luna

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar queremos agradecer a Dios, la bondad de permitirnos culminar con el presente trabajo. Luego a los profesores: Ing. David Guevara, director de tesis, a la Ing. Natasha Bayas y al Ing. Wigberto Sánchez revisores de la misma, por que dirigir una tesis de estas características es, sin duda alguna, el reto más apasionante y satisfactorio que puede enfrentar un profesor. Apasionante, porque amplía el marco habitual en que lleva a cabo su labor de docente, acercándole a un aula universal donde existen multitud de inquietudes que debe intuir y responder. Satisfactorio porque, al igual que en cualquier otra gran empresa que el hombre acomete, el resultado final es el fruto del trabajo y la dedicación de un equipo que durante mucho tiempo ha consagrado a él sus esfuerzos e ilusiones.

También extendemos nuestra gratitud a todos nuestros familiares, amigos y personas, que con su amplio intelecto, nos ayudaron a tener educación con valores cristianos e integrales, no solo forjando nuestra mente sino también nuestro espíritu, preparándonos para ser personas de bien y ser un apoyo para nuestras familias y un aporte para la sociedad.

Y, finalmente, queremos ofrecer nuestro agradecimiento al Ing. Franklin Silva que nos brindo su amistad y ayuda en la parte eléctrica para la elaboración de la presente tesis.

# INDICE

## CAPITULO I Generalidades del PLC

1.1- HISTORIA DEL PLC.....	1
1.2- DEFINICION DE PLC.....	3
1.3- PRINCIPIO DE UN SISTEMA AUTOMATICO.....	4
1.4- FASES DE ESTUDIO.....	5
1.4.1- Estudio Previo.....	5
1.4.2- Estudio técnico - económico.....	6
1.4.3- Decisión final.....	6
1.5- OPCIONES TECNOLOGICAS.....	6
1.6- CAMPOS DE APLICACION.....	7
1.7- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PLC.....	9
1.7.1- Ventajas del PLC.....	9
1.7.2- Inconvenientes del PLC.....	10
1.8- ESTRUCTURA DEL PLC.....	10
1.8.1- Estructura interna.....	11
1.8.2- Estructura externa.....	16
1.9- OPERACION DEL PLC.....	16
1.9.1- Tiempo de respuesta del PLC.....	18
1.9.2 Puesta en funcionamiento.....	19
1.9.3- Funcionamiento del PLC.....	20
1.9.4- Funciones de servicio de un PLC.....	20
1.9.5- Almacenamiento de la información.....	24

## **CAPITULO II Generalidades de la programación de un PLC**

2.1- INTRODUCCION A LOS RELES.....	25
2.1.1- Reemplazo de relés.....	26
2.2- INSTRUCCIONES BASICAS.....	28
2.3- EJEMPLO SIMPLE.....	32
2.4 ANALISIS DE LOS REGISTROS DEL PLC.....	33
2.5 UNA APLICACION DE ALTO NIVEL.....	36
2.6- Revisión del Programa por el PLC.....	38
2.7- CONTADORES.....	41
2.8- TEMPORIZADORES (Timers).....	44

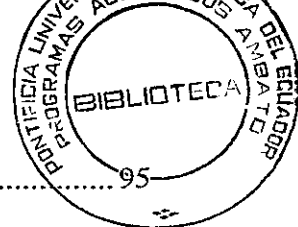
## **CAPITULO III PLC LOGO**

3.1- GENERALIDADES.....	49
3.1.1- Versiones.....	49
3.1.2- Campos de aplicación .....	50
3.1.3- Ventajas de la Utilización del PLC .....	51
3.1.4- Acoplamiento del PLC LOGO.....	52
3.2- OPERACION DEL PLC LOGO.....	52
3.2.1- Reglas fundamentales para la operación.....	53
3.3- MODO DE PROGRAMACION DEL PLC LOGO.....	54
3.3.1. Introducir un programa.....	55
3.3.2- Modificar un programa.....	56

3.3.3- Borrar un programa.....	57
3.3.4- Introducir parámetros.....	57
3.3.5 Mostrar y ocultar parámetros en la clase de servicio Parametrización.....	59
3.3.6- Visualizar y modificar parámetros en la clase de servicio Parametrización...	60
3.3.7- Conmutar LOGO! a la clase de servicio PC/LOGO.....	60
3.4- DATOS TECNICOS.....	65
3.4.1- LOGO! 230RC.....	65
3.4.2- LOGO! 230R.....	67
3.4.3- LOGO! 24R.....	68
3.4.4- LOGO! 24.....	69
3.5- FUNCIONES DEL PLC LOGO.....	70
3.5.1- Bornes (Co).....	70
3.5.2- Funciones básicas GF.....	72
3.5.3- Funciones especiales SF.....	78

## **CAPITULO IV Simatic Micro-PLCs S7-200**

4.1- INTRODUCCION A LOS MICRO-PLCs S7-200.....	89
4.2- Funciones de los diversos Micro-PLCs S7-200.....	90
4.2.1- Equipos necesarios.....	90
4.2.2- Capacidad de las CPUs S7-200.....	91
4.2.3- Principales componentes de un Micro-PLC S7-200.....	92
4.2.4- Módulos de ampliación.....	94
4.3- INSTALACIÓN DE UN MICRO-PLC S7-200.....	94



4.3.1- Crear una solución de automatización con un Micro-PLC.....	95
4.4- NOCIONES BÁSICAS PARA PROGRAMAR UNA CPU S7-200	97
4.4.1- Crear una solución de automatización con un Micro-PLC.....	97
4.4.2- Programas S7-200.....	100
4.4.3- Lenguajes de programación para las CPUs S7-200.....	102
4.4.5- Elementos básicos para estructurar un programa.....	104
4.4.6- El ciclo de la CPU.....	108
4.5- AJUSTAR EL MODO DE OPERACIÓN DE LA CPU.....	112
4.5.1- Cambiar el modo de operación con el selector.....	112
4.5.2- Cambiar el modo de operación con STEP 7-Micro/WIN.....	113
4.5.3- Cambiar el modo de operación desde el programa.....	114
4.6- DETERMINAR UNA CONTRASEÑA PARA LA CPU.....	114
4.6.1- Restringir el acceso a la CPU.....	114
4.6.2- Configurar la contraseña para la CPU.....	115
4.6.3- Que hacer si se olvida la contraseña.....	116

## **CAPITULO V PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.**

5.1- COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE LENGUAJES O SISTEMAS.....	118
5.1.1- Mnemónico o Booleanas.....	120
5.1.2- Plano de funciones.....	121
5.1.3 Grafcet.....	122
5.1.4- Organigrama.....	122
5.1.5- Matemático.....	124

5.1.6- Circuitos.....	124
5.2- ANALISIS DE EXPERIENCIAS EN PLCS.....	125
5.2.1- Procedimiento para comprobación de entradas y salidas de un PLC.....	125
5.2.2- Procedimiento para la conexión de las entradas de un PLC.....	128
5.2.3- Procedimiento para conexión de las salidas del PLC.....	132
5.2.4- Protectores de un PLC.....	141
5.2.5- Procedimiento para la instalación PLC.....	146
5.2.6- Procedimiento para realizar el mantenimiento del PLC.....	153

## **CAPITULO VI Metodología e implementación**

6.1. METODOLOGIA.....	158
6.1.1. Requerimientos de una empresa local tipo.....	158
6.1.2- Consideraciones de automatización.....	158
6.1.3- Análisis de la automatización.....	162
6.1.4- Consideraciones técnicas.....	163
6.1.5- Consideraciones de diseño.....	165
6.1.6- Análisis de rentabilidad.....	170
6.1.7- Análisis en el escogimiento del producto.....	173
6.2- IMPLANTACION.....	174
6.2.1- implementación de la solución del PLC.....	174
6.2.2- Evaluación de la implementación.....	177
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179
BIBLIOGRAFIA.....	181

# LISTADO DE GRAFICOS

## CAPITULO I Generalidades del PLC

Figura 1.1: Bucle o lazo en sistemas automáticos.....	4
Figura 1.2: Estructura interna.....	11
Figura 1.3: Búsqueda cíclica .....	17
Figura 1.4: Organigrama de Programación.....	23

## CAPITULO II Generalidades de la programación de un PLC

Figura 2.1: Ejemplo de circuito con Relé.....	25
Figura 2.2: Diagrama ladder completo del ejemplo.....	28
Figura 2.4: Símbolo LoADNot (Contacto normalmente cerrado).....	29
Figura 2.5: Símbolo OUT (bobina).....	30
Figura 2.6: Símbolo OUTBar (Bobina normalmente cerrada).....	31
Figura 2.7: Circuito ejemplo simple.....	32
Figura 2.8: Diagrama ladder del circuito ejemplo.....	32
Figura 2.9: Diagrama ladder modificado.....	33
Figura 2.10: Aplicación de alto nivel (drenaje de aceite desde un tanque).....	36
Figura 2.11: Diagrama ladder de aplicación con direcciones.....	37
Figura 2.12: Estado inicial del programa.....	38
Figura 2.13: Ciclo 1.....	39
Figura 2.14: De 2 a 100 ciclos.....	39
Figura 2.15: De 101 a 1000 ciclos.....	39
Figura 2.16: Ciclo 1001.....	40

Figura 2.17: Ciclo 1002.....	40
Figura 2.18: Ciclo 1050.....	40
Figura 2.19: Contador.....	43
Figura 2.20: Temporizador.....	46
Figura 2.21: Diagrama ladder con temporizador.....	46
Figura 2.22: Temporizador de acumulación.....	47
Figura 2.23: diagrama ladder con direcciones de la figura anterior.....	48

### **CAPITULO III PLC LOGO**

Figura 3.1: Partes del PLC LOGO! 230RCL.....	52
Figura 3.2: Menú Principal.....	55
Figura 3.3: Menú de programación.....	55
Figura 3.4 Ventana de parámetro.....	58
Figura 3.5 Establecer enlace.....	65
Figura 3.6: Función AND y su esquema de circuitos.....	72
Figura 3.7: Función OR y su esquema de circuitos.....	73
Figura 3.8: Función NOT y su esquema de circuitos.....	74
Figura 3.9 Función NAND y su esquema de circuitos.....	75
Figura 3.10: función NOR y su esquema de circuitos.....	76
Figura 3.11: Función OR Exclusivo y su esquema eléctrico.....	77
Figura 3.12 Función de retardo a la activación.....	78
Figura 3.13: Diagrama de temporización de la función de retardo a la activación.....	78
Figura 3.14: función de retardo de desactivación.....	79

Figura 3.15: Relé de impulsos de corriente.....	80
Figura 3.16: reloj de temporización:.....	81
Figura 3.17: Relé con automantenimiento.....	85
Figura 3.18: Generador de impulsos Simétrico.....	86
Figura 3.19: Retardo de activación almacenable.....	87
Figura 3.20 Contador .....	88

#### **CAPITULO IV Simatic Micro-PLCs S7-200**

Figura 4.1: Micro-PLC S7-200.....	89
Figura 4.2: Componentes de un Micro-PLC S7-200.....	90
Figura 4.3: CPU 212.....	93
Figura 4.4: CPU 214.....	93
Figura 4.5: CPUs 215 y 216.....	93
Figura 4.6: CPU con un módulo de ampliación.....	94
Figura 4.7: Disposición para el montaje.....	95
Figura 4.8: Espacio para montar una CPU.....	96
Figura 4.9: Pasos básicos para crear una solución de automatización .....	97
Figura 4.10 Referencias a las entradas y salidas en el programa.....	101
Figura 4.11 Elementos básicos de KOP.....	103
Figura 4.12 Ventana del editor AWL con un programa de ejemplo.....	104
Figura 4.13 Estructura del programa de una CPU S7-200.....	106
Figura 4.14: Programa de ejemplo con una subrutina y una rutina .....	107

Figura 4.15: Ciclo de la CPU S7-200.....	108
Figura 4.16 Utilizar STEP 7-Micro/WIN para cambiar el modo de la CPU.....	113
Figura 4.16: Configurar una contraseña para la CPU.....	116

**CAPITULO V PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.** 119

Figura 5.1. Esquema de Relés o Lógica Cableada de la Ecuación propuesta.....	120
Figura 5.2: Esquema o Diagrama de Contactos de la Ecuación Propuesta.....	121
Figura. 5.3. Esquema en el plano de funciones de la Ecuación .....	121
Figura 5.4: Gráfico de orden Etapa Transición.....	122
Figura 5.5: Simbología que utilizan los organigramas.....	123
Figura 5.6: Organigrama del nivel I representación de la ecuación propuesta.....	124
Figura 5.7: Diagrama Ladder universal para la comprobación de entradas y salidas de un PLC.....	126
Figura 5.8: Comprobación de continuidad o discontinuidad a través del óhmetro en las entradas y salidas.....	126 127
Figura 5.9- Conexionado de las entradas del PLC de los contactos sin tensión.....	130
Figura 5.10: Conexionado de las entradas del PLC captadores con tensión.....	131
Figura 5.11 Acoplamiento de la fuente de alimentación auxiliar.....	131
Figura 5.12: Conexión en grupos de salidas comunes.....	135
Figura 5.13 Acoplamiento directo e indirecto de las cargas.....	136
Figura 5.14: Acoplamiento de actuadores de gran consumo – Bobinas de relés de igual tensión.....	138
..	138
Figura 5.15: Acoplamiento de actuadores de gran consumo – Bobinas de relés de igual	

tensión.....	139
Figura 5.16: Acoplamiento de actuadores de gran consumo – Bobinas de relés de tensión distinta.....	140
Figura 5.17 Circuito protector RC en paralelo con el contacto del relé de salida.....	142
Figura 5.18 Circuito protector con bastidor en paralelo con el contacto de relé de salida	142
Figura 5.19: Protección mediante diodo de cargas inductivas en bajo número de maniobras.....	143
Figura 5.20 Protección mediante diodo y resistencias de cargas inductivas en c.c. con bajo número de maniobras.....	144
Figura 5.21 Protección mediante diodo y bastidor (VDR) de cargas inductivas en C.C con elevado número de maniobras.....	144
Figura 5.22: Circuito de protección para cargas en C.A. de alta inductancia.....	145
Figura 5.23: Circuito de protección para carga en C.A. de alta independencia.....	146
Figura 5.24 Circuito de potencia para alimentación del PLC.....	151
Figura 5.25 Circuito de mando para alimentación del PLC.....	153
Figura 5.26: Organigrama para la localización de averías en un circuito de entradas y salidas.....	157

## **CAPITULO VI Metodología e implementación**

Figura 6.1: Planos de configuración del PLC.....	161
Figura 6.2: Planos de configuración de la planta para el sistema de automatización.....	162

# LISTADO DE TABLAS

## **CAPITULO I Generalidades del PLC**

Tabla 1.1: Opciones tecnológicas.....	7
Tabla 1.2: Tipos de memorias.....	14

## **CAPITULO II Generalidades de la programación de un PLC**

Tabla 2.1: Instrucciones utilizadas en el ejemplo de la figura 2.1.....	27
Tabla 2.2: Estado lógico de las instrucciones Load y LoadBar.....	30
Tabla 2.3: Estado lógico de las instrucciones Out y OutBar.....	31
Tabla 2.4: REGISTRO 00.....	34
Tabla 2.5: REGISTRO 05.....	34
Tabla 2.6 CONDICION LOGICA DE LOS SIMBOLOS LOAD LOADBAR OUT....	34
Tabla 2.7 Tabla de verdad del programa.....	35
Tabla 2.8 Direcciones de las entradas y salidas utilizadas en la aplicación.....	37

## **CAPITULO IV Simatic Micro-PLCs S7-200**

Tabla 4.1: Resumen de las CPUs S7-200.....	91
Tabla 4.2 Restringir el acceso a la CPU S7-200.....	115

## **CAPITULO VI Metodología e implementación**

Tabla 6.1: Costo aproximado de la implementación del PLC.....	178
---	-----

## LISTADO DE ANEXOS

### **CAPITULO VI Metodología e implementación**

Diagrama de instalación de un PLC.....	183
Diagrama de instalación de caja de protección de entradas y salidas de un PLC.....	184
Programación de aplicación en el PLC LOGO!RCL230.....	185
Programación de aplicación en el PLC SIMATIC ST200.....	187



## PREFACIO

Al diseñar este proyecto que ahora ponemos en sus manos fueron cuatro los puntos principales a través de los cuales se filtraron las diversas tendencias en que se pudieran incurrir a lo largo de su desarrollo: la accesibilidad, la utilidad, la perdurabilidad y la completitud.

Accesibilidad, porque esta obra no va solo dirigida a aquellos especialistas de informática que desean ampliar sus conocimientos del funcionamiento y manejo de PLCs, sino también a aquellas personas que desean iniciarse. Por ello se ha evitado, en lo posible, el empleo inicial de una terminología muy técnica.

Utilidad, ya que no nos parece que el mundo de la informática se limite solo al procesamiento de datos, sino también por medio de este proyecto, se pueda introducir al mundo de los autómatas, para conocer como se puede controlar varios dispositivos eléctricos y electrónicos a través de la computadora o un PLC, por medio de una programación, dando como resultado un gran ahorro económico y de tiempo.

Perdurabilidad, ya que este campo esta poco explotado, y tiene muchas perspectivas que se sustentaran en el futuro de la informática.

Completitud, porque el estudio comparativo de los PLCs, permitirán incursionar en otras áreas de la informática, que a buen seguro participaran activamente en los avances tecnológicos que depararan los años venideros.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DEL PLC

#### 1.1- HISTORIA DEL PLC.

En los años 60, la primera razón para diseñar un dispositivo que reemplace a los relés, temporizadores, contadores, etc. , fué el alto costo y lo complicado que implica un circuito con estos elementos.

Bedford Associates (Bedford, MA) propone algo llamado un controlador digital modular (MODICOM) para mejorar y aumentar la fabricación de automóviles. Otras compañías al mismo tiempo proponían esquemas basados en computadoras, pero el MODICOM 084 trajo el primer PLC en el mundo a la producción comercial rompiendo el resto de propuestas.

Cuando los requerimientos de producción cambian, sucede lo mismo con los sistemas de control, esto se hace muy caro cuando los cambios son frecuentes debido a que los relés son dispositivos mecánicos, estos tienen un tiempo de vida limitado, que requiere estricto calendario de mantenimiento. Esta problemática era tediosa por el gran número de relés involucrados.

Estos nuevos controladores pueden ser fácilmente programados y mantenidos por ingenieros eléctricos o informáticos. El tiempo de vida puede ser alargado y puede hacerse fáciles cambios de programación. Ellos también pueden sobrevivir al medio ambiente hostil.

En la mitad de los años 70 la tecnología del PLC dominó en los procesos secuenciales. El AMD 2901 y el 2903 fué el más popular de los MODICOM y fué el inicio de los PLCs. Luego fueron apareciendo más grandes PLCs. Pero aun existen PLCs basados en el 2903. El MODICOM ha sido todavía construido pero mucho más rápido como el 984A/B/X el cual es basado en el 2901.

Las características de comunicación empiezan a aparecer aproximadamente en el año de 1973. El primer sistema como fué el Modbus de MODICOM podía comunicarse con otros PLCs que se encontraban distantes de la máquina que encontraba controlando. Ellos también pueden ser utilizados para enviar y recibir una variedad de voltajes que les permite entrar al mundo análogo. Desafortunadamente la pérdida de la estandarización acoplada con un cambio continuo de la tecnología ha sido una pesadilla en la comunicación de los PLCs, debido a una incompatibilidad de protocolos físicos de red . Esto fué una gran decadencia para los PLCs.

En los años 80 se vio una estandarización de la comunicación, con los protocolos de automatización que introdujo la General Motors. Esto también dio lugar a que se redujera el tamaño del PLC y también hizo posible crear un software de programación que utiliza símbolos, ahora es posible programar desde una computadora personal o también a través de terminales de programación dedicadas. En el mundo actual los PLCs pequeños son del tamaño de un sencillo relé.

En los años 90 se ha visto una reducción gradual en la introducción de nuevos protocolos y la modernización de las capas físicas de algunos de los más populares protocolos que han sobrevivido en los años 80. El último estándar (IEC 1131-3) ha intentado fusionar los lenguajes de programación de PLC bajo un estándar internacional, ahora la programación se puede hacer en función de diagramas de bloque, listas de instrucciones, C, ladder, basic, etc. Las computadoras personales son usadas para reemplazar a los PLCs en algunas aplicaciones. La compañía original quien promocionó el MODICOM 084 ha sido actualmente cambiada al sistema de control basada en computadora personal.

## **1.2- DEFINICIÓN DE PLC.**

PLC (Programmable Logic controller) es un dispositivo que fué inventado para reemplazar los circuitos secuenciales que utilizan los relés, temporizadores, contadores, etc. para el control industrial. El PLC trabaja revisando sus entradas y dependiendo del estado de estas, enciende o apaga sus salidas. El usuario ingresa un programa usualmente vía software donde obtiene los resultados requeridos.

Los PLCs son usados en muchas aplicaciones del mundo real, como: industrias, casas inteligentes, invernaderos, ascensores, instalaciones de edificios, construcción de armarios de conexiones, construcción de máquinas pequeñas y aparatos, para el procesamiento previo de señales en controles, etc. Si alguien está involucrado en el control de máquinas: de empaquetado o manejo de material, ensamblaje automático u otras industrias, probablemente esté utilizando un PLC. Y si aún no lo ha utilizado, estaría gastando demasiado dinero y tiempo. Por lo menos una aplicación que necesite del control eléctrico, debería necesitar un PLC.

Por ejemplo si se asume que cuando se activa un interruptor, este debe encender una lámpara por cinco segundos y luego esta apagarse automáticamente sin preocuparse de la cantidad de tiempo que estuvo encendida. Esto puede hacerse simplemente con un temporizador externo. Pero si este proceso incluye 10 interruptores y 10 lámparas, el proceso también requeriría 10 temporizadores externos, y si además se necesita contar la cantidad de veces que cada una fué encendida, también se necesitaría una gran cantidad de contadores externos.

Para evitar el excesivo número de contadores y temporizadores externos, y el costo que esto implica, lo más eficaz sería utilizar un PLC, en el simplemente se puede programar para encienda las lámparas por un tiempo específico, y además cuente cada vez que estas se enciendan. En el capítulo II se puede encontrar suficiente información para desarrollar programas más complicados que el ejemplo.

### 1.3- PRINCIPIO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO.

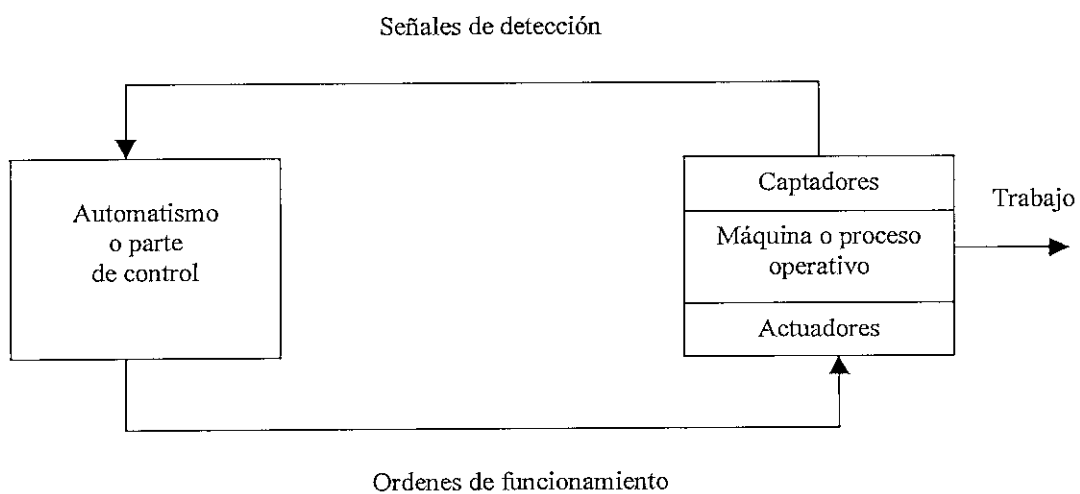


Figura 1.1: Bucle o lazo en sistemas automáticos

La base de todo sistema automático es el bucle o lazo como se observa en la figura 1.1.

Por esta razón un PLC es más utilizado en la automatización de tareas repetitivas.

#### **1.4- FASES DE ESTUDIO.**

Antes de realizar la automatización de un proceso se debe tener en cuenta los siguientes datos:

- Las especificaciones técnicas del proceso a automatizar y su correcta interpretación, si fuera necesario buscar un técnico, para realizarlo eficazmente
- La cantidad de dinero con que se cuenta.
- La existencia de materiales en el mercado.

Tomando en cuenta los puntos anteriores, se ve necesario analizar las tres fases de estudio antes de realizar una aplicación.

##### **1.4.1- Estudio Previo.**

Es necesario conocer:

- Las características
- El funcionamiento
- Las distintas funciones de la máquina
- Proceso a automatizar.

Esta es la base para luego poder avanzar a la siguiente fase, en la cual se estudiara los elementos más idóneos para la construcción del automatismo.

### **1.4.2- Estudio técnico – económico**

En esta fase se realiza la correcta elección de los materiales, según el entorno en donde se vaya a utilizar. También se analiza el valor económico del automatismo, para realizar esta valorización, se estudia el costo de los materiales, mantenimiento, etc.

---

### **1.4.3- Decisión final**

Hay varios parámetros que se deben conocer antes de tomar una decisión, a continuación se cita algunos:

- Costo de manejo y mantenimiento.
- Posibilidades de ampliación
- Ventajas y desventajas.
- Coste beneficio de la inversión realizada.

### **1.5- OPCIONES TECNOLÓGICAS.**

La tabla 1.1. muestra las opciones tecnológicas posibles derivadas de dos generales:

- Lógica cableada.
- Lógica programada.

No todos los procesos o máquinas a automatizar, tienen las mismas funciones; por esta razón se debe escoger correctamente la opción que más convenga.

Tabla 1.1: Opciones tecnológicas

Tipo	Familia tecnológica	Subfamilias específicas	
Lógica Cableada	Eléctrica	Relés electromagnéticos	
		Electroneumática	
		Electrohidráulica	
	Electrónica	Electrónica estática	
Lógica Programada	Electrónica	Sistemas Informáticos	Microordenadores
			Miniordenadores
		Microsistemas (universales específicos)	
		Autómatas Programables ( PLC)	

### 1.6- CAMPOS DE APLICACIÓN

El campo de aplicación de un PLC es muy extenso, gracias a: sus pequeñas dimensiones, la posibilidad de crear y almacenar programas, la modificación o alteración de los mismos, etc.

Su eficacia es apreciada especialmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.

- Procesos periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de ejecución de subrutinas del programa.

A continuación se verá algunos ejemplos de aplicaciones generales:

### **Maniobra de máquinas:**

- Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- Maquinaria en procesos de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico.
- Maquinaria de ensamblaje.
- Maquinaria en procesos de textiles y de confección.
- Maquinaria para controlar bombas.
- Maquinaria para controlar motores y prensas pequeñas.

### **Maniobra de instalaciones**

- Instalaciones de aire acondicionado, calefacción.
- Instalaciones de seguridad.
- Instalaciones de frío industrial.
- Instalaciones de almacenamiento y trasvase de cereales.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.

- Instalaciones de alumbrado.
- Instalaciones de persianas, toldos, portones y puertas.
- Instalaciones de control de personal.

### **Señalización y control**

- Chequeo de programas.
- Señalización del estado de procesos.

De acuerdo a los nuevos dispositivos electrónicos como son: Sensores de movimiento, de temperatura, etc. Los PLCs pueden tener nuevos usos.

### **1.7- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PLC.**

Por la diversidad de modelos de PLCs existentes en el mercado nos vamos a referir a las ventajas e inconvenientes que presenta un Autómata tipo medio.

#### **1.7.1- VENTAJAS DEL PLC**

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

No es necesario dibujar el esquema de contactos.

- La lista de materiales se reduce notablemente.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, pues el PLC tiene suficiente memoria para almacenar muchas de ellas.
- Posibilidad de realizar modificaciones sin la necesidad de cambiar el cableado ni aumentar aparatos.

- Ocupación de mínimo espacio.
- Menor costo de mano de obra y de instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar averías.
- Posibilidad de maniobrar varias máquinas con un mismo PLC.
- Si por alguna razón la máquina quedara fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.
- Contiene todo lo que Ud. necesita en un solo equipo

#### **1.7.2- Inconvenientes del PLC.**

- Uno de los inconvenientes es encontrar a programadores para que diseñen los proyectos.
- El costo inicial es relativamente elevado.

#### **1.8- ESTRUCTURA DE UN PLC**

Para conocer la estructura de un PLC, además de revisar su parte externa, también se debe analizar la parte interna (hardware).

Para ser un verdadero experto en PLCs no se debe conformar con saber solo programar, debe, sobre todo, conocer como esta estructurado. Para los peritos en informática, será más fácil entender las partes que constituyen el PLC, puesto que el PLC tiene gran similitud con los ordenadores.

### 1.8.1- Estructura interna

El PLC consiste principalmente de una CPU, áreas de memorias, y circuitos apropiados para recibir datos de entrada o salida. Actualmente se puede considerar al PLC como una caja negra llena de cientos o miles de relés, contadores, temporizadores y espacios de memoria para el almacenamiento de datos; pero estos físicamente no existen, sino que son simulados y pueden ser considerados como software. Estos relés internos son simulados a través de la localización de bits en registros.

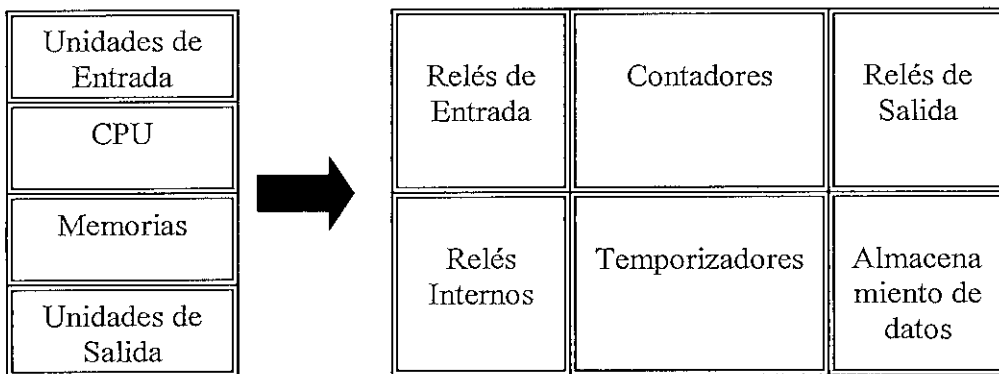


Figura 1.2: Estructura interna

A continuación se dará una pequeña definición de cada una de las partes que se puede apreciar en la figura 1.2.

- **RELES DE ENTRADA** (contactos) Estos son conectados al exterior, físicamente existen y reciben señales desde pulsadores, sensores, etc. Típicamente no son relés, más bien son transistores.
- **RELES INTERNOS** - (contactos) Estos no reciben señales del exterior ni existen físicamente. Son relés simulados por el PLC a través de software para sustituir los relés

externos. Hay también algunos relés especiales que se dedican a ejecutar una sola tarea. Algunos están siempre encendidos mientras otros siempre están apagados. Algunos están encendidos sólo una vez mientras el PLC se encuentra alimentado con energía y son utilizados típicamente para inicializar datos que se encontraban almacenados

- **CONTADORES.** Estos tampoco existen físicamente. Estos son contadores simulados y pueden ser programados para que cuenten las pulsaciones. Típicamente estos pueden contar ascendente o descendente, o de ambas formas a la vez. Desde que fueron creados, los contadores fueron limitados en cuanto a la velocidad de contar. Algunos fabricantes de PLCs incluyeron contadores de alta velocidad que son basados en hardware.
- **TEMPORIZADORES** – estos también no existen físicamente. Se puede encontrar diferentes tipos de acuerdo al encendido y al incremento. El más común es el tipo de retardo al encendido (on-delay). Se puede encontrar también con retardo al apagado (off-delay) o ambos. El incremento varía desde 1ms hasta 1s.
- **RELES DE SALIDA (bobinas).**- Son conectadas al exterior, físicamente existen y envían señales de encendido o apagado (on/off) a solenoides, lámparas, etc.
- **ALMACENAMIENTO DE DATOS.**- Hay registros utilizados para almacenar información; estos son usualmente utilizados para almacenar datos temporales. Estos registros pueden ser también usados para almacenar información cuando el PLC es

dejado sin energía; pero cuando la energía retorna, estos registros deben contener la misma información que tenían antes de quedarse sin energía. Esta utilidad es muy conveniente y necesaria.

### 1.8.1.1- Memorias

Memoria es cualquier dispositivo que nos permita almacenar información en forma de bits (ceros y unos).

#### Tipos de memorias

- Memoria RAM ( Random Access Memory).- Memoria de acceso aleatorio o memoria de lectura – escritura. En este tipo de memoria se pueden realizar los procesos de lectura y escritura por procedimiento eléctrico, pero su información desaparece a la falta de corriente eléctrica.
- Memoria ROM ( Read Only Memory).- Memoria de solo lectura, en este tipo se puede leer su contenido, pero no se puede escribir en ellas. Los datos e instrucciones los graba el fabricante y el usuario no puede alterar su contenido, ellas mantienen su contenido a la falta de energía.

Estas no son las únicas, en la tabla 1.2 se puede observar otros tipos, diferenciadas por el tipo de programación, borrado y permanencia ante la falta de energía.

Tabla 1.2: Tipos de memorias

TIPO DE MEMORIA	SISTEMA DE PROGRAMACIÓN	SISTEMA DE BORRADO	ANTE LA FALTA DE ENERGIA
RAM Memoria de lectura y escritura	Eléctrica	Eléctrico	Se pierde es volátil
ROM Memoria de solo lectura	Durante el proceso de fabricación	Imposible el borrado	Se mantiene
PROM Memoria programable	Eléctrica	Imposible el borrado	Se mantiene
EPROM Memoria modificable	Eléctrica	Por rayos Ultra Violeta	Se mantiene
EEPROM Memoria modificable	Eléctrica	Eléctrico	Se mantiene

### 1.8.1.2- Unidad central de procesamiento (CPU)

Es la parte principal del PLC , ya que seria como el cerebro virtual, que interpreta las instrucciones de un programa de usuario, y en función de sus entradas activa las salidas requeridas.

Está constituida por los siguientes elementos: procesador, memoria y circuitos auxiliares asociados.

### 1.8.1.3- Unidades de entrada – salida

#### **Entradas**

Son fácilmente identificables, ya que se caracterizan por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, llevan además una indicación luminosa de activado por medio de un diodo LED.

Los tipos de entradas pueden ser:

De acuerdo a su tensión

- Libres de tensión
- A corriente continua
- A corriente alterna

De acuerdo a la señal que reciben:

- Analógicas
- Digitales

#### **Salidas**

También son fáciles de identificar, generalmente en estas es donde se conectan o acoplan los dispositivos de salida o actuadores, e incluye un indicador luminoso LED de activado.

Los tipos de salidas pueden ser: A relé, a triac, a transistor.

## **1.8.2- Estructura externa.**

### **1.8.2.1- Estructura compacta.**

Se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. En cuanto a su unidad de programación, existen tres tipos: unidad fija, enchufable mediante cable o conector, o ambas conexiones.

### **1.8.2.2- Estructura Modular.**

Estos PLCs se dividen en módulos o partes que realizan funciones específicas; podemos distinguir dos estructuras modulares:

- **Estructura americana.-** Se caracteriza por separar las entradas y las salidas del resto del PLC, de manera que en un solo bloque se encuentra la CPU, memorias y fuente de alimentación; y en bloques separados se encuentran las unidades de entradas y salidas.
- **Estructura europea.-** Se caracteriza por presentar un bloque para cada función: CPU, entradas/salidas, fuente de alimentación, etc. La unidad de programación se une mediante cable o conector.

## **1.9- OPERACIÓN DEL PLC**

Un PLC trabaja revisando continuamente el programa de usuario. Se puede pensar que esta revisión cíclica consta de tres pasos importantes como se aprecia en la figura 1.3:

Los pasos pueden ser más de 3 pero se puede enfocarlos en las partes más importantes y no

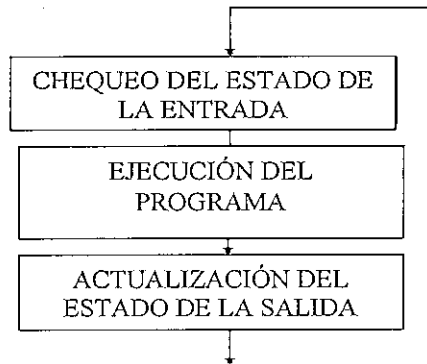


Figura 1.3: Búsqueda cíclica

preocuparse de las otras. Especialmente las otras están chequeando el sistema y actualizando el contador interno actual y el valor de los relojes.

### **Paso 1 - Chequeo del estado de la entrada**

Primero el PLC revisa cada entrada para determinar si estas están encendidas o apagadas. Esta información será grabada en la memoria del PLC para que sea utilizada en el próximo paso.

### **Paso 2 - Ejecución del programa**

Luego el PLC ejecuta el programa de usuario, una instrucción a la vez. Quizás el programa de usuario ordene que si la primera entrada es encendida, también debería encenderse la primera salida. Entonces como desde el paso anterior ya se sabe que entradas están encendidas o apagadas, esto ayudará a decidir si la primera salida debería

ser encendida basándose en el estado de la primera entrada. Luego se almacena los resultados de la ejecución, para ser utilizados más tarde en el siguiente paso.

### **Paso 3 – Actualización del estado de la salida**

Finalmente, el PLC, actualiza el estado de las salidas. La actualización de las salidas depende de cual de las entradas fué encendida durante el primer paso y los resultados de ejecución del programa durante el segundo paso.

De acuerdo al ejemplo del paso 2 esto ahora encendería la primera salida, porque la primera entrada fué encendida y el programa de usuario ordenó que se encienda la primera salida, cuando esta condición sea verdadera.

Después del tercer paso, el PLC regresa al paso 1 y repite los pasos continuamente. Un tiempo de revisión es definido como el tiempo que este toma para ejecutar los tres pasos citados arriba.

#### **1.9.1- Tiempo de respuesta del PLC.**

El total de tiempo de respuesta del PLC es un hecho que se tiene que considerar cuando se va a comprar un PLC. Es como el cerebro, el PLC también toma una cierta cantidad de tiempo para reaccionar a los cambios. En muchas aplicaciones la velocidad no es importante, pero en otras si.

Si se toma un momento para mirar un cuadro en la pared, los ojos ven un cuadro y después el cerebro dice " Oh, allí está un cuadro en la pared". En este ejemplo los ojos

pueden ser considerados los sensores. Los ojos están conectados a un circuito de entrada del cerebro. El circuito de entrada del cerebro toma una cierta cantidad de tiempo para analizar que es lo que los ojos vieron. (Si se ha tomado alcohol el tiempo de respuesta de entrada va a ser muy larga). Eventualmente el cerebro se da cuenta, que los ojos han visto algo y procesa el dato. Y luego envía una señal de salida hacia la boca. La boca recibe este dato y comienza a responder. Eventualmente la boca manifiesta las palabras " ! Oh, ese cuadro es realmente feo!" Notamos en este ejemplo que se ha respondido a tres cosas:

ENTRADA.- Esto toma una cierta cantidad de tiempo para el cerebro notar la señal de entrada desde los ojos.

EJECUCION.- Esto le toma una cierta cantidad de tiempo para procesar la información recibida, desde los ojos. Considerando que el programa interpreta que los ojos observaron un cuadro feo, seguidamente la salida apropiada, son las palabras, que va a la boca.

SALIDA.- La boca recibe una señal desde el cerebro y eventualmente manifiesta salen las palabras " Oh, ese cuadro es realmente feo!"

### **1.9.2 Puesta en funcionamiento.**

Para iniciar cualquier acción en la puesta de funcionamiento del autómata es necesario saber las características o especificaciones.

Se debe tomar en cuenta datos como:

- La tensión de alimentación al sistema o tensión de red
- El margen de variación admisible de la misma no es necesario

### **1.9.3- Funcionamiento del PLC.**

Para iniciar la programación se debe leer primero el manual de instrucciones del mismo y los cuidados básicos del mismo, de esta manera se podrá familiarizar con el autómata.

#### **Modos de servicio de un PLC.**

STOP (off - LINE) en este modo, se puede escribir, corregir el programa, etc., es decir que con el contacto de arranque abierto o programa sin ejecutar. Todas las salidas están en reposo

RUN (on - LINE) en este modo, el programa se está ejecutando continuamente, es decir que está con el contacto de arranque cerrado.

También se tiene tres modos particulares que solo serán operativos con el modo de servicio STOP y que son:

Modo ROM este modo, sirve para programación en memorias.

Modo CMT(cassette) este modo, sirve para la programación en cinta.

Modo PRT (impresora) este modo sirve para la impresión de programa sobre el papel.

### **1.9.4- Funciones de servicio de un PLC.**

Es importante el conocer y manejar correctamente las funciones de servicios que ofrecen los PLCs para poder utilizarlos de la manera más óptima.

A continuación se detalla las principales funciones y el uso de cada una.

1. **Borrado del programa.**- Normalmente en modo STOP. Debe realizarse un borrado total del programa contenido en la memoria antes de introducir un nuevo. Se obtiene el borrado de todas las instrucciones contenidas en la memoria del usuario, poniendo a cero los relés auxiliares protegidos, temporizadores, contadores, registros, etc.
2. **Escritura del programa.**- Normalmente se lo realiza en el modo STOP, el programa se realizaría con sus instrucciones específicas
3. **Correcciones.**- Normalmente se lo realiza en el modo STOP, las correcciones posibles son las siguientes:
  - Inserción de Instrucción
  - Borrado de Instrucción
  - Modificación de una Instrucción
  - Borrado de Programa a partir de una determinada instrucción
4. **Visualización y lectura de instrucciones.**- Modos STOP y RUN. En este caso la visualización se obtiene a partir del número de dirección de memoria conocido.
5. **Búsqueda o localización de instrucciones del programa.**- Modos STOP y RUN. Este caso es distinto al anterior; aquí no se conoce o se duda de la dirección o direcciones en la que se encuentra determinada instrucción. Fijada la instrucción buscada, aparecerá en pantalla esta, indicando la dirección en la que se encuentra. En el caso de contactos repetidos en varias direcciones también se visualizarán estas en orden ascendente de direcciones de memoria pulsando la correspondiente función.
6. **Revisión o Control de Sintaxis.**- Modo STOP y RUN. Se controlan para su corrección los posibles errores cometidos en la escritura del programa,, como:
  - Correcta numeración de E/S y relés auxiliares

- Correcta ordenación de instrucciones en contadores y registros
  - Verifica que cada instrucción de comienzo de línea tiene su salida
  - Comprueba que los agrupamientos de apertura y cierre de grupos de contactos con grupos de salidas llevan juntas las funciones correspondientes.
7. **Inspección del programa.**- Normalmente en modo RUN. Con el auxilio de las correspondientes funciones se logra visualizar el estado lógico de E/S, relés auxiliares, temporizadores, contadores, registros, etc.
8. **Modificación de temporizadores y contadores.**- Normalmente en modo RUN. A veces en modo RUN es necesario modificar contadores o tiempos para ejecutar procesos.
9. **Forzamientos de estados.**- Normalmente en el modo RUN. Ante una modificación, comprobación o avería a veces es necesario forzar a "0" o a "1" los estados de determinado contador, registro, temporizador, marcas protegidas, relés especiales, etc. Una vez conseguido este forzamiento se puede volver al estado primitivo en el modo deseado.

En el manual de Autómata que viene junto a cada aparato, se encuentran detalladamente las instrucciones del programa y las instrucciones o funciones de servicio, de las cuales haremos uso durante algún tiempo hasta conocerlas y utilizarlas mecánicamente.

La figura 1.4. representa el organigrama que se debe utilizar para realizar una programación correcta.

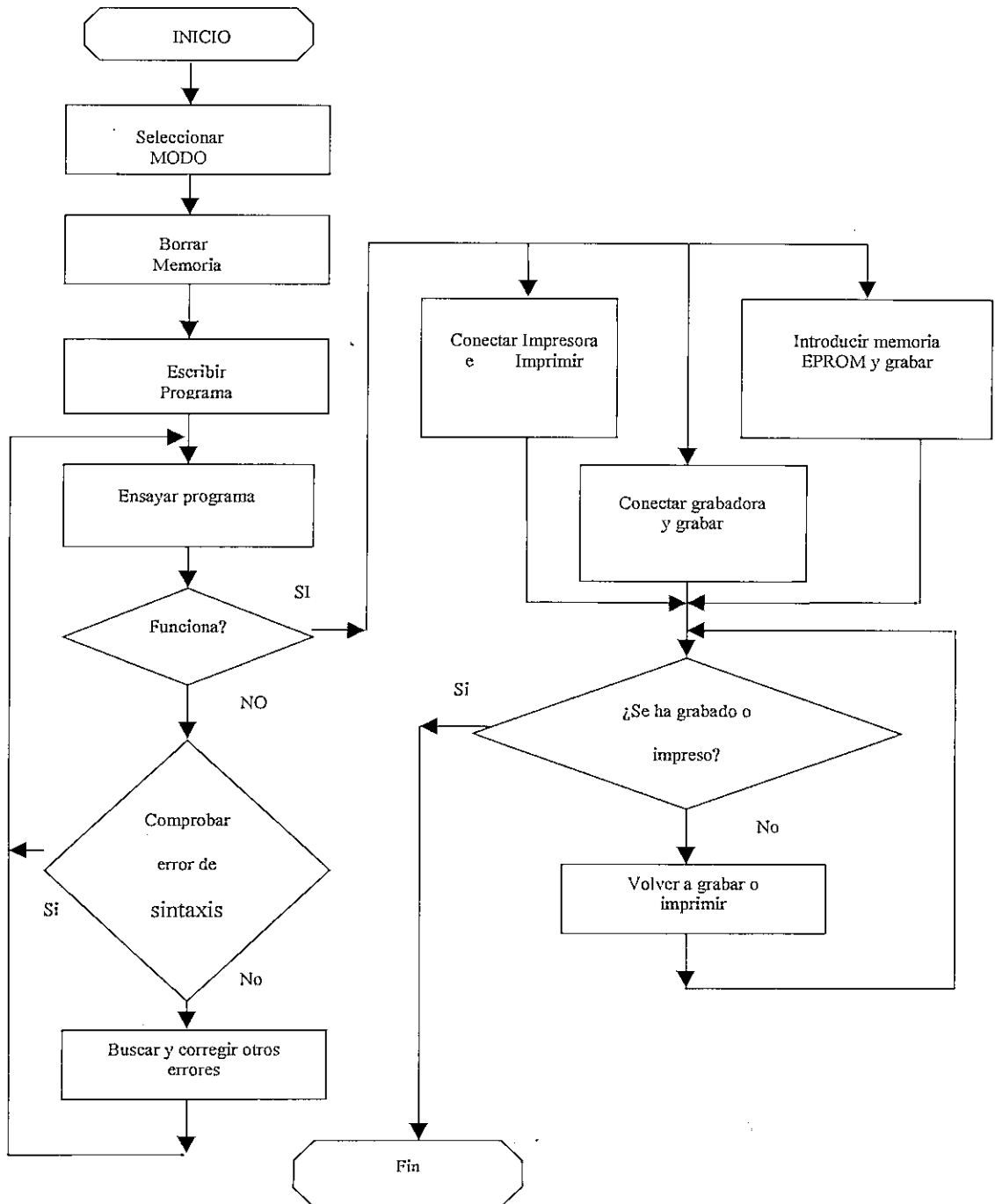


Figura 1.4: Organigrama de Programación

### **1.9.5- Almacenamiento de la información**

Como se sabe una de las ventajas del Autómata sobre la lógica cableada es la posibilidad de introducir, borrar y modificar los programas, pero también de poder grabarlos.

En procesos de producción periódicamente cambiantes, en donde programas abandonados vuelven al cabo del tiempo a ser puestos en funcionamiento, juega un papel importante la posibilidad de grabación y archivo de los mismos para su posible utilización en el futuro, bien con su configuración actual, bien con las correspondientes modificaciones.

Por ello, una vez realizado un programa, verificado y dispuesto para ponerlo en funcionamiento, es necesario grabarlo por alguno o algunos de los sistemas, de acuerdo a las disponibilidades con las que se cuente: Cassette, memorias, diskette, impresora, etc. También se debe crear un archivo de programas perfectamente identificables.

Es aconsejable utilizar dos sistemas: uno de ellos sería un archivo magnético y el otro, papel escrito por medio de impresora; este último es muy práctico en el caso de consulta sin necesidad de utilizar el Autómata dado que en él aparece tanto el esquema correspondiente al programa en el lenguaje en el que se haya programado, como el listado de instrucciones y la relación de temporizadores, contadores, etc. , empleados en el programa, con indicación de su número, tiempo (en el caso de temporizadores) y contadas, (en el caso de contadores), etc.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES DE LA PROGRAMACION DE UN PLC

#### 2.1- INTRODUCCIÓN A LOS RELÉS.

Para empezar a escribir un programa, primero se debe analizar como trabaja un “relé”.

Conociendo que el principal propósito de un PLC es reemplazar los relés reales por relés simulados mediante el software.

Se puede pensar que un relé es un interruptor electromagnético, debido a que al aplicar un voltaje a una bobina, este genera un campo electromagnético. Este campo magnético absorbe los contactos del relé para que estos provoquen una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como un interruptor. En consecuencia los contactos permiten fluir la corriente eléctrica entre dos puntos al cerrar el circuito.

El siguiente ejemplo nos ilustrará mejor lo arriba escrito. Se trata simplemente de cerrar un interruptor para activar un timbre. Para esto se necesitará tres dispositivos: un interruptor, un relé y un timbre. Cada vez que el interruptor se cierre, este hará sonar el timbre.

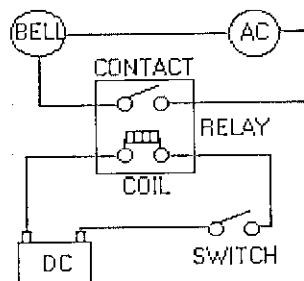


Figura 2.1: Ejemplo de circuito con Relé

En la figura se encuentran dos circuitos separados. La parte inferior de la figura 2.1 indica el circuito con corriente continua (DC), Y en la parte superior indica el circuito con corriente alterna (AC).

En este ejemplo se usa un relé alimentado con DC para controlar un circuito con (AC), la capacidad de trabajar con dos tipos de energía es uno de los mejores usos que se le puede dar a un relé. Cuando el interruptor está abierto no existe ninguna clase de corriente a través de la bobina del relé. Pero cuando el interruptor es cerrado, la bobina es alimentada con DC causando un campo magnético. Este provoca que los contactos del relé se cierren, permitiendo que AC fluya haciendo sonar el timbre.

### **2.1.1- Reemplazo de relés.**

Para indicar como un PLC reemplaza a los relés se utilizara el ejemplo del punto anterior con unas instrucciones básicas, claro que para una aplicación pequeña no es recomendable utilizar un PLC, debido al costo económico que este incluye.

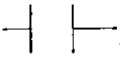

En primera parte es necesario crear es un diagrama ladder, debido a que un PLC no entiende un diagrama esquemático (eléctrico), el PLC solo reconoce un código. Afortunadamente la mayor parte de PLCs tienen software que les permite convertir los diagramas ladder a el código que ellos entiendan. Esta es la razón por la cual en esta tesis se dedicará este capítulo para entender las instrucciones del diagrama ladder.

También debemos conocer que un PLC no reconoce términos como interruptor, relé, timbre, etc. Por esto es necesario traducir todos estos términos al código que el PLC reconoce como es entradas, salidas, bobinas, contactos, etc.

Primero se reemplaza la batería con un símbolo. Este símbolo es común en todos los diagramas ladder. También se dibujara 2 barras llamadas bus bars. Son simplemente dos barras verticales, una indica la línea de voltaje, y la otra barra indica la línea de tierra. Para seguir graficando nuestro diagrama ladder tenemos que trabajar de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

En la tabla 2.1 se indica el resto de símbolos que se utiliza para realizar el diagrama ladder del ejemplo de la figura 2.1.

Tabla 2.1: Instrucciones utilizadas en el ejemplo de la figura 2.1.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Símbolo de contacto	Este símbolo se utiliza para reemplazar el interruptor, y representa las entradas del PLC.
	Símbolo de una salida(bobina)	Este símbolo se utiliza para reemplazar el timbre, y representa las salidas del PLC.

El suministro de AC es externo por lo que no es necesario ponerlo en el diagrama ladder.

El PLC se encarga de controlar cual entrada esta encendida y no de controlar cual está físicamente conectada.

El siguiente paso se debe dar una dirección a cada entrada y salida para que el PLC entienda a cual entrada o salida se refiere el usuario. Esta denominación de las entradas y salidas varía de PLC a PLC, pero para este ejemplo la entrada se llamará "0000" y la salida "500".

Finalmente se convierte la parte esquemática en una secuencia lógica de eventos. Esto es más fácil de lo que suena. El programa que se trata de desarrollar tiene que explicar al PLC que tiene que hacer si ocurre un evento. En este ejemplo el programa debe explicar al PLC que cuando un operador cierra el interruptor, obviamente el timbre debe sonar, pero el PLC no lo sabe.

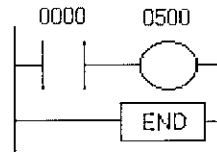


Figura 2.2: Diagrama ladder completo del ejemplo

La figura 2.2 es el diagrama final. Adviértase que se eliminó el relé con solamente un símbolo.

## 2.2- INSTRUCCIONES BÁSICAS.

En las siguientes líneas se estudiará algunas de las instrucciones básicas para poder desarrollar diagramas ladder sencillos.

### Instrucción load

La instrucción load (LD) es normalmente un contacto abierto. Algunas veces también es llamada examine if on (XIO). El símbolo para la instrucción load es el mostrado en la siguiente figura:

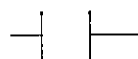


Figura 2.3: Símbolo Load (contacto)

Este símbolo es usado cuando la señal de una entrada que se necesite, esté presente.

Cuando la entrada física está encendida se dice que la instrucción es verdadera(true).

Si la entrada físicamente está encendida entonces esta instrucción será verdadera. El estado lógico de una condición es igual a 1 cuando esta es verdadera.

Este símbolo normalmente puede ser usado por contactos de: entradas internas, entradas externas y salidas externas. Se debe recordar que los relés físicamente no existen; solo existen los relés simulados por software.

### **Instrucción LoadBar**

La instrucción Load Bar es normalmente un contacto cerrado, también es llamado LoadNot o examine if closed (XIC), Su símbolo es la siguiente figura:



Figura 2.4: Símbolo LoadNot (Contacto normalmente cerrado)

Este símbolo es usado cuando la señal de una entrada que se necesite, no esta presente.

Cuando el estado de la señal de la entrada es apagado entonces esta instrucción será verdadera. El estado lógico de una condición falsa es igual a 0.

Este símbolo normalmente puede ser usado por contactos de: entradas internas, estradas externas y a veces por salidas externas. Esta instrucción es exactamente lo contrario de la instrucción Load.

\* NOTA- Con la mayoría de PLCs estas instrucciones (Load or Loadbar) deben ser lo primero en la parte izquierda de un diagrama ladder.

Tabla 2.2: Estado lógico de las instrucciones Load y LoadBar

Estado lógico	Load	LoadBar
0	False	True
1	True	False

### Instrucción Out

La instrucción Out es también llamada OutputEnergize. La instrucción output es como la bobina del relé. Su símbolo se muestra en la siguiente figura.



Figura 2.5: Símbolo OUT (bobina)

Cuando todas las instrucciones anteriores en un bloque ladder son verdaderas, entonces esta instrucción es verdadera. Cuando esta instrucción es verdadera físicamente está en estado de encendido. Se puede decir que esta instrucción es normalmente una salida abierta. Esta instrucción puede ser usada como bobinas internas y salidas externas.

## Instrucción Outbar

La instrucción Outbar es también llamada OutNot. Algunos fabricantes no incluyen esta instrucción en sus PLCs. Esta instrucción es como la bobina cerrada del relé. Su símbolo es como se indica en la siguiente figura:



Figura 2.6: Símbolo OUTBar (Bobina normalmente cerrada)

Cuando las instrucciones anteriores en un bloque ladder son falsas, entonces esta instrucción es verdadera. Si la instrucción es verdadera, entonces físicamente se encuentra en estado de encendido. Esta instrucción es como una salida cerrada. También es usada para bobinas internas y salidas externas. Es exactamente lo contrario de la instrucción Out.

Tabla 2.3: Estado lógico de las instrucciones Out y OutBar

Estado lógico	Out	OutBar
0	False	True
1	True	False

### 2.3- EJEMPLO SIMPLE.

Con el siguiente ejemplo se podrá ver las diferencias entre un diagrama ladder simple con un circuito utilizando un relé real.

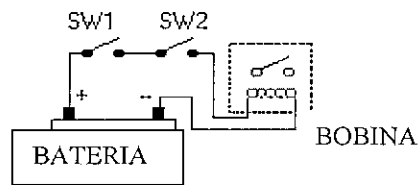


Figura 2.7: Circuito ejemplo simple

En el circuito de la figura 2.7, la bobina será energizada cuando se cierre el ciclo entre el terminal negativo y positivo de la batería. Se puede simular este circuito con un diagrama ladder. Un diagrama ladder consiste de uno o varios bloques. Cada bloque debe contener una o más entradas y una o más salidas. La primera instrucción de un bloque siempre debe ser una instrucción de entrada y la última instrucción debería ser una salida o su equivalente.

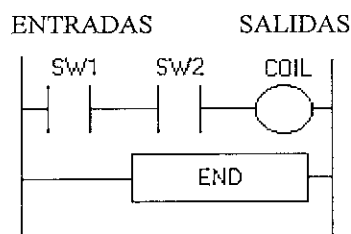


Figura 2.8: Diagrama ladder del circuito ejemplo

En el bloque del diagrama ladder de la figura 2.8: se ha recreado el circuito de arriba que incluía un relé externo, para esto se ha utilizado las instrucciones Load y Out. Algunas

marcas de PLCs requieren que todos los diagramas ladder incluyan la instrucción END en el último bloque.

## 2.4 ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DEL PLC

Para tratar de mejor manera este punto, se hará algunos cambios al ejemplo anterior, el interruptor 2 (SW2) cambia a un símbolo normalmente cerrado (instrucción Loadbar). SW1 estará físicamente en el estado de apagado (off) y SW2 se encontrará físicamente en el estado de encendido (on) inicialmente. El diagrama ladder se verá como el siguiente:

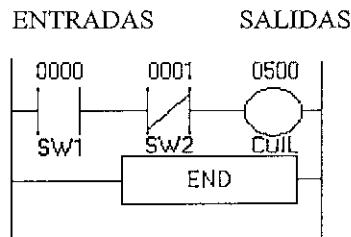


Figura 2.9: Diagrama ladder modificado

Note que ahora se ha dado a cada símbolo (o instrucción) una dirección. Esta dirección separa una cierta área de almacenamiento en los archivos de datos del PLC, para que el estado de la instrucción (true/false) pueda ser almacenado. La mayoría de PLCs utilizan 16 bits para el almacenamiento. En el ejemplo de la figura 2.9 se usa dos registros de almacenamiento diferentes:

Tabla 2.4: REGISTRO 00

15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
														1	0

Tabla 2.5: REGISTRO 05

15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
															0

En la tabla 2.4 se puede ver que el REGISTRO 00, bit 00 (entrada 0000) fue un 0 lógico y el bit 01 (entrada 0001) fue un 1 lógico. En la tabla 2.5 El REGISTRO 05 muestra el bit 00 ( salida 0500) fue un 0 lógico. El 0 o 1 lógico indica si una instrucción es verdadera o falsa (true or false).

Aunque la mayor parte de los espacios de las tablas arriba se encuentran en blanco, estos espacios deberían contener un 0, pero para una mejor explicación no se lo ha puesto.

Tabla 2.6 CONDICION LOGICA DE LOS SIMBOLOS LOAD LOADBAR OUT

BITS LOGICOS	LOAD	LOADBAR	OUT
0 Lógico	False	True	False
1 Lógico	True	False	True

El PLC da energía una salida solo cuando todas las condiciones del bloque en el diagrama ladder son verdaderas. Así, si se indica en la tabla 2.6, se ve que en el ejemplo anterior

SW1 tiene que ser un 1 lógico y SW2 debe ser un 0 lógico, para que la bobina se energice. Si una de las instrucciones anteriores a la salida (bobina) en el bloque, es falsa entonces la salida (bobina) también será falsa ( sin energía).

Ahora se examinará una tabla de verdad del programa anterior para ilustrar mejor este importante punto. La tabla 2.7 es tabla de verdad que indica todas las posibles combinaciones del estado de las dos entradas.

Tabla 2.7 Tabla de verdad del programa

Entradas	Salidas	Bits lógicos del Registro
----------	---------	---------------------------

SW1(LD)	SW2(LDB)	COIL(OUT)	SW1(LD)	SW2(LDB)	COIL(OUT)
<b>False</b>	True	False	0	0	0
False	False	False	0	1	0
True	True	True	1	0	1
True	False	False	1	1	0

Note en la tabla que la salida es verdadera cuando todas las instrucciones que le preceden son verdaderas.

## 2.5 UNA APLICACIÓN DE ALTO NIVEL

Luego de haber visto como trabajan los registros, ahora se analizará un programa, para entender como un programa es analizado por el PLC. Para esto hay que considerar la siguiente aplicación:

En esta aplicación se trata de controlar la distribución de aceite lubricante desde un tanque. Esto es posible usando dos sensores. Uno es colocado cerca del fondo y otro cerca de la superficie del tanque, como se muestra en la siguiente figura:

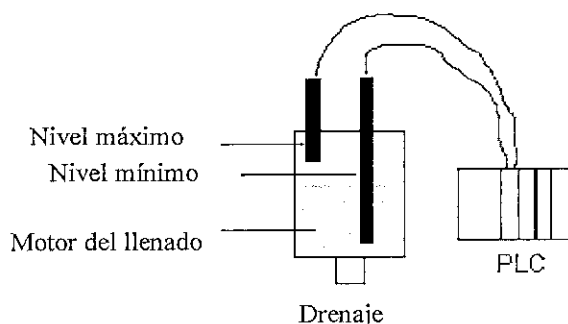


Figura 2.10: Aplicación de alto nivel (drenaje de aceite desde un tanque)

Como se puede ver en la figura 2.10, se trata de que el motor de llenado bombee aceite lubricante dentro del tanque, hasta que el sensor del nivel máximo se encienda. En ese punto se debe apagar el motor hasta que el nivel baje hasta el sensor del nivel mínimo. Entonces se debe encender nuevamente el motor y repetir el proceso.

Para esto se va a necesitar 2 entradas (los sensores) y una salida (el motor de llenado). Las dos entradas deben ser NC (normalmente cerradas). Cuando estas no estén inmersas en

el líquido estas estarán encendidas. Cuando las entradas estén inmersas en el líquido estas estarán apagadas.

Se debe dar a cada entrada y salida una dirección, que permitirá al PLC conocer donde están físicamente conectadas.

Las direcciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.8 Direcciones de las entradas y salidas utilizadas en la aplicación

Entradas	Direcciones	Salida	Dirección	Relé de utilidad interna
Mínimo	0000	Motor	0500	1000
Máximo	0001			

En la figura 2.12 se indica el diagrama ladder con las direcciones. En este ejemplo se ha utilizado un relé interno. Se puede usar los contactos de este relé cuantas veces sea requerido. En el ejemplo se usa dos veces para simular un relé con dos juegos de contactos. Recuerde que estos relés no existen físicamente en el PLC, sino que son bits en un registro, que se puede utilizar para simular un relé.

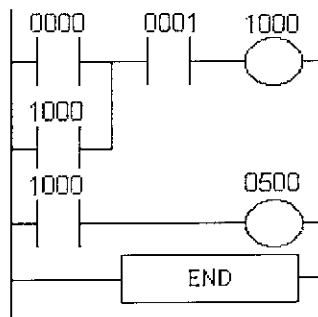


Figura 2.11: Diagrama ladder de aplicación con direcciones

También se debe recordar que la razón más común para utilizar un PLC en nuestras aplicaciones, es que nos permite reemplazar los relés reales con la utilidad de relés internos. El número de relés que contiene un PLC depende principalmente de la marca, algunas incluyen cientos, mientras otras incluyen miles y otras aún más. El factor que decide el número de relés es el número de entradas y salidas, ya que si necesitamos un número grande de salidas y entradas, también necesitaremos un número grande de relés internos.

Por esta razón es necesario antes de comprar un PLC, preguntar el número de relés internos que este contiene.

## 2.6- REVISION CICLICA DEL PROGRAMA.

A continuación se observará que acontece en cada lectura del programa que hace el PLC.

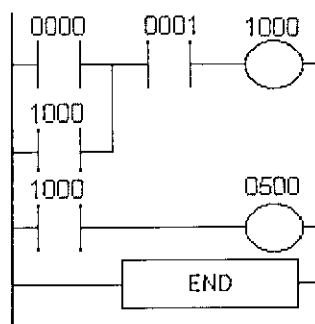


Figura 2.12: Estado inicial del programa

Inicialmente el tanque está vacío. Por esta razón, la entrada 0000 es verdadera (true) y la entrada 0001 también es verdadera.



interno. El relé 1000 está enclavando la salida (500) que está encendida. Esto permanecerá de esta manera hasta que no haya un camino lógico verdadero desde la izquierda hacia la derecha (cuando la entrada 0001 sea falsa)

Después de 1000 revisiones el nivel del aceite sube sobre el nivel del sensor del nivel máximo por consiguiente se habrá el tanque (false).

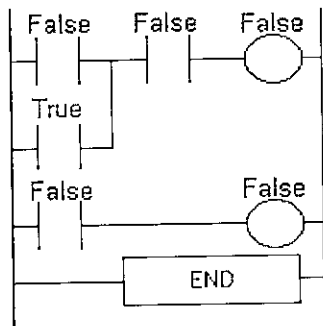


Figura 2.16: Ciclo 1001

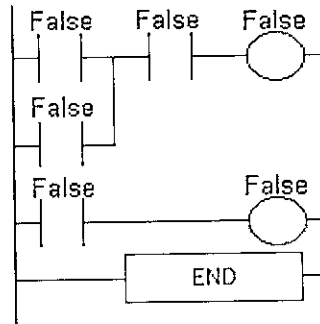


Figura 2.17: Ciclo 1002

Desde este punto ya no hay más caminos lógicos verdaderos, la salida 500 ya no es energizada (true), por esto el motor es apagado.

Después de 1050 Revisión el nivel del aceite cae bajo del sensor del nivel máximo y nuevamente la entrada 0001 es verdadera.

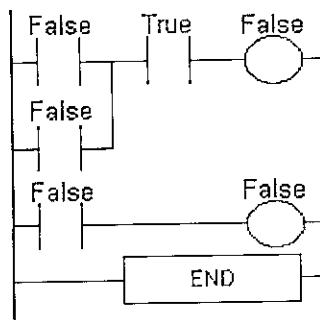


Figura 2.18: Ciclo 1050

Obsérvese que aunque el sensor del nivel máximo es verdadero, todavía no existe un camino lógico verdadero, debido a esto la bobina 1000 continua en falso.

Después de 2000 ciclos el nivel del aceite cae bajo el sensor del nivel mínimo y este pasa ha estado verdadero de nuevo. En este punto el camino lógico verdadero aparece como en el primer ciclo en la figura 2.12, así continuará cíclicamente con este proceso.

## **2.7- CONTADORES.**

Un contador es un dispositivo simple que simplemente cuenta. A menudo usar estos se convierte en un verdadero reto, por que cada fabricante, por alguna razón parece usar los contadores de diferentes maneras.

En las siguientes líneas, se espera dar la suficiente información para poder programar cualquier contador.

Hay diferentes clases de contadores: unos solo cuentan ascendentemente que son llamados CTU(count up), otros cuentan descendentemente y son llamados CTD(count down), y además existen otros que cuentan de las dos maneras y son llamados UDC(up-down counter).

Muchos PLCs tienen solamente uno o dos tipos de contadores, pero estos pueden ser usados para contar ascendente, descendente o de ambas maneras.

Para usar los contadores de debe conocer tres cosas:

1. De donde vienen los impulsos que se quiere contar. Típicamente vienen desde una de las entradas (Un sensor conectada a la entrada 0000 por ejemplo)
2. Cuantas pulsaciones se quiere contar antes de restablecer el contador (reset). Por ejemplo contar 12 botellas en cada jaba de alguna marca de gaseosas.
3. Donde y como se restablecerá el contador, para que este cuente nuevamente. Por ejemplo, después de contar 12 botellas se debe restaurar el contador.

Cuando el programa se está ejecutando en el PLC el programa típicamente despliega el valor acumulado actual para ver el estado del contador.

Típicamente los contadores pueden contar desde 0 hasta 9999, -32,768 hasta 32,767 o de 0 hasta 65535. Estos rangos se debe a que la mayor parte de PLCs trabajan con contadores de 16 bits.

A continuación se verá algunos de los símbolos de las instrucciones más utilizadas y como se usan estas.

Hay que recordar que existe una gran cantidad de fabricantes de PLCs, por esta razón se puede encontrar una variedad de contadores, pero la manera de usarlos es la misma generalmente. Si se puede configurar uno de ellos, también se podrá configurar cualquier otro.

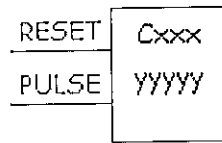


Figura 2.19: Contador

En este contador se necesita dos entradas:

La primera entrada es la entrada para restablecer el contador (reset). Cuando esta entrada se enciende el valor acumulado del contador regresa a cero.

La segunda entrada es la dirección donde las pulsaciones son contadas

Por ejemplo, si se quiere contar cuantas botellas pasan frente del sensor que físicamente se encuentra conectado a la entrada 0001, entonces se pondrá contactos normalmente abiertos con la dirección 0001 frente a la línea PULSE.

Cxxx es el nombre del contador. Si se quiere llamar al contador 000 entonces se debe colocar C000 allí.

yyyyy es el numero de pulsaciones que se quiere contar antes de realizar algún otro proceso. Si se quiere contar 12 botellas antes de encender físicamente la salida a un motor que retire la jaba, entonces se debería poner 12 en este parámetro. Si se quiere contar 100 botellas entonces se debería colocar 100, etc. Cuando el contador ha finalizado (ha contado

yyyy botellas) este encenderá un juego separado de contactos que se etiquetará Cxxx también.

## 2.8- TEMPORIZADORES (TIMERS)

Básicamente un temporizador es una instrucción que espera un determinado tiempo antes de realizar algún procedimiento.

Existe una gran cantidad de temporizadores, esto se debe a que existe una gran cantidad de fabricantes de PLCs. A continuación se analizará los más comunes:

- Temporizador de retardo de activación (On-Delay-Timer).- Este tipo de temporizador simplemente retarda la activación de una salida. En otras palabras, después de que una entrada se activa, se debe esperar una cantidad X de tiempo antes de activar una salida. Este es el temporizador más común, a menudo es llamado TON (timer on – delay), TIM (timer) or TMR (timer).
- Temporizador de retardo de desactivación (off-Delay-Timer).- Este tipo de temporizador es lo opuesto del temporizador de retardo de activación. Este temporizador simplemente retarda la desactivación de una salida. Después de que se activa una entrada, también se activa una salida. Pero la salida se desactivará luego de una X cantidad de tiempo, siempre y cuando la entrada no haya sido activada nuevamente. Este tipo de temporizador es menos común que el temporizador de retardo de activación, por esta razón algunos fabricantes no los incluyen en sus PLCs.

- Temporizador de acumulación.- Este tipo de temporizador necesita dos entradas. Una entrada empieza a cronometrar el evento y la otra lo restablece. Los temporizadores de retardo de activación o desactivación serían restablecidos si la entrada estuviese activada o desactivada durante el tiempo programado en el temporizador. Este temporizador sin embargo retiene el tiempo presente transcurrido cuando la entrada se desactiva, luego se puede revisar el tiempo total acumulado. Por ejemplo, se podría usar este temporizador, si se desea saber cuanto tiempo una entrada ha estado activada durante el periodo de una hora.

Para utilizar un temporizador, antes se tiene que hacer dos preguntas:

1. ¿Que es lo que va a habilitar el temporizador?. Típicamente esto es una entrada (un sensor conectado a la entrada 0000 por ejemplo).
2. ¿Cuánto tiempo se quiere retardar antes de reanudar el contador?. Por ejemplo, se puede esperar unos 30 segundos antes que se apague una lámpara.

Cuando las instrucciones antes del símbolo del temporizador son verdaderas, el temporizador activa el cronómetro. Cuando el tiempo ha transcurrido el temporizador cierra sus contactos automáticamente. Cuando el programa se esta ejecutando en el PLC, el PLC puede desplegar el tiempo transcurrido o acumulado, para que el usuario pueda ver el valor actual. Típicamente los temporizadores pueden marcar desde 0 a 9999 o de 0 a 65535 veces. El PLC utiliza estos números por que solo tiene temporizadores de 16 bits.

Típicamente cada fabricante de PLCs ofrecen diferentes marcas de tiempo. La mayoría ofrecen incrementos de 10 y 100ms (mili segundos).

En la figura 2.20 se muestra un símbolo típico de un temporizador, y se indica como trabaja este. Se puede encontrar varios tipos de temporizadores, pero básicamente se configuran igual.

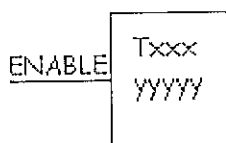


Figura 2.20: Temporizador

Este temporizador es de tipo de retardo de activación, y es llamado Txxx. Cuando la entrada ENABLE es activada, el temporizador empieza a cronometrar. Cuando el cronometro llega a yyyyy veces, este cerrara sus contactos que luego se podrán usar en el programa.

En la siguiente figura se tiene un ejemplo de diagrama ladder con un temporizador.

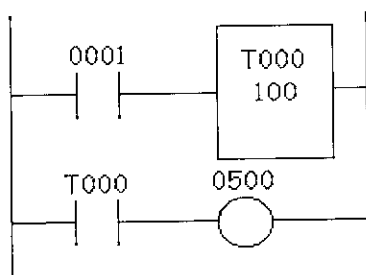


Figura 2.21: Diagrama ladder con temporizador

En este diagrama, cuando la entrada 0001 se active, el temporizador T000 empezará a cronometrar hasta llegar a 100 incrementos. Cada incremento es de 100ms, entonces el temporizador llegará a 10000ms (10 segundos). Cuando haya transcurrido 10 segundos, los contactos del temporizador T000 se cerraran y la salida 500 se activará. Cuando la entrada 0001 se desactive (false) el temporizador T000 regresará a 0 causando que sus contactos se abran, y por lo tanto la salida 500 se desactive también.

Un temporizador de acumulación es como el que se muestra en la siguiente figura:

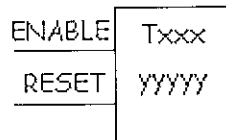


Figura 2.22: Temporizador de acumulación

Este temporizador es llamado Txxx. Cuando la entrada se activa el temporizador empieza a cronometrar. Cuando el temporizador llega hasta yyyyy veces, el temporizador cerrará sus contactos que el usuario utilizará en el programa. Hay que recordar que la duración de un incremento varia de acuerdo al fabricante del PLC. Y aunque la entrada se desactive, antes que el temporizador se haya completado, el valor se mantendrá. Cuando la entrada vuelva a activarse, el temporizador empezará desde donde se quedó cuando la entrada se desactivó. La única manera de retornar al valor fijado por el usuario es activando la entrada que restablece el temporizador.

En el siguiente diagrama ladder se puede ver como trabaja un temporizador de acumulación.

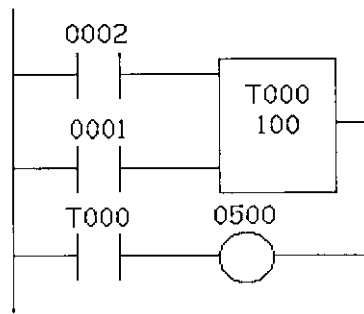


Figura 2.23: diagrama ladder con direcciones de la figura anterior

Cuando la entrada 0002 se active, el temporizador T000 empezará a cronometrar con incrementos de 10ms. Este llegará hasta 100 incrementos. Entonces el temporizador llegará hasta 1000ms (1 segundo). Cuando haya transcurrido 1 segundo, Los contactos del temporizador T000 se cerraran y la entrada 500 también se activará. Si la entrada 0002 se desactiva, el tiempo transcurrido será retenido. Cuando la entrada 0002 se active nuevamente, el temporizador empezará a cronometrar desde el tiempo que fue conservado en memoria, cuando la entrada se desactivó. Cuando la entrada 0001 se active, el temporizador T000 regresará su valor a 0, causando que sus contactos se cierren, por lo que la salida 500 también se desactivará.

## CAPITULO III

### PLC LOGO! RCL230

#### 3.1- GENERALIDADES

LOGO es un nuevo módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones electrónicas cotidianas con una confiabilidad decisivamente mayor y con menos gastos. LOGO es un equipo completo que convence, gracias a sus dimensiones compactas y ofrece un sin número de funciones usuales en la práctica.

##### 3.1.1- Versiones

###### **Versión estándar**

Es una unidad de manejo y visualización, con 6 entradas y 4 salidas, así como 14 funciones básicas y especiales integradas en un equipo. Y todo ello dentro de 72 (4 divisiones TE) x 90 x 55 mm.

###### **Variantes de LOGO! ..L...**

Es una unidad de operación e indicación, con 12 entradas y 8 salidas, 17 funciones básicas y especiales preparadas. Todo esto en un equipo de 126 (7TE) x 90 x 55 mm.

###### **Variantes de LOGO! ...LB11**

Es una unidad de operación e indicación, con 12 entradas y 8 salidas, conexión de bus opcional de ASi para 4 entradas y 4 salidas en el bus ASi adicionalmente y 17 funciones básicas y especiales preparadas. Todo esto en un equipo de 126 (7TE) x 90 x 55 mm.

### 3.1.2- Campos de aplicación

El PLC encuentra aplicación en todos los campos de la electrotecnia, por ejemplo:

1. En la técnica de instalaciones en edificios:
  - Para controlar el alumbrado
  - Persianas
  - Toldos
  - Portones y puertas
  - Accesos de personas
  - Barreras,
  - Instalaciones de calefacción y de ventilación, etc.
2. En la construcción de armarios de conexiones
3. En la construcción de máquinas pequeñas y aparatos:
  - Para controlar bombas
  - Motores
  - Prensas pequeñas
  - compresores, etc.
4. Para controles especiales de invernaderos, invernáculos, etc.
5. Para el procesamiento previo de señales en controles

Las aplicaciones pueden ser muchas y diversas, más aún, con el avance de la tecnología se consigue en el mercado nuevos dispositivos, los cuales se pueden vincular al PLC, dando como resultado una gran cantidad de aplicaciones, teniendo como límite sólo la imaginación.

### 3.1.3- Ventajas de la Utilización del PLC

- Es utilizable universalmente
- Contiene todo lo que se necesita en un solo equipo
- Contribuye a ahorrar espacio gracias a su tamaño extremadamente compacto: 72 (4 divisiones TE) x 90 x 55 mm
- Tiene distintos anchos de construcción con diversas cantidades de funciones para una adaptación óptima a sus necesidades
- Su operación es sencilla en el equipo mediante el panel de manejo y visualización integrado
- La introducción del circuito es sencilla, enlazando las 6 funciones básicas y las 8 (o 11) funciones especiales que ya lleva integradas
- Requiere mínimo despliegue de cableado
- Permite modificaciones flexibles sin complicados cambios de cableado mediante nuevo enlace de las funciones pulsando sencillamente una tecla
- El almacenamiento del circuito y los valores prescritos en una EEPROM interna, a prueba de cortes de tensión
- El almacenamiento de pruebas de fallos de tensión de datos actuales, se lo puede realizar con las diversas funciones especiales en las variantes de LOGO
- Reducción del despliegue de material, tiempo y gastos en comparación con las soluciones convencionales a base de componentes individuales
- Conexión directa a la tensión de alimentación (no se requiere fuente de alimentación)
- Protección y reproducción confortable del circuito a través de módulos de programa enchufables (tarjetas) opcionales

- Protección del Know-how de sus propios programas a través de salvarlos en un módulo de programa, el cual no puede ser cargado en LOGO para su procesamiento.
- Adicionalmente admite generar, reproducir, guardar y documentar el circuito en un PC

### 3.1.4- Acoplamiento del PLC LOGO

El PLC LOGO, es enganchado en una barra de sujeción de 35 mm de ancho. A tal efecto, es indiferente la posición en que queda montado LOGO (sin embargo, tras el montaje aún debería verse el display y poderse pulsar las teclas).

Después del montaje se debe cubrir los bornes, para evitar que puedan tocarse piezas del cableado conductoras de tensión.

### 3.2- OPERACIÓN DEL PLC LOGO

En la figura 3.1 se detallan las principales partes del PLC LOGO, para entender de mejor manera las siguientes páginas.

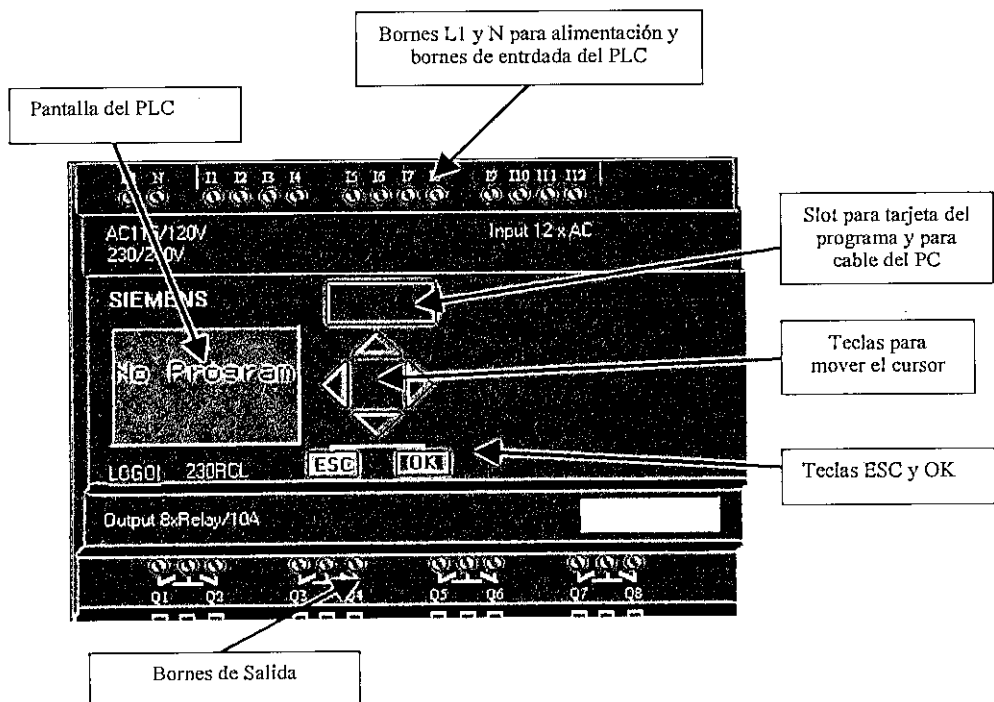


Figura 3.1: Partes del PLC LOGO! 230RCL

### 3.2.1- Reglas fundamentales para la operación

Para la introducción de programas existen algunas reglas sencillas:

#### **Pulsación doble Parametrización**

Al pulsar las teclas ESC y OK simultáneamente.

Mediante la pulsación doble, LOGO se conmuta a la clase de servicio 'Parametrización'.

Durante la clase de servicio 'Parametrización', sigue procesándose el programa en LOGO.

Se puede elegir las funciones siguientes:

- Ajustar la hora (Set Clock)
- Modificar parámetros (Set Param)

Mediante Set Param se puede modificar valores de los parámetros marcados con '+' en la clase de servicio 'Programación'. Los parámetros marcados con '-' no se visualizan y tampoco pueden ser modificados.

#### **Pulsación triple Programación**

Al pulsar las teclas de: hacia la derecha, izquierda y OK simultáneamente.

Mediante la pulsación triple el LOGO se conmuta, a la clase de servicio 'Programación'.

En esta clase de servicio, se puede introducir un circuito o modificar un circuito ya existente. Para LOGO, un circuito constituye un programa.

### 3.3- MODO DE PROGRAMACIÓN DE PLC LOGO

#### **Desde la salida hacia la entrada**

Se debe programar siempre desde la salida hacia la entrada. Los bloques funcionales nuevos deben conectarse siempre a la entrada de un bloque ya existente o directamente a una salida.

#### **Cursor subrayado:** Posicionar el cursor

Si se representa el cursor subrayado, se puede posicionarlo en un punto cualquiera del programa mediante las cuatro teclas del cursor.

#### **Cursor enmarcado:** Introducción

Si el cursor parpadea y se representa enmarcado, se puede elegir de los menús un bloque funcional o un cableado para una entrada. Se debe efectuar la elección mediante las teclas y se concluye siempre su introducción pulsando la tecla OK.

#### **ESC:** Retroceder un paso

Si se pulsa la tecla ESC, se retrocede siempre un paso en su introducción. Si LOGO ya no puede retroceder un paso, salta siempre al menú inmediatamente anterior.

Si al representarse el cursor subrayado se pulsa la tecla ESC, LOGO comprueba si el circuito está completo. Si ello no fuera así, LOGO muestra automáticamente las entradas no cableadas aún. Las entradas no cableadas están marcadas con un signo de interrogación. Se tiene que cablear todas las entradas para que el circuito esté completo. LOGO sólo almacena circuitos completos.

**OK:** Aceptar

Pulsando la tecla OK, se confirma una introducción.

### 3.3.1. Introducir un programa

Manera de introducir un programa nuevo:

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación (pulsación triple).
2. Elegir Program en el menú principal como se muestra en la figura 3.2. A tal efecto, se debe elegir la opción Program mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y se debe pulsar a continuación la tecla OK.

```
>Program..  
PC/Card..  
Start
```

Figura 3.2: Menú Principal

3. Luego elija Clear Prg en el menú de programación mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y pulsar a continuación la tecla OK. Aparecerá si o no, en el caso de escoger Yes borrara el contenido del PLC, en el caso de escoger NO, el PLC se mantendrá con la información anterior.

```
Clear Prg  
>No  
Yes
```

Figura 3.3: Menú de programación

4. Luego elija Edit Prg en el menú de programación mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y pulsar a continuación la tecla OK.
5. Luego de esto se visualiza la primera salida Q1. Ahora se puede introducir el circuito para la salida. Se debe pulsar la tecla OK.
6. Primero se debe elegir una de las listas Co , GF o SF pulse la tecla OK. El bloque de la respectiva función o el borne son intercalados en el programa. Si alguna vez no se pudiera elegir un nuevo bloque de función, quizás se haya excedido la capacidad del programa. Hay que tener en cuenta la capacidad de memoria requerida y los límites de programa, asimismo las reglas fundamentales para la operación.

### **3.3.2- Modificar un programa**

La modificación de un programa (un circuito) resulta muy sencilla mediante LOGO:

Se tiene que pasar a la clase de servicio Programación.

1. Elegir la opción Program en el menú principal. A tal efecto, elegir la opción Program mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y pulsar a continuación la tecla OK.
2. Elegir la opción Edit en el menú de programación. A tal efecto, elegir Edit Prg mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y pulsar a continuación la tecla OK.

Luego de este último paso se visualiza la primera salida Q1. Se debe llevar el cursor al punto donde se desea modificar algo. Después se pulsa la tecla OK y se introduce el nuevo cableado. Si se intercala un bloque nuevo, el bloque o la entrada conectados aquí hasta ahora se conectan a la entrada superior del nuevo bloque intercalado.

Observación:

Si se desea elegir un bloque para sustituir cierto bloque funcional por otro con una función diferente (p. ej. función O en vez de función Y), se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Sólo es posible sustituir bloques con la misma cantidad de entradas o con la misma cantidad de parámetros.

Considere asimismo las reglas fundamentales para la operación.

Si alguna vez no se pudiera elegir un nuevo bloque de función, podría ser quizás porque se haya aumentado demasiado el programa. Hay que tener en cuenta la capacidad de memoria requerida y los límites del programa.

### **3.3.3- Borrar un programa**

Manera de borrar un programa existente:

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación (pulsación triple).
2. Elegir Program en el menú principal. A tal efecto, elegir la opción Program mediante las teclas hacia arriba y hacia abajo y pulsar a continuación la tecla OK.
3. Elegir Clear Prg en el menú de programación.
4. Confirmar el borrado posicionando el cursor en Yes y pulsando entonces la tecla OK.

Luego de estos cuatro pasos el programa es borrado. Después de ello, se halla de nuevo en el menú de programación. Ahora se puede introducir un programa nuevo.

### **3.3.4- Introducir parámetros**

Se prevén los parámetros siguientes:

- Parámetro T: Retardos para funciones de temporización e instante de activación para el generador de reloj
- No1, 2, 3: Levas del reloj de temporización

- Par: Valor de cómputo para un contador
- Par en LOGO: Diversos parámetros en las funciones especiales de contador, contador de horas de servicio e conmutador de valor de umbral para frecuencias.

Ajuste del parámetro T en la clase de servicio Programación:

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación e introducir un circuito.
2. Posicionar el cursor en la entrada donde se halla el parámetro T.
3. Pulsar la tecla OK.

LOGO abrirá la ventana de parámetro, que tiene aproximadamente el aspecto siguiente:

```
    E01:T  
    T =00.00s+
```

Figura 3.4 Ventana de parámetro

En el primer renglón aparece el número de bloque y el nombre del parámetro.

En el segundo renglón aparece el valor actual del parámetro.

4. Introducir el valor para el parámetro.

Modificar el valor en el respectivo dígito mediante las teclas

Desplazar el cursor entre los distintos dígitos mediante las teclas

5. El parámetro debe poder visualizarse y modificarse en la clase de servicio

Parametrización:

Posicionar el cursor en '+' mediante las teclas

Modificar el ajuste mediante las teclas

‘+’: El parámetro se visualiza en la clase de servicio Parametrización y puede modificarse aquí.

‘-’: El parámetro no se visualiza ni puede modificarse en esta clase de servicio.

#### 6. Concluir su introducción:

Confirmar la introducción pulsando la tecla OK.

Rechazar la introducción pulsando la tecla ESC.

Visualizar y modificar parámetros en la clase de servicio Parametrización

### 3.3.5 Mostrar y ocultar parámetros en la clase de servicio Parametrización

En la clase de servicio Parametrización se puede visualizar y modificar parámetros.

Si se desea evitar que un parámetro se visualice y pueda ser modificado, tiene que identificar el mismo en el programa.

Manera de ocultar un parámetro:

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación pulsación triple
2. Elegir Program y pulsar la tecla OK
3. Elegir Edit Prg y pulsar la tecla OK
4. Llevar el cursor al punto del programa donde aparecerá el parámetro y pulse la tecla OK
5. Ubicar el cursor en + dentro de la ventana de parámetro
6. Pulsar la tecla, y aparecerá el signo -
7. Pulsar la tecla OK

Resultado: El parámetro ya no es visualizado en la clase de servicio Parametrización.

### **3.3.6- Visualizar y modificar parámetros en la clase de servicio Parametrización**

1. Conmutar LOGO mediante la pulsación doble a la clase de servicio Parametrización.
2. Posicionar el cursor en Param.
3. Pulsar la tecla OK.
4. LOGO abrirá la primera ventana de parámetro,
5. Posicionar otros parámetros mediante las teclas y pulse la tecla OK para elegir el parámetro que se desee modificar.
6. Pulsar la tecla OK. El cursor saltará al primer dígito del parámetro.
7. Desplazar el cursor entre los distintos dígitos mediante las teclas y modifique el valor en el dígito donde se halla el cursor.
8. Concluir la introducción:  
  
Confirmar la introducción pulsando la tecla OK.  
  
Rechazar la introducción pulsando la tecla ESC.
9. Abandonar la ventana de parámetro pulsando la tecla ESC.
10. Abandonar la clase de servicio Parametrización pulsando la tecla ESC.

### **3.3.7- Conmutar LOGO! a la clase de servicio PC/LOGO**

En la clase de servicio PC/LOGO es posible intercambiar datos entre un PC y LOGO!.

#### **3.3.7.1- Manera de ajustar LOGO! a la clase de servicio PC«LOGO:**

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación mediante la pulsación triple
2. Elegir PC/Card en el menú principal y pulsar la tecla OK
3. Elegir PC«LOGO en el menú PC/Card y pulsar la tecla OK

Resultado:

LOGO! muestra en el cuadro de visualización:

PC«LOGO

Stop?

Press ESC

### 3.3.7.2- Copiar un programa en un módulo de programa (tarjeta)

Si se ha introducido un programa en LOGO, se puede copiarlo también en un módulo de programa a fin de reproducirlo.

### 3.3.7.3- Manera de copiar un programa desde LOGO! en un módulo de programa (tarjeta):

- 1 Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación (pulsación triple)
- 2 Enchufar el módulo de programa en el receptáculo correspondiente
3. Elegir PC/Card en el menú principal y pulsar la tecla OK
4. Elegir LOGO@Card en el menú PC/Card y pulsar la tecla OK

Resultado: LOGO copiará el programa en el módulo de programa. Mientras LOGO está copiando, parpadea un '#' en la parte inferior derecha del display. Tras terminar el parpadeo, LOGO ha acabado de copiar y regresa al menú de programación.

5. Esperar que termine el parpadeo de '#'

Ahora se puede retirar el módulo de programa y enchufar otro módulo para copiar nuevamente el programa.

### **3.3.7.4- Copiar un programa del módulo de programa (tarjeta) en LOGO!**

Se debe tener un módulo de programa (tarjeta) con su respectivo programa.

Se puede copiar el programa en LOGO! de dos maneras:

- Automáticamente tras la conexión de LOGO (red desc./red con.) o bien
- A través del menú PC/Card de LOGO

### **3.3.7.5- Copiado automático al conectar LOGO**

1. Desconectar la tensión de alimentación de LOGO
2. Enchufar el módulo de programa en el receptáculo correspondiente
3. Conectar nuevamente la tensión de alimentación para LOGO

Resultado: LOGO copia el programa desde el módulo de programa (tarjeta) en la memoria de LOGO. Mientras LOGO está copiando, parpadea un '#' en la parte inferior derecha del display. Tras terminar el parpadeo, LOGO ha acabado de copiar y vuelve a hallarse en el estado RUN.

### **3.3.7.6- Copiado a través del menú PC/Card de LOGO**

Se puede también copiar un programa del módulo de programa (tarjeta) en LOGO:

1. Conmutar LOGO a la clase de servicio Programación (pulsación triple)
2. Enchufar el módulo de programa en el receptáculo correspondiente.
3. Elegir PC/Card en el menú principal y pulsar la tecla OK
4. Elegir Card@LOGO en el menú PC/LOGO! y pulsar la tecla OK

Resultado: LOGO copia el programa desde el módulo de programa (tarjeta) en la memoria de LOGO!. Mientras LOGO está copiando, parpadea un '#' en la parte inferior derecha del display. Tras terminar el parpadeo, LOGO ha acabado de copiar y regresa al menú de programación.

### 3.3.7.7- Conectar LOGO

Cuando se conecta LOGO (es decir, tras aplicar tensión al mismo), LOGO reacciona como sigue:

1. LOGO comprueba si el módulo de programa contiene un programa.
2. Si existe un programa válido, LOGO lo copia automáticamente desde el módulo de programa en la memoria de LOGO! y lo almacena aquí a prueba de cortes de la red.  
Si no existe ningún programa o no hay enchufado ningún módulo de programa (estando recubierto el receptáculo), LOGO opera con el programa interno almacenado.
3. LOGO opera con el programa copiado o con el que lleva almacenado.
4. Si LOGO no cuenta con un programa válido, se visualiza en el display: No Program.

### 3.3.7.8- Conectar un PC a LOGO

Para poder conectar un PC al PLC LOGO, se requiere el cable de PC para PLC LOGO. Este cable se obtiene en el comercio especializado de electrotecnia.

Se procede como sigue:

1. Enlazar el PC con el PLC LOGO a través del cable de PC para PLC LOGO
2. Conectar la tensión de alimentación para el PLC LOGO. El LOGO pasa automáticamente a la clase de servicio PC/LOGO si está enchufado el cable de PC.
3. Indicar a LOGO!Soft en qué interfase serie de PC va a conectarse el cable de PC para LOGO al PC a través de LOGO! -> Establecer enlace .

O bien, si LOGO ya está conectado:


1. Enlazar el PC con LOGO a través del cable de PC para LOGO

2. Conmutar LOGO a la clase de servicio PC/LOGO .
3. Indicar a LOGO!Soft en qué interfase serie de PC va a conectarse el cable de PC para LOGO al PC a través de LOGO! -> Establecer enlace .

Ahora se puede transferir desde LOGO!Soft programas a LOGO (LOGO!-->PC) o cargar programas de LOGO en el PC (PC-->LOGO!).


### **3.3.7.9- LOGO!-->PC**

Mediante LOGO-->PC se copia el programa de LOGO! en el PC. El programa recibe automáticamente el nombre UPLOAD.LGO.

Elegir en el menú LOGO la opción LOGO-->PC o dar clic en el símbolo  o pulsar las teclas Ctrl + U. Introducir en la ventana abierta un nuevo nombre de fichero o confirmar la aceptación de un nombre predeterminado.

### **3.3.7.10- PC-->LOGO!**

Mediante PC-->LOGO! de programa se puede copia el programa recién cargado desde el PC hacia LOGO.

Elija en el menú LOGO la opción PC-->LOGO! o dar clic en el símbolo  o pulsar las teclas Ctrl + D.

### **3.3.7.11- Establecer enlace**

Antes de que se pueda intercambiar datos con LOGO!, se debe ajustar en LOGO!Soft la interfase serie del PC donde se va a conectar el cable de PC para LOGO!.

Elegir en el menú LOGO la opción Establecer enlace. LOGO!Soft abre la ventana siguiente:

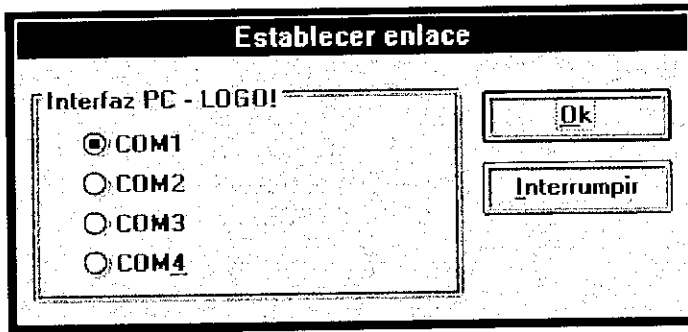


Figura 3.5 Establecer enlace

Elegir la interfase serie del PC donde está conectado el cable de PC para LOGO y seguidamente hacer clic en el botón OK.

### 3.4- DATOS TECNICOS

#### 3.4.1- LOGO! 230RC

- Requiere una alimentación de 115/120 V c.a. ó 230/240 V c.a. con una frecuencia de red comprendida entre 47 y 63 Hz

Consumo:

- típico 40 mA para 115/120 V c.a.
- típico 26 mA para 230/240 V c.a.

Potencia disipada:

- típico 2,5 W para 115/120 V c.a.

- típico 3 W para 230/240 V c.a.
- Compensa fallas de tensión durante
  - típico 10 ms para 115/120 V c.a.
  - típico 20 ms para 230/240 V c.a.
- Posee 6 entradas digitales con una tensión nominal idéntica a la de la fuente de alimentación

(Nota: Cerciorarse de que las entradas y la fuente de alimentación están conectadas a la misma fase, a fin de cumplir la norma DIN VDE 0631)

Las entradas reconocen el estado 0 con una tensión comprendida entre 0 y 40 V c.a. y el estado 1 con una tensión comprendida entre 79 V y 265 V c.a. A 230 V. La corriente de entrada es inferior a 0,24 mA. El retardo tras el que se detecta un cambio del estado es de 50 ms.

- posee 4 salidas de relé de hasta 240 V , estos relés permiten :
  - conmutar 2 A como máximo con carga inductiva o capacitiva y
  - conmutar 8 A como máximo con carga óhmica.

Las salidas pueden conectarse a distintas fases o distintas redes (red de 24 V). Ud. tiene que proteger las salidas contra cortocircuitos externos.

- lleva integradas las siguientes funciones básicas:
  - Y, O, Y-NEGADA, INVERSO, O-NEGADO, O-EXCLUSIVO
- lleva integradas las siguientes funciones especiales:
  - Retardo de activación
  - Retardo de desactivación
  - Relé de impulsos de corriente
  - Relé de automantenimiento

- Generador de reloj
- Retardo de activación almacenable
- Contador progresivo/regresivo
- incluye un reloj con una reserva de marcha típica de 80 horas. Esto quiere decir que el reloj sigue funcionando aunque la alimentación se interrumpa durante 80 horas.

### 3.4.2- LOGO! 230R

- requiere una alimentación de 115/120 V c.a. ó 230/240 V c.a. con una frecuencia de red comprendida entre 47 y 63 Hz

Consumo:

- típico 40 mA para 115/120 V c.a.
- típico 26 mA para 230/240 V c.a.

Potencia disipada:

- típico 2,5 W para 115/120 V c.a.
- típico 3 W para 230/240 V c.a.

- compensa fallas de tensión durante
  - típico 10 ms para 115/120 V c.a.
  - típico 20 ms para 230/240 V c.a.
- posee 6 entradas digitales con una tensión nominal idéntica a la de la fuente de alimentación

(Nota: Cerciorarse de que las entradas y la fuente de alimentación están conectadas a la misma fase, a fin de cumplir la norma DIN VDE 0631)

Las entradas reconocen el estado 0 con una tensión comprendida entre 0 y 40 V c.a. y el estado 1 con una tensión comprendida entre 79 V y 265 V c.a. A 230 V. La corriente

de entrada es inferior a 0,24 mA. El retardo tras el que se detecta un cambio del estado es de 50 ms.

- posee 4 salidas de relé de hasta 240 V

Estos relés permiten

- conmutar 2 A como máximo con carga inductiva o capacitiva y
- conmutar 8 A como máximo con carga óhmica.

Las salidas pueden conectarse a distintas fases o distintas redes (red de 24 V). Ud. tiene que proteger las salidas contra cortocircuitos externos.

- lleva integradas las siguientes funciones básicas:
  - Y, O, Y-NEGADA, INVERSO, O-NEGADO, O-EXCLUSIVO
- lleva integradas las siguientes funciones especiales:
  - Retardo de activación
  - Retardo de desactivación
  - Relé de impulsos de corriente
  - Relé de automantenimiento
  - Generador de reloj
  - Retardo de activación almacenable
  - Contador progresivo/regresivo
- no cuenta con reloj interno ni con reloj de temporización (éstos se incluyen en LOGO! 230RC)

### 3.4.3- LOGO! 24R

- requiere una alimentación de 24 V c.c. (20,4 a 28,8 V)

El consumo a 24 V es de 70 mA.

La potencia disipada es de típico 1,8 W

- compensa fallas de tensión durante típico 5 ms para 24 V c.c.
- posee 6 entradas digitales de 24 V c.c. con una corriente de entrada de unos 3 mA

Las entradas reconocen el estado 0 con una tensión comprendida entre 0 y 5 V c.c. y el estado 1 con una tensión mayor de 15 V c.c. El retardo tras el que se detecta un cambio del estado es de unos 50 ms.

- posee 4 salidas de relé de hasta 240 V

Estos relés permiten

- conmutar 2 A como máximo con carga inductiva o capacitiva y
- conmutar 8 A como máximo con carga óhmica.

Las salidas pueden conectarse a distintas fases o distintas redes (red de 24 V). Ud. tiene que proteger las salidas contra cortocircuitos externos.

- lleva integradas las siguientes funciones básicas:
  - Y, O, Y-NEGADA, INVERSO, O-NEGADO, O-EXCLUSIVO
- lleva integradas las siguientes funciones especiales:
  - Retardo de activación
  - Retardo de desactivación
  - Relé de impulsos de corriente
  - Relé de automantenimiento
  - Generador de reloj
  - Retardo de activación almacenable
  - Contador progresivo/regresivo

#### 3.4.4- LOGO! 24

- requiere una alimentación de 24 V c.c. (20,4 a 28,8 V)

El consumo a 24 V es de aprox. 1,23 A (a plena carga de las salidas).

La potencia disipada es de típico 1,8 W

- compensa fallas de tensión durante típico 20 ms para 24 V c.c.
- posee 6 entradas digitales de 24 V c.c. con una corriente de entrada de unos 3 mA

Las entradas reconocen el estado 0 con una tensión comprendida entre 0 y 5 V c.c. y el estado 1 con una tensión mayor de 15 V c.c. El retardo tras el que se detecta un cambio del estado es de unos 50 ms.

- posee 4 salidas de transistor digitales

Valor nominal 24 V/0,3 A, tipo conmut. p, protegido electrónicamente contra cortocircuitos de hasta 1 A

Máxima frecuencia de conmutación 10 Hz

- lleva integradas las siguientes funciones básicas:
  - Y, O, Y-NEGADA, INVERSO, O-NEGADO, O-EXCLUSIVO
- lleva integradas las siguientes funciones especiales:
  - Retardo de activación
  - Retardo de desactivación
  - Relé de impulsos de corriente
  - Relé de automantenimiento
  - Generador de reloj
  - Retardo de activación almacenable
  - Contador progresivo/regresivo

### 3.5- FUNCIONES DE LOGO

Para la introducción de bloques y bornes se ofrecen las funciones siguientes:

- Bornes (Co)
- Funciones básicas (GF)
- Funciones especiales (SF)

### 3.5.2- Funciones básicas GF

#### 3.5.2.1- Y (AND)

Una función inverso or NOT se representa en la figura 3.6, también se puede ver su esquema de circuitos.

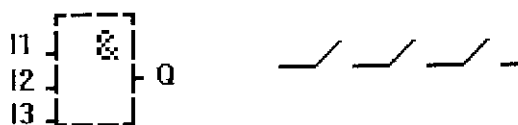


Figura 3.6: Función AND y su esquema de circuitos

Para LOGO se trata de una función Y. He aquí el símbolo se puede ver en la figura 3.6.

Este bloque se denomina Y porque la salida Q de Y sólo ocupa el estado 1 cuando I1 e I2 e I3 tienen el estado 1, es decir, cuando están cerrados.

Tabla lógica para el bloque Y

I1	I2	I3	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Para el bloque Y rige:  $x = 1$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.2.2- O (OR)

Una función inverso or OR se representa en la figura 3.7, también se puede ver su esquema de circuitos.



Figura 3.7: Función OR y su esquema de circuitos

Para LOGO se trata de una función O. He aquí el símbolo correspondiente:

Este bloque se denomina O porque la salida Q de O siempre ocupa el estado 1 cuando I1 o I2 o I3 tienen el estado 1, es decir, cuando están cerrados (o sea, por lo menos una entrada debe tener el estado 1).

Tabla lógica para el bloque O

I1	I2	I3	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Para el bloque O rige:  $x = 0$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.2.3- INVERSO (NOT)

Una función inverso or NOT se representa en la figura 3.8, también se puede ver su esquema de circuitos.



Figura 3.8: Función NOT y su esquema de circuitos

Este bloque se denomina INVERSO porque la salida Q1 ocupa el estado 1 cuando la entrada tiene el estado 0, es decir, que INVERSO invierte el estado en la entrada.

Ejemplo de la ventaja que supone INVERSO: Para LOGO ya no se necesita ningún contacto de apertura, pues basta con utilizar un contacto de cierre y convertirlo en uno de apertura mediante el bloque INVERSO.

Tabla lógica para el bloque INVERSO

I1	Q
0	1
1	0

Para el bloque INVERSO rige:  $x \neq 1$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.2.4- Y-NEGADA

En la figura 3.9 se indica la función Y negada (NAND) que se puede representar como la conexión en paralelo de varios contactos de apertura.

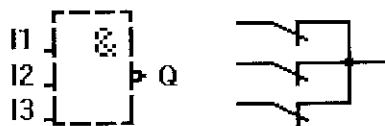


Figura 3.9 Función NAND y su esquema de circuitos

Este bloque se denomina Y-NEGADA porque la salida Q de Y-NEGADA sólo ocupa el estado 0 cuando I1 e I2 e I3 tienen el estado 1, es decir, cuando están cerrados.

Tabla lógica para el bloque Y-NEGADA

I1	I2	I3	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Para el bloque Y-NEGADA rige:  $x = 1$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.2.5- O-NEGADO

Para LOGO se trata de una función O-NEGADO, en la figura 3.10 se puede ver su representación para logo y su descripción en conexión en serie de varios contactos de apertura.

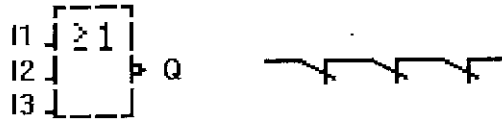


Figura 3.10: función NOR y su esquema de circuitos

La salida de O-NEGADO sólo está activada (estado 1) cuando están desactivadas todas las entradas (estado 0). Tan pronto como se active alguna de las entradas (estado 1), es desactivada la salida.

Este bloque se denomina O-NEGADO porque la salida Q de O-NEGADO sólo ocupa el estado 1 cuando todas las entradas tienen el estado 0. Tan pronto como alguna de las entradas ocupe el estado 1, la salida de O-NEGADO tiene el estado 0.

Tabla lógica para el bloque O-NEGADO

I1	I2	I3	Q
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Para el bloque O-NEGADO rige:  $x = 0$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.2.6- O-EXCLUSIVO

Un circuito O exclusivo está formado por la conexión en serie de 2 alternadores. Para LOGO se trata de una función O-EXCLUSIVO y se representa en la figura 3.11.

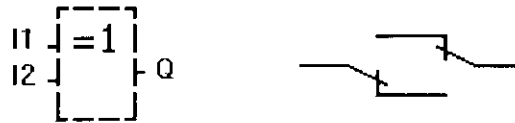


Figura 3.11: Función OR Exclusivo y su esquema eléctrico

La salida de O-EXCLUSIVO ocupa el estado 1 cuando las entradas tienen estados diferentes.

Tabla lógica para el bloque O-EXCLUSIVO

I1	I2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Para el bloque O-EXCLUSIVO rige:  $x = 0$

(x significa que la entrada no se utiliza)

### 3.5.3- Funciones especiales SF

#### 3.5.3.1- Retardo de activación



Figura 3.12 Esquema de circuito y la representación en logo de la función de retardo a la activación

**Entrada Trg** A través de la entrada Trg (abreviatura de trigger) se inicia el tiempo para el retardo de activación

**Parámetro T** T es el tiempo (Tiempo T) tras el que debe activarse la salida (la señal de salida pasa de 0 a 1)

**Salida Q** Q se activa al transcurrir el tiempo T parametrizado, si está activada aún

Trg.

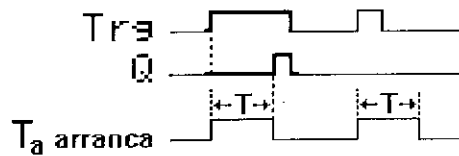


Figura 3.13: Diagrama de temporización de la función de retardo a la activación

Al pasar de 0 a 1 el estado en la entrada Trg se inicia el tiempo  $T_a$  ( $T_a$  es la hora actual en LOGO). Si el estado de la entrada Trg permanece lo suficiente en 1, la salida es conmutada a 1 al terminar el Tiempo T (la salida es activada posteriormente a la entrada).

Si el estado en la entrada Trg pasa nuevamente a 0 antes de terminar el tiempo T, vuelve a reponerse el tiempo.

La salida se repone nuevamente a 0 si la entrada Trg se halla en el estado 0.

Tras un corte de red se repone nuevamente el tiempo ya transcurrido.

### 3.5.3.2- Retardo de desactivación

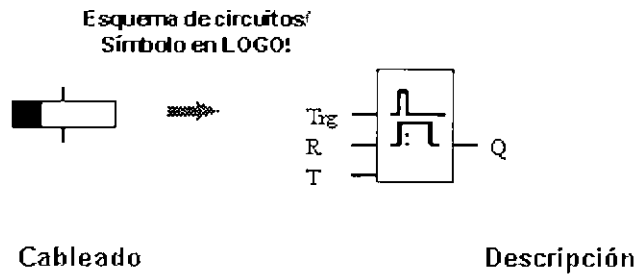


Figura 3.14: función de retardo de desactivación

**Entrada Trg** Con el flanco descendente (cambio de 1 a 0) en la entrada Trg (Trg es la abreviatura de Trigger) se inicia el tiempo para el retardo de desactivación.

**Entrada R** A través de la entrada R (reset) se repone el tiempo para el retardo de desactivación y se conmuta la salida a 0 (la reposición tiene prioridad ante Trg)

**Parámetro T** T es el tiempo (Tiempo T) tras el que debe desactivarse la salida (la señal de salida pasa de 1 a 0)

Salida Q Q se activa al transcurrir el tiempo T parametrizado, si está activada aún Trg.

### 3.5.3.3- Relé de impulsos de corriente

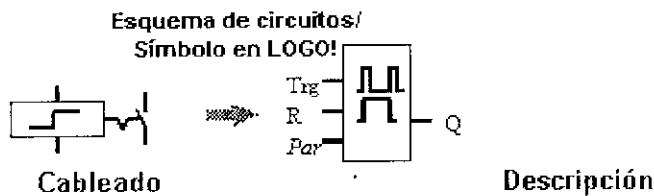


Figura 3.15: Relé de impulsos de corriente

Entrada Trg A través de la entrada Trg (abreviatura de trigger) se activa y desactiva la salida Q.

Entrada R A través de la entrada R (reset) se repone el relé de impulsos de corriente y se conmuta la salida a 0 (la reposición tiene prioridad ante Trg).

Parámetro Par se prevé sólo en las variantes de LOGO!...-L...Este parámetro permite activar y desactivar la remanencia. Rem: off = sin remanencia on = estado almacenable con remanencia

Salida Q Q se activa con Trg y se desactiva con la próxima Trg.

### 3.5.3.4- Reloj de temporización

El reloj de temporización se prevé sólo en las variantes de LOGO! con la designación C (abreviatura de clock = reloj). p. ej. LOGO! 230 RC.

Cada reloj de temporización cuenta con 3 levas.

Representación del bloque para el reloj de temporización:



Fihura 3.16: reloj de temporización:

Parámetros No1, No2, No3

A través de los parámetros No, ajusta Ud. los instantes de activación y desactivación para cada una de las "levas" del reloj de temporización (vea también Ajustar el reloj de temporización)

He aquí la ventana de parámetro para una leva:

B01:No1

Day= Mo + Día de la semana (Mo = lunes); + vea Mostrar y ocultar parámetros

On =06:00 Instante de activación (6:00 horas)

Off=09:00 Instante de desactivación (19:00 horas)

Día de la semana

Ajustes posibles para el día de la semana:

Su Domingo

Mo Lunes

Tu Martes

We Miércoles

Th Jueves

Fr      Viernes

Sa      Sábado

Mo..Fr Cualquier día de lunes a viernes

Mo..Sa Cualquier día de lunes a sábado

Mo..Su Cualquier día de lunes a domingo (o sea, todos los días)

Sa..Su Sábado y domingo

(Nota: Para los días de la semana empleamos las respectivas abreviaturas internacionales)

Instante de activación

Cualquier instante entre las 00:00 y las 23:59 horas

--:-- significa sin activación

Instante de desactivación

Cualquier instante entre las 00:00 y las 23:59 horas

--:-- significa sin desactivación

Acumulación de la hora

En LOGO! 230RC sigue funcionando el reloj incluso si se interrumpiera la tensión de red, es decir, que el reloj cuenta con una reserva de marcha. La duración de esta reserva en LOGO! 230 RC depende de la temperatura ambiente. Para una temperatura ambiente de 25° C, la reserva de marcha es de 80 horas.

Superposición de levas

A través de las levas determina Ud. los instantes de activación y de desactivación. En un instante de activación, el reloj de temporización conecta la salida si ésta no estuviera aún conectada. En un instante de desactivación, el reloj desconecta la salida si ésta no estuviera aún desconectada.

Prioridad

Si se indica para un reloj un instante de activación y uno de desactivación a la misma hora, pero en levass diferentes, es contradictorio el instante de activación/desactivación. En tal caso, la leva No3 tiene prioridad sobre la leva No2 y ésta -a su vez- sobre la leva No1.

### **Reloj de temporización: ejemplos**

El reloj permite combinar discrecionalmente varios instantes de activación/desactivación.

He aquí algunos ejemplos:

#### Ejemplo 1

La salida del reloj debe estar activada cada lunes entre las 8:00 y las 13:00 horas:

B01:No1

Day=Mo

On =08:00

Off=13:00

#### Ejemplo 2

La salida del reloj debe estar activada cada día de las 8:00 a las 13:00 horas y de las 15:00 a las 18:30 horas. A tal efecto, necesita Ud. 2 levass:

B01:No1

Day=Mo..Su

On =08:00

Off=13:00

B01:No2

Day=Mo..Su

On =15:00

Off=18:30

### Ejemplo 3

La salida del reloj debe estar activada diariamente desde el lunes al sábado de las 8:00 a las 13:00 horas y de las 15:00 a las 18:30 horas. Además, la salida debe estar activada los domingos entre las 11:00 y las 15:00 horas. A tal efecto, necesita Ud. 3 levadas:

B01:No1

Day=Mo..Sa

On =08:00

Off=13:00

B01:No2

Day=Mo..Sa

On =15:00

Off=18:30

B01:No3

Day=Su

On =11:00

Off=15:00

### Ejemplo 4

La salida del reloj debe activarse el lunes a las 22.00 horas y desactivarse el martes a las 6.00 horas:

B01:No1

Day=Mo

On =22:00

Off=---.--

B01:No2

Day=Tu

On =---:--

Off=06:00

### 3.5.3.5- Relé con automantenimiento

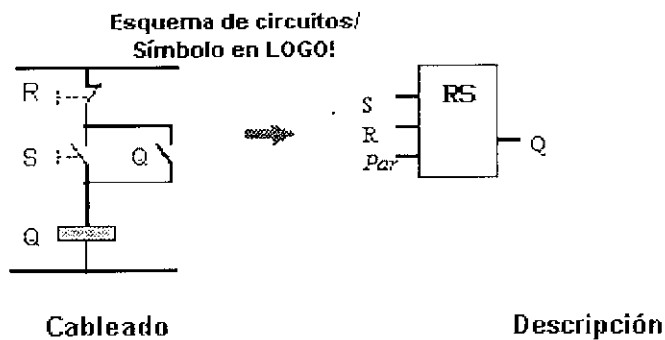


Figura 3.17: Relé con automantenimiento

Entrada S	A través de la entrada S (set) se conmuta la salida Q a 1.
Entrada R	A través de la entrada R (reset) se repone la salida Q a 0. Si tanto S como R son 1, es repuesta la salida (la reposición tiene prioridad ante la activación).
Parámetro	Par se prevé sólo en las variantes de LOGO!...-L...
Par	Este parámetro permite activar y desactivar la remanencia.
	Rem:
	off = sin remanencia
	on = estado almacenable con remanencia
Salida Q	Q se activa y desactiva cíclicamente según el tiempo de cadencia T.

### 3.5.3.6- Función de conmutación

Un relé de automantenimiento es un sencillo elemento de memorización binario. El valor a la salida depende de las señales en las entradas y de la señal anterior en la salida. En la tabla siguiente se expone nuevamente su lógica:

<u>S</u>	<u>R</u>	<u>Q</u>	<u>Explicación</u>
0	0		Estado inalterado
0	1	0	Reposición
1	0	1	Activación
1	1	0	Reposición (prioridad ante la activación)

### 3.5.3.7- Generador de impulsos simétrico

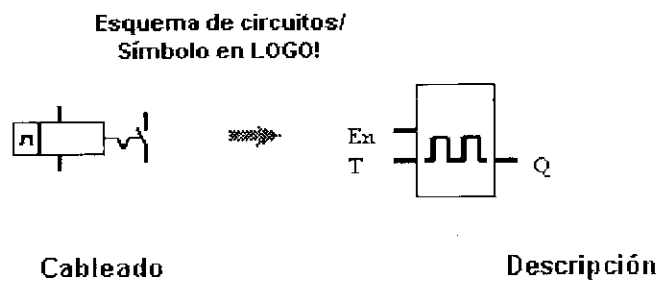


Figura 3.18: Generador de impulsos simétrico

**Entrada En** A través de la entrada En (enable) es activado (En=1) y desactivado (En=0) el generador de impulsos.

**Parámetro T** T es el tiempo durante el que está activada o desactivada la salida.

**Salida Q** Q se activa y desactiva cíclicamente según el tiempo de cadencia T.

### 3.5.3.8- Retardo de activación almacenable

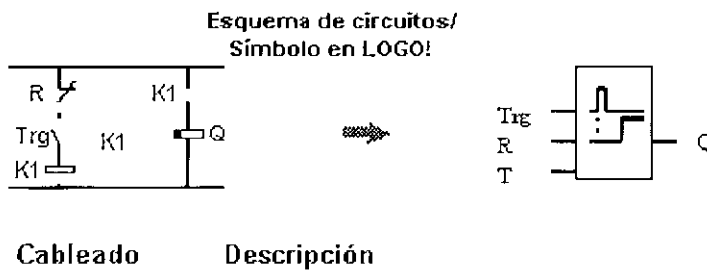


Figura 3.19: Retardo de activación almacenable

**Entrada Trg** A través de la entrada Trg (abreviatura de trigger) se inicia el tiempo para el retardo de activación.

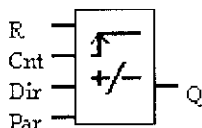
**Entrada R** A través de la entrada R (reset) se repone el tiempo para el retardo de activación y se conmuta la salida a 0 (la reposición tiene prioridad ante Trg).

**Parámetro T** T es el tiempo (Tiempo T) tras el que debe activarse la salida (la señal de salida pasa de 0 a 1)

**Salida Q** Q está activada una vez transcurrido el tiempo T.

### 3.5.3.9- Contador progresivo/regresivo

**Símbolo en L.O.G.O!**



**Figura 3.20 Contador**

Cableado	Descripción
Entrada R	A través de la entrada R (reset) se reponen a cero el valor de cómputo interno y la salida (la reposición tiene prioridad ante Cnt).
Entrada Cnt	El contador cuenta los cambios del estado 0 al estado 1 registrados en la entrada Cnt(count=cómputo). No se cuentan los cambios del estado 1 al 0. Máxima frecuencia de cómputo en los bornes de entrada: 5 Hz.
Entrada Dir	A través de la entrada Dir (dirección) se indica el sentido de cómputo:Dir = 0: Cómputo progresivoDir = 1: Cómputo regresivo
Parámetro	Téngase en cuenta lo indicado sobre el parámetro preajustado Par a continuación de esta
Par	tabla.
Salida Q	Q se activa al alcanzarse el valor de cómputo.

## CAPITULO IV

### SIMATIC MICRO-PLCS S7-200

#### 4.1- INTRODUCCIÓN A LOS MICRO-PLCS S7-200

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLCs) que se pueden utilizar para numerosas tareas. La figura 4.1 muestra un Micro-PLC S7-200. Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los Micro-PLCs S7-200 se adecúan para numerosas aplicaciones pequeñas de control. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPUs ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

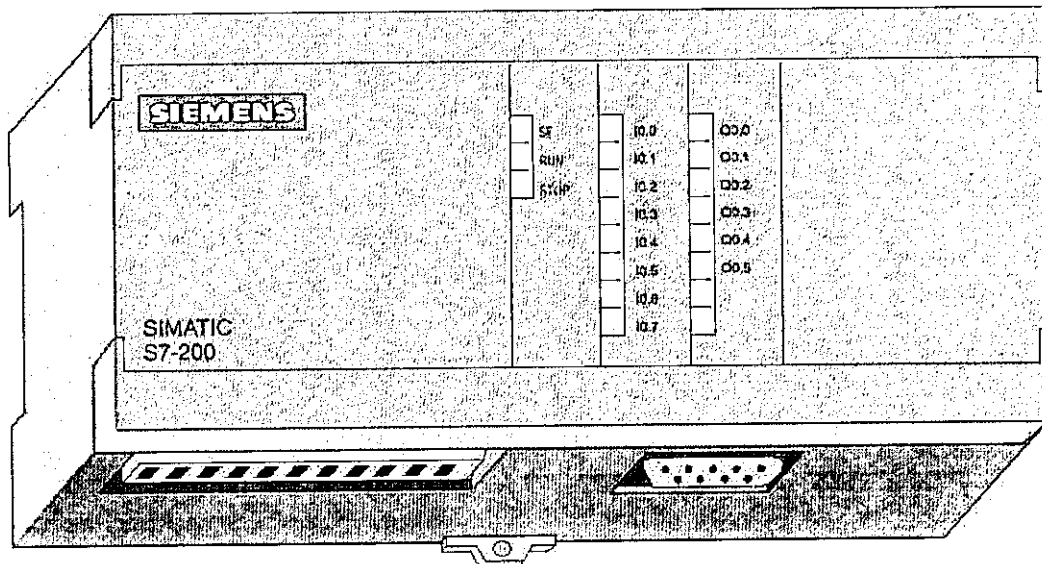


Figura 4.1: Micro-PLC S7-200

#### 4.2.2- Capacidad de las CPUs S7-200

La serie S7-200 comprende diversas CPUs. Por lo tanto, se dispone de una amplia gama de funciones que permiten diseñar soluciones de automatización a un precio razonable. La tabla 1-1 resume las principales funciones de cada CPU.

Tabla 4.1: Resumen de las CPUs S7-200

Función	CPU 212	CPU 214	CPU 215	CPU 216
Tamaño físico	160 mm x 80 mm x 62 mm	197 mm x 80 mm x 62 mm	218 mm x 80 mm x 62 mm	218 mm x 80 mm x 62 mm
Memoria				
Programa (EEPROM)	512 palabras	2K palabras	4K palabras	4K palabras
Datos de usuario	512 palabras	2K palabras	2,5K palabras	2,5K palabras
Marcas internas	128	256	256	256
Cartucho de memoria	No	Sí (EEPROM)	Sí (EEPROM)	Sí (EEPROM)
Cartucho de pila opcional	No	200 días (típ.)	200 días (típ.)	200 días (típ.)
Respaldo (condensador de alto rendimiento)	50 horas (típ.)	190 horas (típ.)	190 horas (típ.)	190 horas (típ.)
Entradas/salidas (E/S)				
E/S integradas	8 DI / 6 DQ	14 DI / 10 DQ	14 DI / 10 DQ	24 DI / 16 DQ
Módulos de ampliación (máx.)	2 módulos	7 módulos	7 módulos	7 módulos
Imagen del proceso de E/S	64 DI / 64 DQ	64 DI / 64 DQ	64 DI / 64 DQ	64 DI / 64 DQ
E/S analógicas (ampliación)	16 AI / 16 AQ	16 AI / 16 AQ	16 AI / 16 AQ	16 AI / 16 AQ
Filtros de entrada	No	Sí	Sí	Sí
Operaciones				
Contadores / temporizadores	64/64	128/128	256/256	256/256
Bucles FOR/NEXT	No	Sí	Sí	Sí
Aritmética en coma fija	Sí	Sí	Sí	Sí
Aritmética en coma flotante	No	Sí	Sí	Sí

### **4.2.3- Principales componentes de un Micro-PLC S7-200**

Un Micro-PLC S7-200 puede comprender una CPU S7-200 sola o conectada a diversos módulos de ampliación opcionales.

La CPU S7-200 es un aparato autónomo compacto que incorpora una unidad central de procesamiento (CPU), la fuente de alimentación, así como entradas y salidas digitales.

La CPU ejecuta el programa y almacena los datos para la tarea de automatización o el proceso.

La fuente de alimentación proporciona corriente a la unidad central y a los módulos de ampliación conectados.

Las entradas y salidas controlan el sistema de automatización. Las entradas vigilan las señales de los aparatos de campo como sensores e interruptores y las salidas vigilan las bombas, motores u otros dispositivos del proceso.

El interfaz de comunicación permite conectar la CPU a una unidad de programación o a otros dispositivos. Algunas CPUs S7-200 disponen de dos interfaces de comunicación.

Los diodos luminosos indican el modo de operación de la CPU (RUN o STOP), el estado de las entradas y salidas integradas, así como los posibles fallos del sistema que se hayan detectado.

Las figuras 4.3, 4.4 y 4.5 muestran las diferentes CPUs.

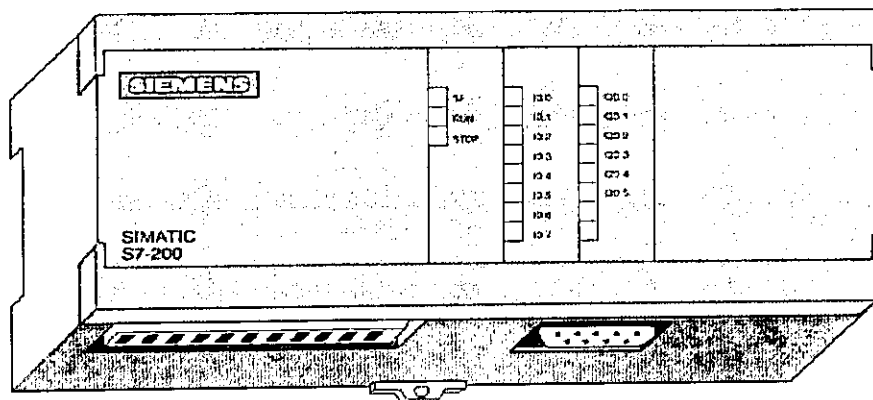


Figura 4.3: CPU 212

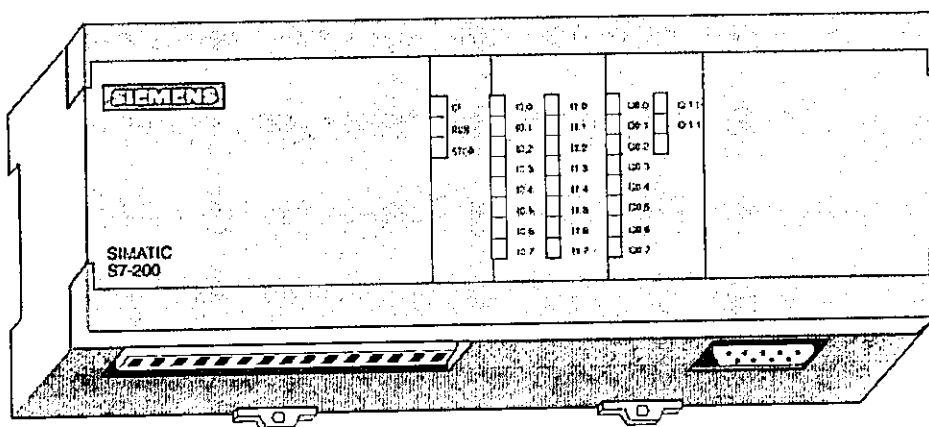


Figura 4.4: CPU 214

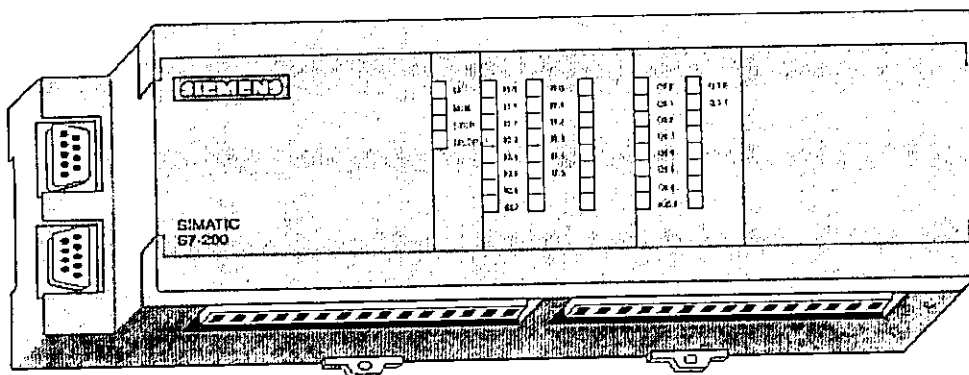


Figura 4.5: CPUs 215 v 216

#### 4.2.4- Módulos de ampliación

Los módulos de ampliación para las CPU S7-200 ofrecen un número determinado de entradas y salidas integradas. Si se conecta un módulo de ampliación se dispondrá de más entradas y salidas.

Como muestra la figura 4.6, los módulos de ampliación disponen de un conector de bus para su unión al aparato central.

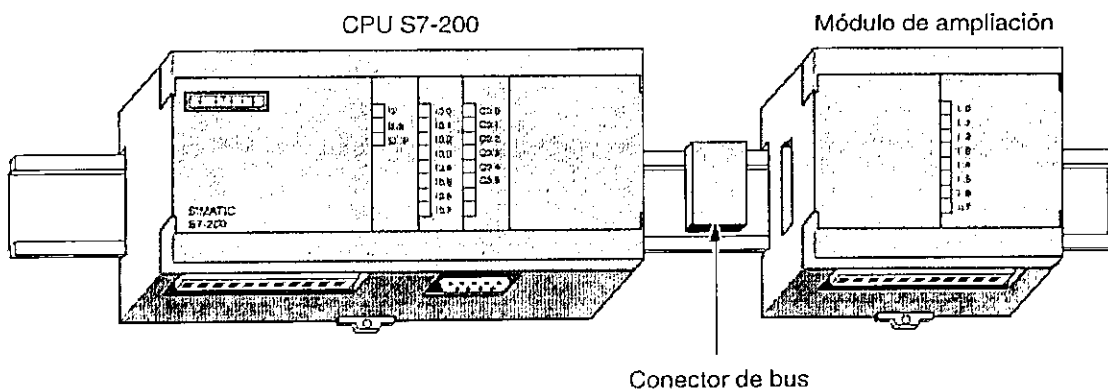


Figura 4.6: CPU con un módulo de ampliación

#### 4.3- INSTALACIÓN DE UN MICRO-PLC S7-200

Los sistemas de automatización S7-200 (Micro-PLCs) son fáciles de instalar. Se pueden montar bien sea en un armario eléctrico, utilizando los orificios de sujeción previstos a tal efecto, o bien en un perfil soporte mediante los correspondientes ganchos de retención. Sus reducidas dimensiones permiten ahorrar espacio.

En las siguientes líneas se indica cómo instalar y cablear un sistema de automatización S7-200.

### 4.3.1- Preparar el montaje

#### Disposición

Los sistemas de automatización S7-200 se pueden disponer en un armario eléctrico o en un perfil soporte. Es posible montarlos de forma horizontal o vertical. Con objeto de flexibilizar aún más el montaje, se ofrecen también cables de conexión para los módulos de ampliación (módulos E/S). La figura 4.7 muestra dos ejemplos típicos de disposición.

Montaje en un armario eléctrico



Montaje en un perfil soporte

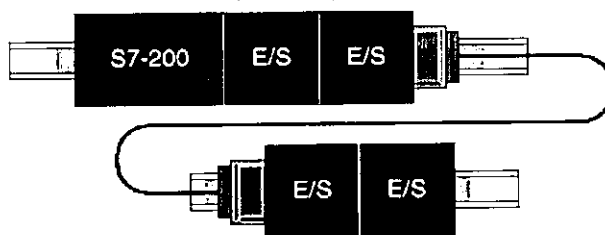


Figura 4.7: Disposición para el montaje

#### Espacio necesario para montar una CPU S7-200

Al configurar la disposición de los módulos en el bastidor se deberán respetar las siguientes reglas:

- Para las CPUs S7-200 y los módulos de ampliación se ha previsto la ventilación por convección natural. Por lo tanto, se deberá dejar un margen mínimo de 25 mm por encima y por debajo de las unidades para garantizar su ventilación ver la figura. 4.8. El

funcionamiento continuo a una temperatura ambiente máxima y con una carga muy elevada reduce la vida útil de cualquier dispositivo electrónico.

- Para el montaje vertical puede ser necesario reducir la carga de salida debido a las contracciones térmicas. Si monta la CPU y los módulos de ampliación en un perfil soporte, es recomendable asegurarlos con frenos.
- Para el montaje horizontal o vertical en un armario eléctrico, el espesor mínimo de éste último deberá ser de 75 mm ver la figura. 4.8.
- Si tiene pensado montar módulos de ampliación en posición horizontal o vertical, deberá dejar un margen mínimo de 25 mm de ambos lados de la unidad para poder montar y desmontarlos. El espacio adicional se requiere para acoplar y desacoplar el conector de bus.
- Al configurar la disposición de los módulos, prevea suficiente espacio para el cableado de las entradas y salidas, así como para las conexiones de los cables de comunicación.

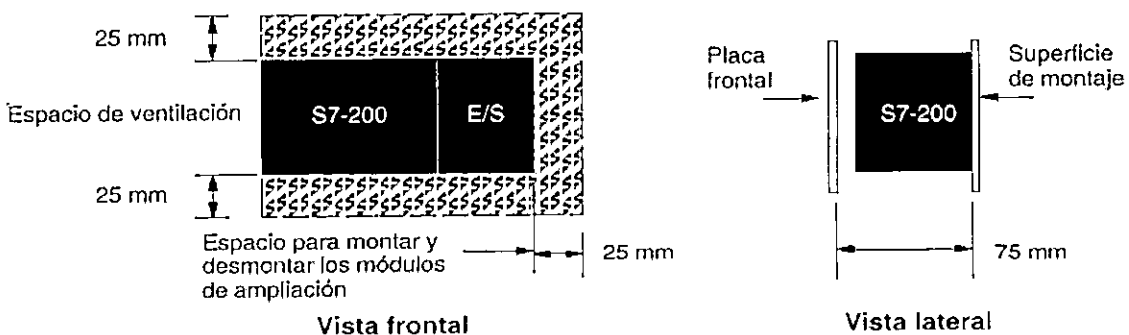


Figura 4.8: Espacio para montar una CPU

#### 4.4- NOCIONES BÁSICAS PARA PROGRAMAR UNA CPU S7-200

Antes de comenzar a programar aplicaciones para la CPU S7-200, es recomendable que se familiarice con algunas funciones básicas de la misma.

##### 4.4.1- Crear una solución de automatización con un Micro-PLC

Hay diversos métodos para crear una solución de automatización con un Micro-PLC. En el presente apartado se indican algunas reglas generales aplicables a numerosos proyectos. No obstante, también deberá tener en cuenta las reglas de su empresa y sus propias experiencias. La figura 4.9 muestra los pasos básicos al respecto.

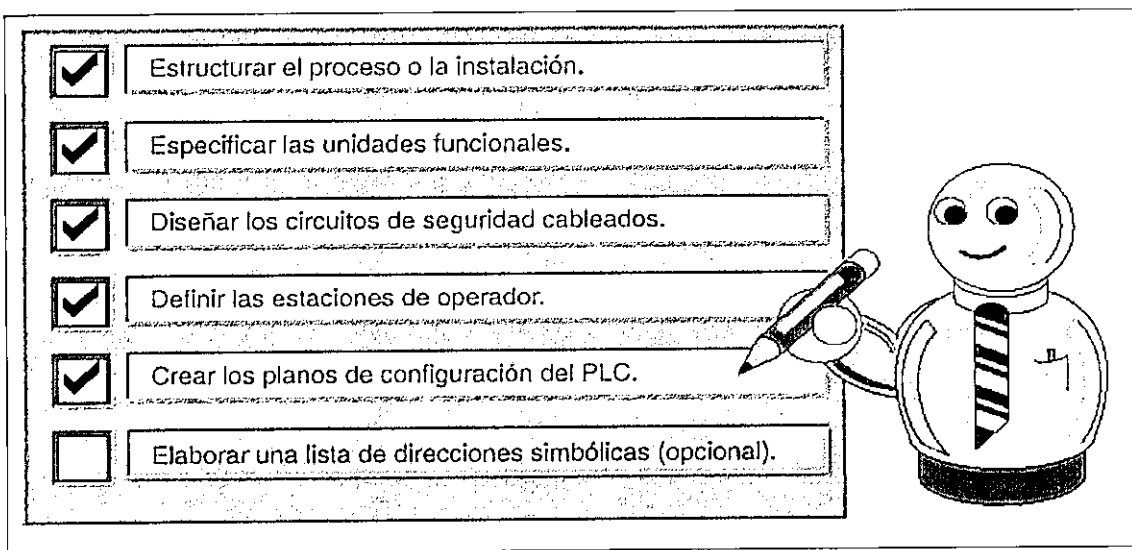


Figura 4.9: Pasos básicos para crear una solución de automatización

#### **4.4.1.1- Estructurar el proceso o la instalación**

Estructure el proceso o la instalación en secciones independientes entre sí. Dichas secciones determinarán los límites entre los diversos sistemas de automatización e influirán en las descripciones de las áreas de funciones y en la asignación de recursos.

#### **4.4.1.2- Especificar las unidades funcionales**

Describa las funciones de cada sección del proceso o de la instalación. Incorpore los siguientes aspectos:

- Entradas y salidas (E/S)
- Descripción del funcionamiento
- Condiciones de habilitación (es decir, los estados que se deben alcanzar antes de ejecutar una función) de cada actuador (electroválvulas, motores, accionamientos, etc.)
- Descripción del interface de operador
- Interfaces con otras secciones del proceso o de la instalación

#### **4.4.1.3- Diseñar los circuitos de seguridad cableados**

Determine qué aparatos requieren un cableado permanente por motivos de seguridad. Si fallan los sistemas de automatización, puede producirse un arranque inesperado o un cambio de funcionamiento de las máquinas que controlan. En tal caso, se pueden causar heridas graves o deteriorar objetos. Por lo tanto, es preciso utilizar dispositivos de protección contra sobrecargas electromecánicas que funcionen independientemente de la CPU, evitando así las condiciones inseguras.

Para diseñar los circuitos de seguridad cableados:

- Defina el funcionamiento erróneo o inesperado de los actuadores que pudieran causar peligros.

- Defina las condiciones que garanticen el funcionamiento seguro y determine cómo reconocer dichas condiciones, independientemente de la CPU.
- Defina cómo la CPU y los módulos de ampliación deberán influir el proceso cuando se conecte y desconecte la alimentación, así como al detectarse errores. Estas informaciones se deberán utilizar únicamente para diseñar el funcionamiento normal y el funcionamiento anormal esperado, sin poderse aplicar para fines de seguridad.
- Prevea dispositivos de parada de emergencia manual o de protección contra sobrecargas electromagnéticas que impidan el funcionamiento peligroso, independientemente de la CPU.
- Desde los circuitos independientes, transmita informaciones de estado apropiadas a la CPU para que el programa y los interfaces de operador dispongan de los datos necesarios.
- Defina otros requisitos adicionales de seguridad para que el proceso se lleve a cabo de forma segura y fiable.

#### **4.4.1.4- Definir las estaciones de operador**

Conforme a las funciones exigidas, cree planos de las estaciones de operador incorporando los siguientes puntos:

- Panorámica de la ubicación de todas las estaciones de operador con respecto al proceso o a la instalación.
- Disposición mecánica de los aparatos (pantalla, interruptores, lámparas, etc). de la estación de operador.
- Esquemas eléctricos con las correspondientes entradas y salidas de la CPU o de los módulos de ampliación.

#### **4.4.1.5- Crear los planos de configuración del PLC**

Conforme a las funciones exigidas, cree planos de configuración del sistema de automatización incorporando los siguientes puntos:

- Ubicación de todas las CPUs y de todos los módulos de ampliación con respecto al proceso o a la instalación.
- Disposición mecánica de las CPUs y de los módulos de ampliación (incluyendo armarios, etc).
- Esquemas eléctricos de todas las CPUs y de los módulos de ampliación (incluyendo los números de referencia, las direcciones de comunicación y las direcciones de las entradas y salidas).

#### **4.4.1.6- Elaborar una lista de nombres simbólicos**

Si desea utilizar nombres simbólicos para el direccionamiento, elabore una lista de nombres simbólicos para las direcciones absolutas. Incluya no sólo las entradas y salidas físicas, sino también todos los demás elementos que utilizará en su programa.

#### **4.4.2- Programas S7-200**

##### **Referencias a las entradas y salidas en el programa**

El funcionamiento básico de la CPU S7-200 es muy sencillo:

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

La figura 4.10 muestra la conexión de un esquema de circuitos simple con la CPU S7-200. En este ejemplo, el estado del interruptor de la estación de operador para abrir la válvula de vaciado se suma a los estados de otras entradas. Los cálculos de los mismos determinan entonces el estado de la salida para la electroválvula que cierra la válvula de vaciado. La CPU procesa el programa cíclicamente, leyendo y escribiendo los datos.

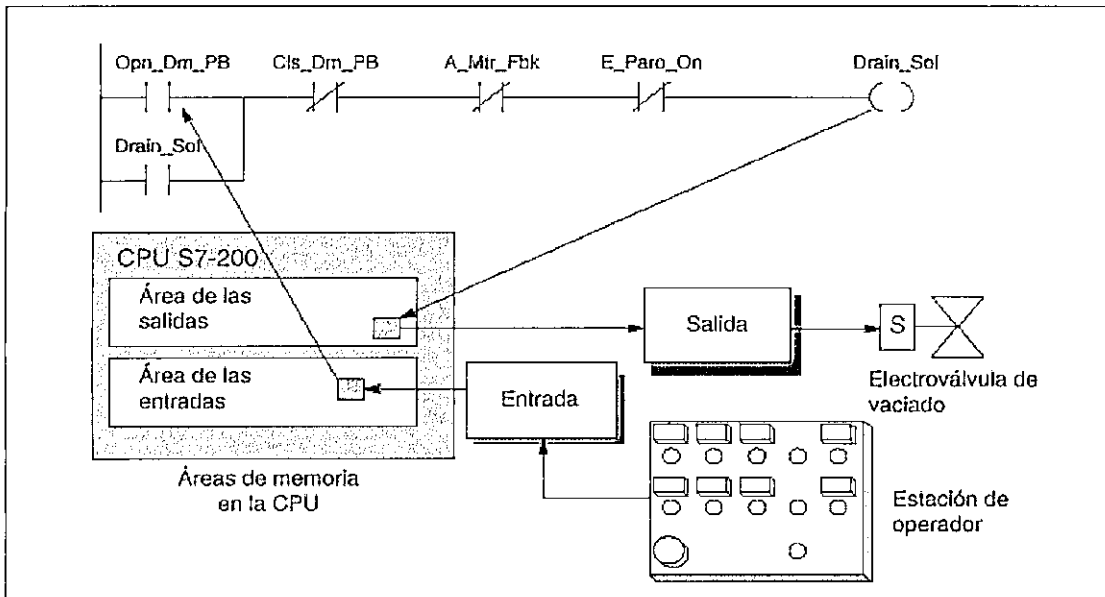


Figura 4.10 Referencias a las entradas y salidas en el programa

#### 4.4.3- Lenguajes de programación para las CPUs S7-200

Las CPUs S7-200 (y STEP 7-Micro/WIN) asisten los siguientes lenguajes de programación:

- La lista de instrucciones (AWL) comprende un juego de operaciones nemotécnicas que representan las funciones de la CPU.
- El esquema de contactos (KOP) es un lenguaje de programación gráfico con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos.

STEP 7-Micro/WIN ofrece además dos representaciones nemotécnicas para visualizar las direcciones y las operaciones del programa: internacional y SIMATIC. Tanto la nemotécnica internacional como la de SIMATIC se refieren al mismo juego de operaciones del S7-200. Hay una correspondencia directa entre las dos representaciones, siendo idénticas las funciones de ambas.

##### 4.4.3.1- Elementos básicos de KOP

Al programar con KOP, se crean y se disponen componentes gráficos que conforman un segmento de operaciones lógicas. Como muestra la figura 4.11, se ofrecen los siguientes elementos básicos para crear programas:

- **Contactos:** un contacto representa un interruptor por el que circula la corriente cuando está cerrado.
- **Bobinas:** una bobina representa un relé que se excita cuando se le aplica tensión.
- **Cuadros:** un cuadro representa una función que se ejecuta cuando la corriente circula por él.
- **Segmentos:** cada uno de estos elementos constituye un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o cuadros.

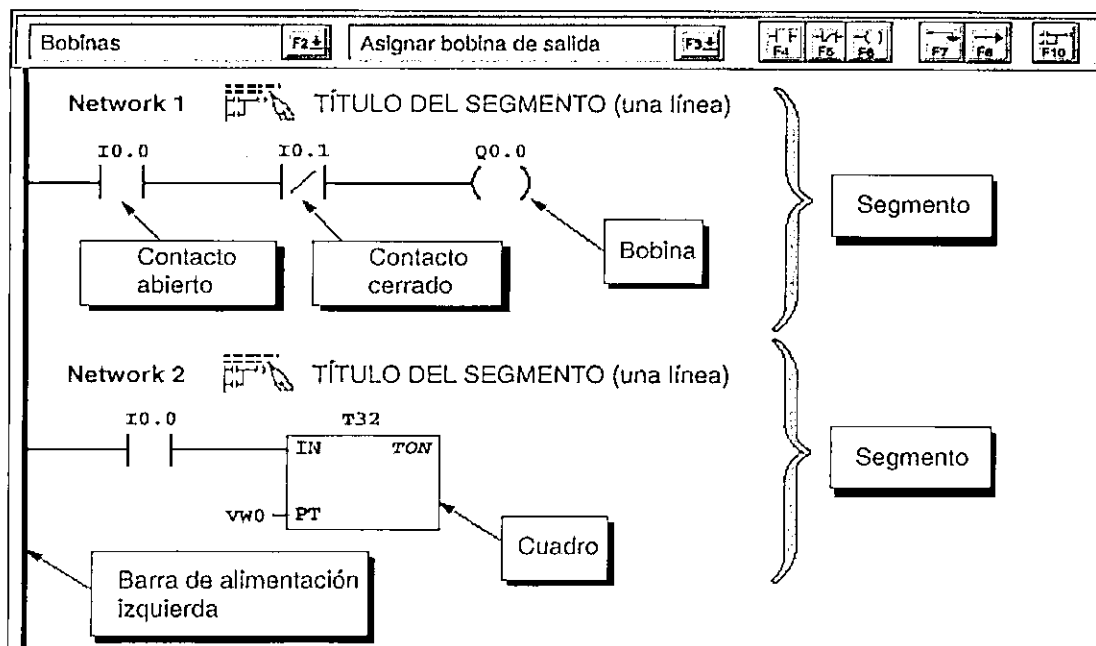


Figura 4.11 Elementos básicos de KOP

#### 4.4.3.2- Operaciones de AWL

La lista de instrucciones (AWL) es un lenguaje de programación en el que cada línea del programa contiene una operación que utiliza una abreviatura nemotécnica para representar una función de la CPU. Las operaciones se combinan en un programa, creando así la lógica de control de la aplicación.

La figura 4.12 muestra los elementos básicos de un programa AWL.

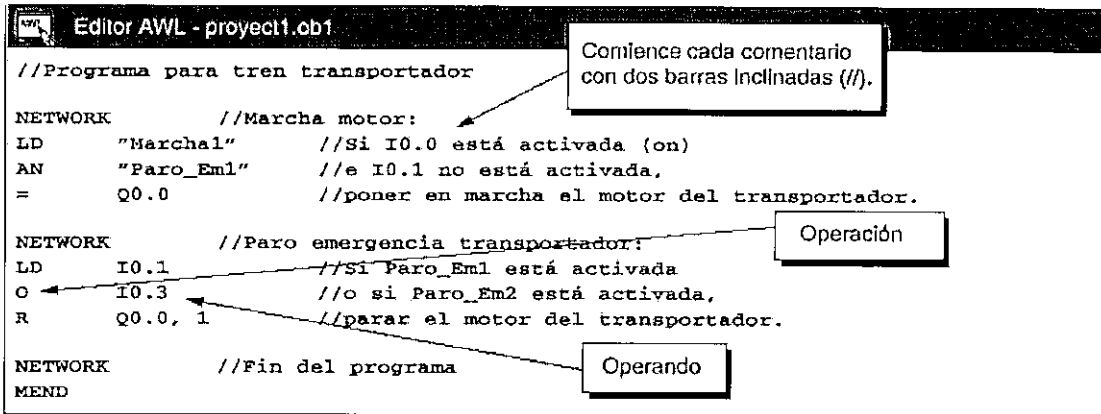


Figura 4.12 Ventana del editor AWL con un programa de ejemplo

#### 4.4.5- Elementos básicos para estructurar un programa

La CPU S7-200 ejecuta continuamente el programa para controlar una tarea o un proceso. El programa se crea con STEP 7-Micro/WIN y se carga en la CPU. Desde el programa principal se pueden llamar diversas subrutinas o rutinas de interrupción.

##### 4.4.5.1- Estructurar el programa

Los programas para la CPU S7-200 comprenden tres partes básicas: el programa principal, las subrutinas (opcional) y las rutinas de interrupción (opcional). Como muestra la figura 4.12, un programa S7-200 se estructura mediante los siguientes elementos:

- **Programa principal:** En esta parte del programa se disponen las operaciones que controlan la aplicación. Las operaciones del programa principal se ejecutan de forma secuencial en cada ciclo de la CPU. Para terminar el programa principal, utilice en KOP una bobina absoluta Finalizar programa principal, o en AWL una operación Finalizar programa principal (MEND). Véase (1) en la figura 4.13.

- **Subrutinas:** Estos elementos opcionales del programa se ejecutan sólo cuando se llaman desde el programa principal. Se deben añadir siempre al final del programa principal (detrás de la bobina absoluta Finalizar programa principal en KOP o detrás de la operación MEND en AWL). Utilice siempre una operación Retorno absoluto (RET) para terminar cada subrutina.
- **Rutinas de interrupción:** Estos elementos opcionales del programa se ejecutan cada vez que se presente el correspondiente evento de interrupción. Se deben añadir siempre al final del programa principal (detrás de la bobina absoluta Finalizar programa principal en KOP o detrás de la operación MEND en AWL). Utilice siempre una operación Retorno absoluto desde rutina de interrupción (RETI) para terminar cada rutina de interrupción.

Las subrutinas y las rutinas de interrupción se deben añadir detrás de la bobina absoluta Finalizar programa principal en KOP o detrás de la operación MEND en AWL. No hay reglas adicionales en lo relativo a su disposición en el programa de usuario. Las subrutinas y las rutinas de interrupción se pueden mezclar a voluntad después del programa principal. No obstante, para que la estructura del programa sea fácil de leer y comprender, es recomendable agrupar al final del programa principal primero todas las subrutinas y, después, todas las rutinas de interrupción.

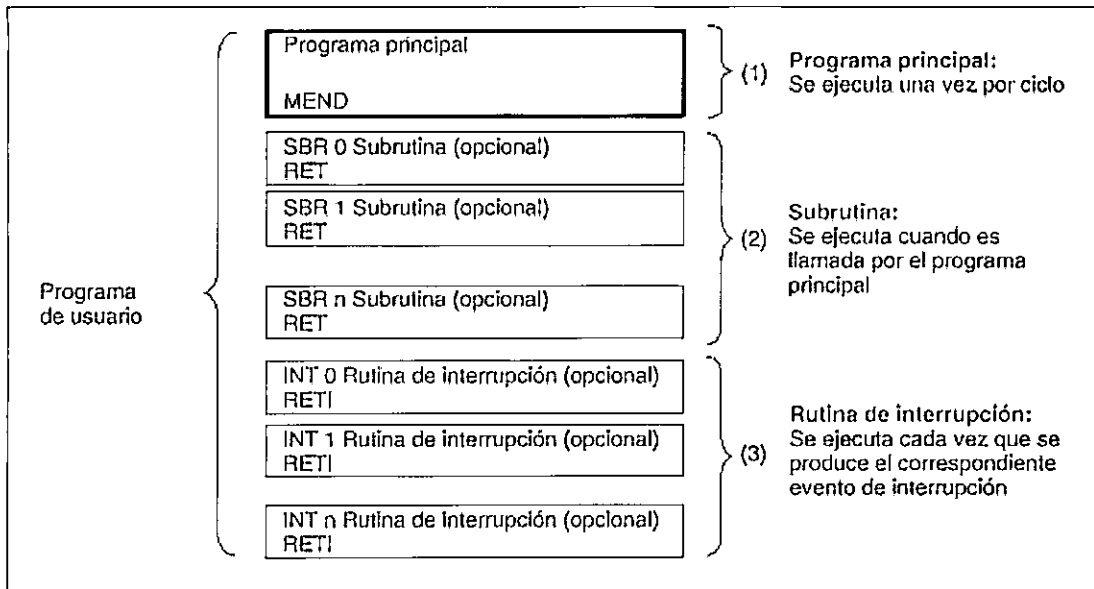


Figura 4.13 Estructura del programa de una CPU S7-200

#### 4.4.5.2-Programa de ejemplo con subrutinas y rutinas de interrupción

El programa de ejemplo representado en la figura 4.14 muestra una interrupción temporizada que se puede utilizar para leer el valor de una entrada analógica. En este ejemplo, el intervalo de muestreo de la entrada analógica es de 100 ms.

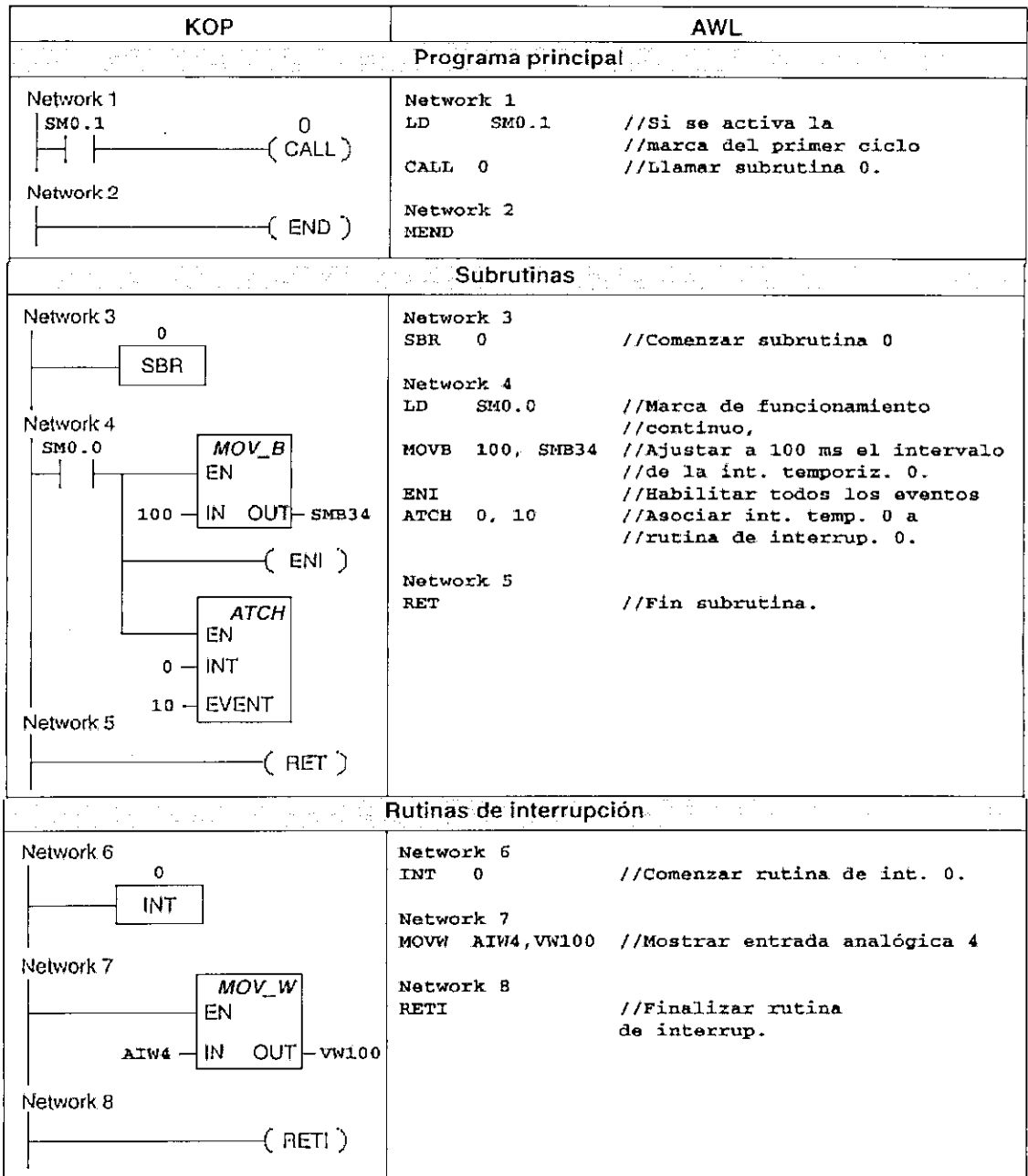


Figura 4.14: Programa de ejemplo con una subrutina y una rutina

#### 4.4.6- El ciclo de la CPU

La CPU S7-200 se ha previsto para que ejecute cíclicamente una serie de tareas, incluyendo el programa de usuario. Dicha ejecución se denomina ciclo. Durante el ciclo que se muestra en la figura 4.15, la CPU ejecuta la mayoría de las tareas siguientes (o todas ellas):

- Lee las entradas.
- Ejecuta el programa de usuario.
- Procesa las peticiones de comunicación.
- Efectúa un autodiagnóstico.
- Escribe las salidas.

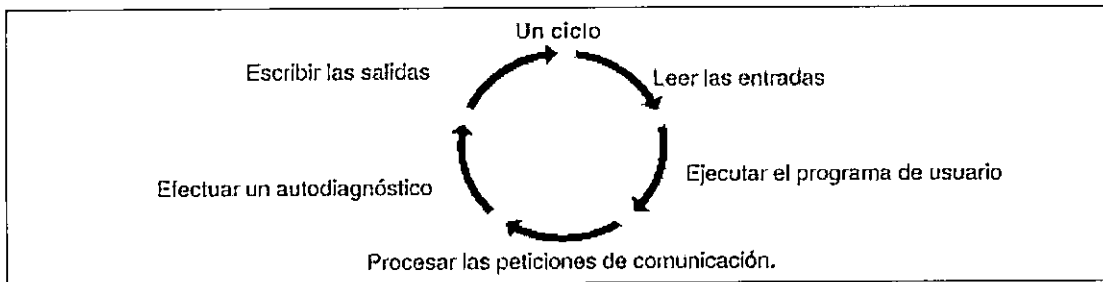


Figura 4.15: Ciclo de la CPU S7-200

La serie de tareas que se ejecutan durante el ciclo depende del modo de operación de la CPU. La CPU S7-200 tiene dos modos de operación: STOP y RUN. Con respecto al ciclo, la principal diferencia entre STOP y RUN es que el programa se ejecuta al estar la CPU en modo RUN, mas no en STOP.

#### **4.4.6.1- Leer las entradas digitales**

Al principio de cada ciclo se leen los valores actuales de las entradas digitales y se escriben luego en la imagen del proceso de las entradas.

La CPU reserva un espacio de la imagen del proceso de las entradas en incrementos de ocho bits (un byte). Si la CPU o el módulo de ampliación no proporcionan una entrada física para cada bit del byte reservado, no será posible asignar dichos bits a los módulos siguientes en la cadena de E/S o utilizarlos en el programa de usuario. Al comienzo de cada ciclo, la CPU pone a 0 estos bits no utilizados en la imagen del proceso. No obstante, si la CPU asiste varios módulos de ampliación y no se está utilizando su capacidad de E/S (porque no se han instalado los módulos de ampliación), los bits de entradas de ampliación no utilizados se pueden usar como marcas internas adicionales.

La CPU no actualiza automáticamente las entradas analógicas como parte del ciclo y no ofrece una imagen del proceso para las mismas. A las entradas analógicas se debe acceder directamente desde el programa de usuario.

#### **4.4.6.2- Ejecutar el programa**

Durante esta fase del ciclo, la CPU ejecuta el programa desde la primera operación hasta la última (Fin del programa). El control directo de las entradas y salidas permite acceder directamente a las mismas mientras se ejecuta el programa o una rutina de interrupción.

Si se utilizan interrupciones, las rutinas asociadas a los eventos de interrupción se almacenan como parte del programa. Las rutinas de interrupción no se ejecutan como parte del ciclo, sino sólo cuando ocurre el evento (en cualquier punto del ciclo).

#### **4.4.6.3- Procesar las peticiones de comunicación**

Durante esta fase del ciclo, la CPU procesa los mensajes que haya recibido por el interface de comunicación.

#### **4.4.6.4- Efectuar el autodiagnóstico de la CPU**

Durante el autodiagnóstico se comprueba el firmware de la CPU y la memoria del programa (sólo en modo RUN), así como el estado de los módulos de ampliación.

#### **4.4.6.5- Escribir las salidas digitales**

Al final de cada ciclo, la CPU escribe los valores de la imagen del proceso de las salidas en las salidas digitales.

La CPU reserva un espacio de la imagen del proceso de las salidas en incrementos de ocho bits (un byte). Si la CPU o el módulo de ampliación no proveen una salida física para cada bit del byte reservado, no será posible asignar dichos bits a los módulos siguientes en la cadena de E/S. No obstante, los bits no utilizados de la imagen del proceso de las salidas se pueden usar como marcas internas adicionales.

La CPU no actualiza automáticamente las salidas analógicas como parte del ciclo y no ofrece una imagen del proceso para las mismas. A las salidas analógicas se debe acceder directamente desde el programa de usuario.

Cuando el modo de operación de la CPU se cambia de RUN a STOP, las salidas digitales adoptan los valores definidos en la tabla de salidas o conservan su estado actual. Las salidas analógicas conservan su último valor.

#### **4.4.6.6- Interrumpir el ciclo**

Si se utilizan interrupciones, las rutinas asociadas a los eventos de interrupción se almacenan como parte del programa. Las rutinas de interrupción no se ejecutan como parte del ciclo, sino sólo cuando ocurre el evento (en cualquier punto del ciclo). La CPU procesa las interrupciones según su prioridad y después en el orden que aparecen.

#### **4.4.6.7- Imagen del proceso de las entradas y salidas**

Por lo general, es recomendable utilizar la imagen del proceso, en vez de acceder directamente a las entradas o salidas durante la ejecución del programa. Las imágenes del proceso existen por tres razones:

- El sistema verifica todas las entradas al comenzar el ciclo. De este modo se sincronizan y "congelan" los valores de estas entradas durante la ejecución del programa. La imagen del proceso actualiza las salidas cuando termina de ejecutarse el programa. Ello tiene un efecto estabilizador en el sistema.
- El programa de usuario puede acceder a la imagen del proceso mucho más rápido de lo que podría acceder directamente a las entradas y salidas físicas, con lo cual se acelera su tiempo de ejecución.
- Las entradas y salidas son unidades de bit a las que se debe acceder en formato de bit. No obstante, la imagen del proceso permite acceder a ellas en formato de bits, bytes, palabras y palabras dobles, lo que ofrece flexibilidad adicional.

Otra ventaja es que las imágenes del proceso son lo suficientemente grandes para poder procesar el número máximo de entradas y salidas. Puesto que un sistema real comprende tanto entradas como salidas, en la imagen del proceso existe siempre un número de

direcciones que no se utilizan. Estas direcciones libres pueden utilizarse como marcas internas adicionales.

#### **4.4.6.8- Control directo de las entradas y salidas**

Las operaciones de control directo de las entradas y salidas (E/S) permiten acceder a la entrada o salida física, aunque el acceso a las E/S se efectúa por lo general a través de las imágenes del proceso. El acceso directo a una entrada no modifica la dirección correspondiente en la imagen del proceso de las entradas. En cambio, el acceso directo a una salida actualiza simultáneamente la dirección correspondiente en la imagen del proceso de las salidas.

### **4.5- AJUSTAR EL MODO DE OPERACIÓN DE LA CPU**

La CPU S7-200 tiene dos modos de operación:

- **STOP:** La CPU no ejecuta el programa. Cuando está en modo STOP, es posible cargar programas o configurar la CPU.
- **RUN:** La CPU ejecuta el programa. Cuando está en modo RUN, no es posible cargar programas ni configurar la CPU.

El diodo luminoso (LED) en la parte frontal de la CPU indica el modo de operación actual. Para poder cargar un programa en la memoria de la CPU es preciso cambiar a modo STOP.

#### **4.5.1- Cambiar el modo de operación con el selector**

El modo de operación de la CPU se puede cambiar manualmente accionando el selector ubicado debajo de la tapa de acceso a la CPU:

Si el selector se pone en STOP, se detendrá la ejecución del programa.

Si el selector se pone en RUN, se iniciará la ejecución del programa.

Si el selector se pone en TERM (terminal), no cambiará el modo de operación de la CPU.

No obstante, será posible cambiarlo utilizando el software de programación (STEP 7-Micro/WIN).

Si se interrumpe la alimentación estando el selector en posición STOP o TERM, la CPU pasará a modo STOP cuando se le aplique tensión. Si se interrumpe la alimentación estando el selector en posición RUN, la CPU pasará a modo RUN cuando se le aplique tensión.

#### 4.5.2- Cambiar el modo de operación con STEP 7-Micro/WIN

Como muestra la figura 4.16, el modo de operación de la CPU se puede cambiar también con STEP 7-Micro/WIN. Para que ello sea posible, el selector de la CPU deberá estar en posición TERM o RUN.

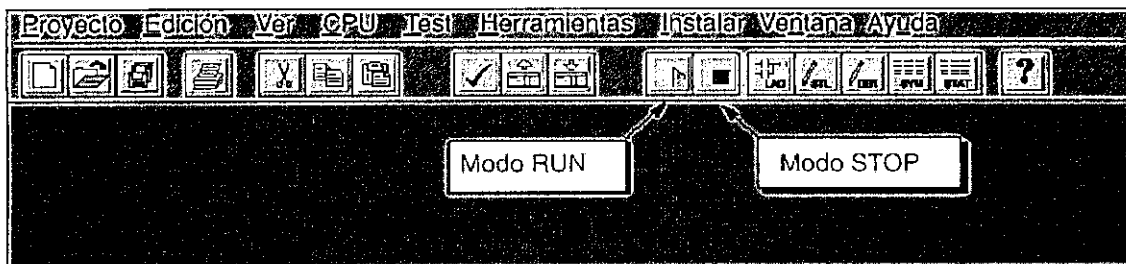


Figura 4.16 Utilizar STEP 7-Micro/WIN para cambiar el modo de operación de la

CPU

### **4.5.3- Cambiar el modo de operación desde el programa**

Para cambiar la CPU a modo STOP es posible introducir la correspondiente operación (STOP) en el programa. Ello permite detener la ejecución del programa en función de la lógica.

## **4.6- DETERMINAR UNA CONTRASEÑA PARA LA CPU**

Todas las CPUs S7-200 ofrecen una protección con contraseña para restringir el acceso a determinadas funciones. Con una contraseña se puede acceder a las funciones y a la memoria de la CPU. Si no se utiliza la opción de contraseña, la CPU permite un acceso ilimitado. Si está protegida con una contraseña, la CPU prohíbe todas las operaciones restringidas conforme a la configuración definida al determinar la contraseña.

### **4.6.1- Restringir el acceso a la CPU**

Como muestra la tabla 4.2, las CPUs S7-200 ofrecen tres niveles de protección para acceder a sus funciones. Cada uno de dichos niveles permite ejecutar determinadas funciones sin la contraseña.

Si se introduce la contraseña correcta, es posible acceder a todas las funciones de la CPU. El ajuste estándar para las CPUs S7-200 es el nivel 1 (privilegios totales).

Si se introduce la contraseña a través de una red, no se afecta la protección con contraseña de la CPU. Si un usuario tiene acceso a las funciones restringidas de la CPU, ello no autoriza a los demás usuarios a acceder a dichas funciones. El acceso ilimitado a las funciones de la CPU sólo se permite a un usuario a la vez.

Nota

Una vez introducida la contraseña, el nivel de protección se conservará aproximadamente durante un minuto después de haber desconectado la unidad de programación de la CPU.

Tabla 4.2 Restringir el acceso a la CPU S7-200

Tarea	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Leer y escribir datos de usuario	No restringido	No restringido	No restringido
Arrancar, detener y reanunciar la CPU			
Leer y escribir el reloj de tiempo real		Restringido	
Leer los datos forzados en la CPU			
Cargar en la PG el programa de usuario, los datos y la configuración			
Cargar en la CPU			
Borrar el programa de usuario, los datos y la configuración <sup>1</sup>			
Forzar datos o ejecutar uno/varios ciclo(s)			
Copiar en el cartucho de memoria			

#### 4.6.2- Configurar la contraseña para la CPU

STEP 7-Micro/WIN permite determinar una contraseña para acceder a las funciones de la CPU.

- Elija el comando de menú CPU \_\_ Configurar y seleccione la ficha "Contraseña" ver la figura 4.16.
- Indique el nivel de protección deseado. Introduzca y verifique luego la contraseña.

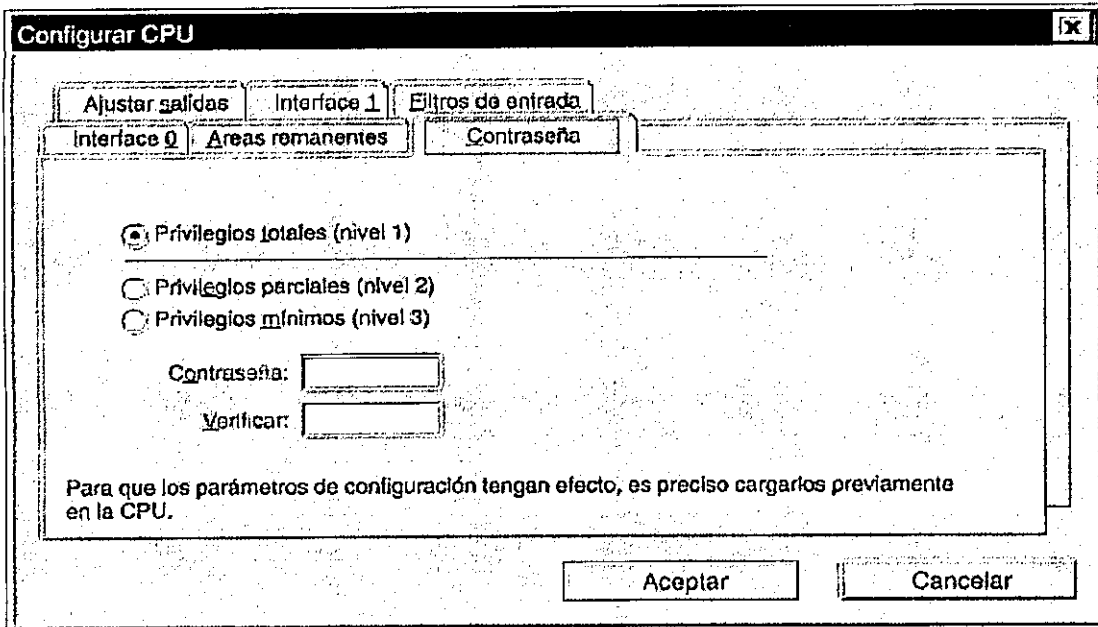


Figura 4.16: Configurar una contraseña para la CPU

#### 4.6.3- Que hacer si se olvida la contraseña

Si se olvida la contraseña es preciso efectuar un borrado total de la memoria de la CPU y volver a cargar el programa. Al borrar la memoria de la CPU, ésta pasa a modo STOP y recupera los ajustes predeterminados, con excepción de la dirección de estación y del reloj de tiempo real.

Si desea borrar el programa de la CPU, elija el comando de menú CPU \_ Borrar... para visualizar el cuadro de diálogo "Borrar CPU". Elija la opción "Todo" y confirme su acción haciendo clic en el botón "Aceptar". Entonces se visualizará un cuadro de diálogo donde deberá introducir la contraseña "clearplc" que permitirá iniciar el borrado total.

La función de borrado total no borra el programa contenido en el cartucho de memoria. Puesto que en éste último se encuentra almacenado no sólo el programa, sino también la contraseña, es preciso volver a programar también dicho cartucho para borrar la contraseña olvidada.

## **Precaución**

Al efectuarse un borrado total de la CPU, se desactivan las salidas (las salidas analógicas se congelan en un valor determinado).

Si la CPU S7-200 está conectada a otros equipos durante el borrado total, es posible que los cambios de las salidas se transfieran también a dichos equipos. Si ha determinado que el "estado seguro" de las salidas sea diferente al ajustado de fábrica, es posible que los cambios de las salidas provoquen reacciones inesperadas en los equipos conectados, lo que podría causar la muerte o heridas graves personales y/o daños materiales. Adopte siempre las medidas de seguridad apropiadas y asegúrese de que su proceso se encuentra en un estado seguro antes de efectuar un borrado total de la CPU.

## **CAPITULO V**

### **PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.**

No existen muchos productos a parte de los proporcionados por la SIEMENS, existen otras marcas de PLCs como MICRO-ONE y MITSUBISHI que permiten diseñar circuitos eléctricos, pero la adquisición de estos PLCs es difícil, se los puede conseguir por medio de una importación, además no hay técnicos especialistas en estas marcas y hay muy poca información.

Los modelos de PLCs para diseñar los circuitos en MICRO - ONE y MITSUBISHI son de la serie FXO - 14 -MR --ES, que sirven para condiciones de diseño de menor escala.

Por lo antes expuesto, se recomienda para la implantación y para su posterior mantenimiento, trabajar con productos de la marca SIEMENS.

#### **5.1- COMPARACIÓN ENTRE TIPOS DE LENGUAJES O SISTEMAS DE PROGRAMACION.**

Varios son los lenguajes o sistemas de programación posibles en los autómatas lógicos programables, es por esta razón que cada fabricante indica en las características generales de su tipo el lenguaje o lenguajes más usuales que son aquellos que transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas o los logigramas, pero estos no son los únicos.

A continuación se indica una relación de los lenguajes y métodos gráficos más utilizados:

- Mnemónico, también conocido como listas de instrucciones, booleano, abreviaturas mnemotécnicas, AWL.
- Plano de funciones, o bloque de funciones, Logigrama, FUP
- Grafeet, o diagrama funcional, diagrama de etapas o fases KOP
- Organigrama u ordinograma, diagrama de flujo
- Matemático
- Circuitos

Excepto el mnemónico y matemático, los demás tienen como base sobre presentación gráfica, pero todos ellos deben ir acompañados del correspondiente cuadro o lista de programación, esto es, la relación de líneas de programa que configura al mismo.

Para entender mejor estos lenguajes, a continuación se realizará una explicación de cada uno de ellos. En el caso de los tres primeros, que son los más utilizados, se ha puesto un ejemplo de cada uno, tomando como base un mismo circuito, partiendo de la ecuación lógica del mismo, de su esquema de relés y del circuito con compuertas lógicas.

La ecuación lógica que se ha tomado de base para todos los ejemplos es la siguiente:

$$\overline{[(X1 \cdot X2) + (X4 \cdot X5) + Y1]} X3 = Y1$$

El circuito de ejemplo se grafica en la figura 5.1.

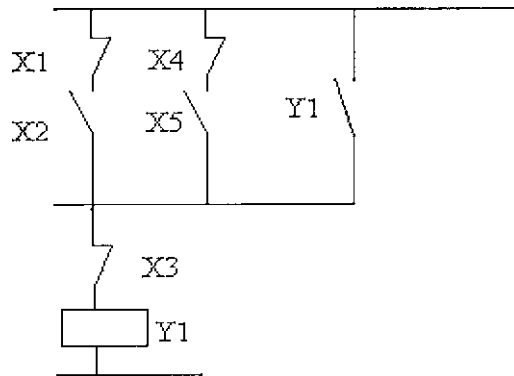


Figura 5.1. Esquema de Relés o Lógica Cableada de la Ecuación propuesta

### 5.1.1- Mnemónico o Booleanas

Es el lenguaje en el cual cada instrucción se basa en las definiciones del Algebra de Boole o Algebra Lógica.

Diagrama de contactos: La mayoría de fabricantes incorporan este lenguaje, ello es debido a la semejanza con los esquemas de relés utilizados en los automatismos eléctricos de lógica cableada, lo que facilita la labor a los técnicos habituados a trabajar con dichos automatismos.

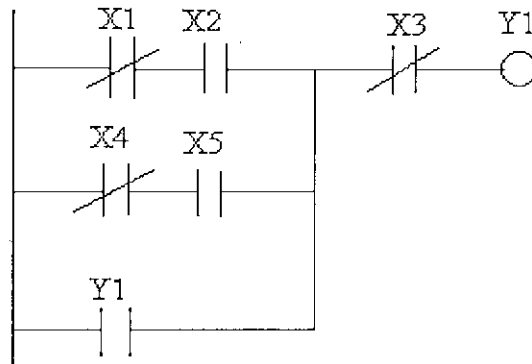


Figura 5.2: Esquema o Diagrama de Contactos de la Ecuación Propuesta

### 5.1.2- Plano de funciones

Su semejanza con los símbolos lógicos o compuertas lógicas se hace interesante, este lenguaje por facilidad en su representación para los conocedores de la electrónica lógica.

En la figura 5.3. aparece el esquema para la ecuación propuesta.

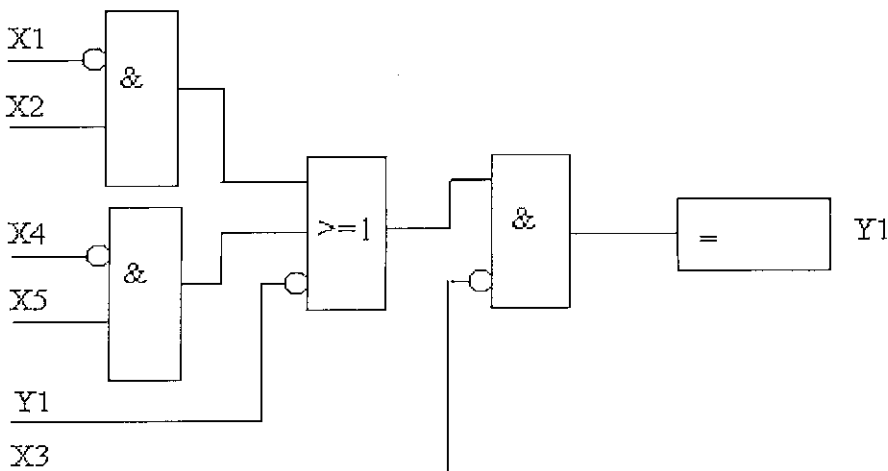


Figura. 5.3. Esquema en el plano de funciones de la Ecuación

### 5.1.3 Grafcet

El GRAFCET (Graphe Comande Etape Transition), esto es, Gráfico de orden Etapa Transición, es un método por el cual se describen en forma gráfica perfectamente inteligible las especificaciones de cualquier automatismo. La figura 5.4, da una idea simplificada de este sistema.

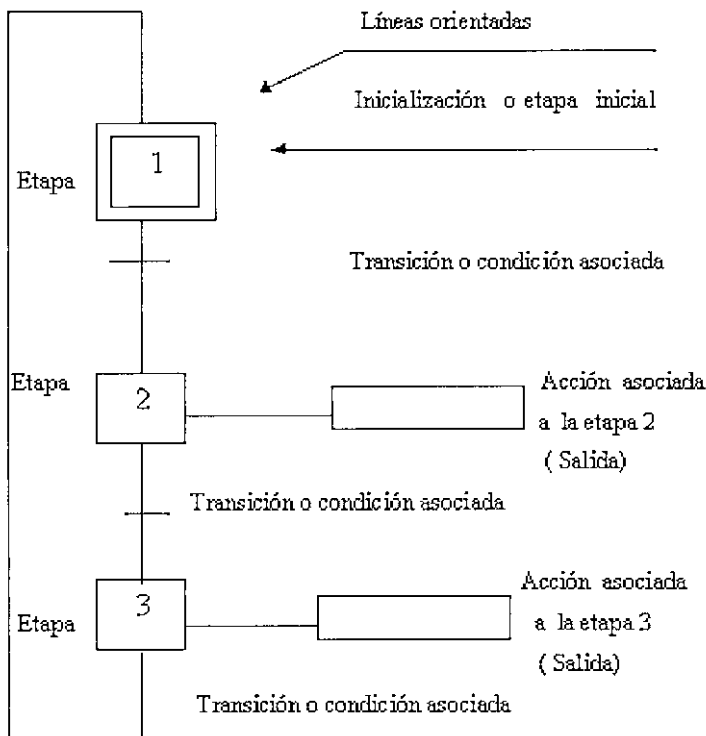


Figura 5.4: Gráfico de orden Etapa Transición

### 5.1.4- Organigrama

También llamado ordinograma, diagrama de flujo y flujograma, es un sistema de representación que se basa en una serie de figuras geométricas, utilizadas como símbolos, unidas por líneas, que tienen la misión de mostrar gráficamente en nuestro caso, un proceso

o problema, así como informar del mismo, esto es, analizar las partes y darles solución. Los símbolos utilizados se muestran en la figura 5.5.

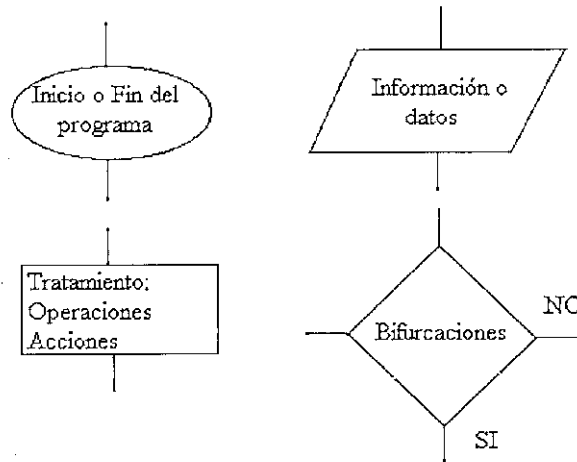


Figura 5.5: Simbología que utilizan los organigramas

Podríamos establecer dos tipos de organigramas:

- **Organigrama de Nivel 1**, en el cual se representa las acciones a desarrollar por el proceso acción
- **Organigrama de Nivel 2** u organigrama de programación, el cual se sustituirán las designaciones de Nivel 1 por las instrucciones correspondientes, para así poder realizar el programa en el autómatas. La figura 5.6. representa el primer caso. Dada su escasa utilización en programas de autómatas programables debido a que su complejidad es

superior a la de los sistemas anteriormente descritos, se ha omitido el organigrama de Nivel

2.

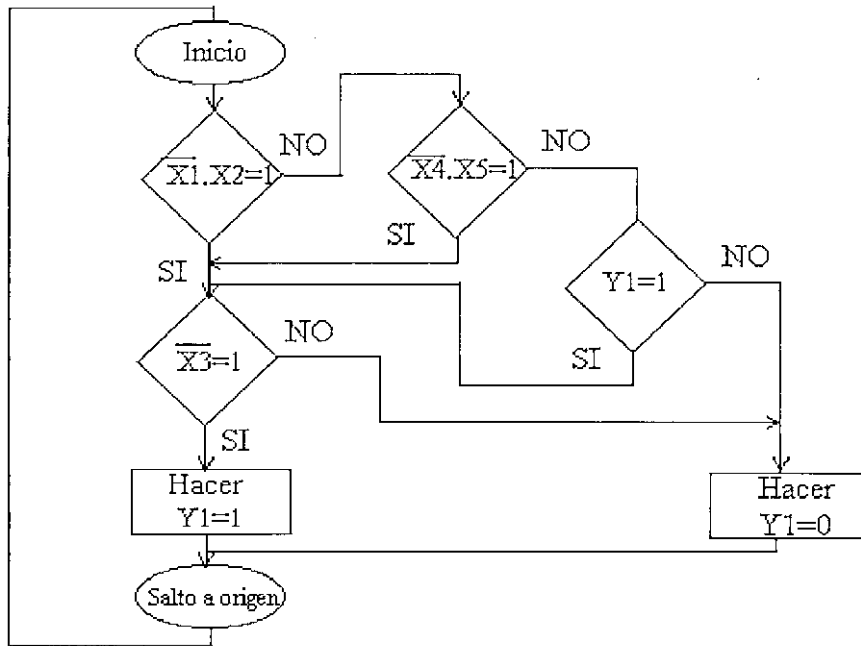


Figura 5.6: Organigrama del nivel I representación de la ecuación propuesta

### 5.1.5- Matemático

Es una representación numérica de los circuitos del plano eléctrico, por medio de una ecuación lógica, como se demuestra a continuación en la Ecuación Propuesta:

$$[(X1 \cdot X2) + (X4 \cdot X5) + Y1] X3 = Y1$$

### 5.1.6- Circuitos

Es la representación gráfica de todos los elementos eléctricos y electrónicos que se encuentra en el plano eléctrico.

## **5.2- ANALISIS DE EXPERIENCIAS EN PLCS**

En esta parte del capítulo se analiza algunos de los procedimientos más utilizados para el mejor aprovechamiento de un PLC.

### **5.2.1-. Procedimiento para comprobación de entradas y salidas de un PLC**

#### **Objetivo**

Comprobar el correcto funcionamiento tanto de las entradas como de las salidas de un PLC a través del diagrama ladder universal con su respectiva programación.

#### **Equipo**

- PLC.
- Programador manual / PC.
- Interfaz PLC / Programador.
- Ohmetro

#### **Procedimiento**

Se debe resetear o poner en blanco la memoria del usuario del PLC en el cual se desee comprobar el correcto funcionamiento de las entradas y salidas.

Mediante el diagrama ladder universal con su respectiva programación como se indica en la figura 5.7. , se puede realizar la comprobación del correcto funcionamiento de las entradas y salidas de un PLC.

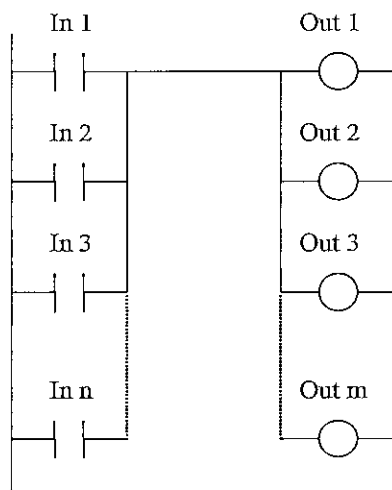


Figura 5.7 Diagrama Ladder universal para la comprobación de  
entradas y salidas de un PLC

Donde:

n = Número de entradas

m= Número de salidas

Realizar la correcta programación del diagrama ladder, esto de acuerdo al tipo de PLC a usar.

Realizar la correcta transferencia ya sea del programador manual al PLC o de la PC al PLC y correr el programa.

Activar cada una de las entradas, es decir, para cada entrada activada deberán activarse todas las salidas; esta activación de las entradas y salidas se puede apreciar a través de diodos leds indicadores que poseen los PLCs.

En el caso de que al activar una entrada y no se activen todas las salidas, a cada salida se podrá comprobar a través de un óhmetro su continuidad o discontinuidad, como se puede apreciar en la figura 5.8. esto se debe a que al activarse una salida se activa un relé y el contacto del mismo, esto es internamente, también ocurre para las demás salidas cuando se activan. (Esto para el caso de PLC con salida tipo relé).

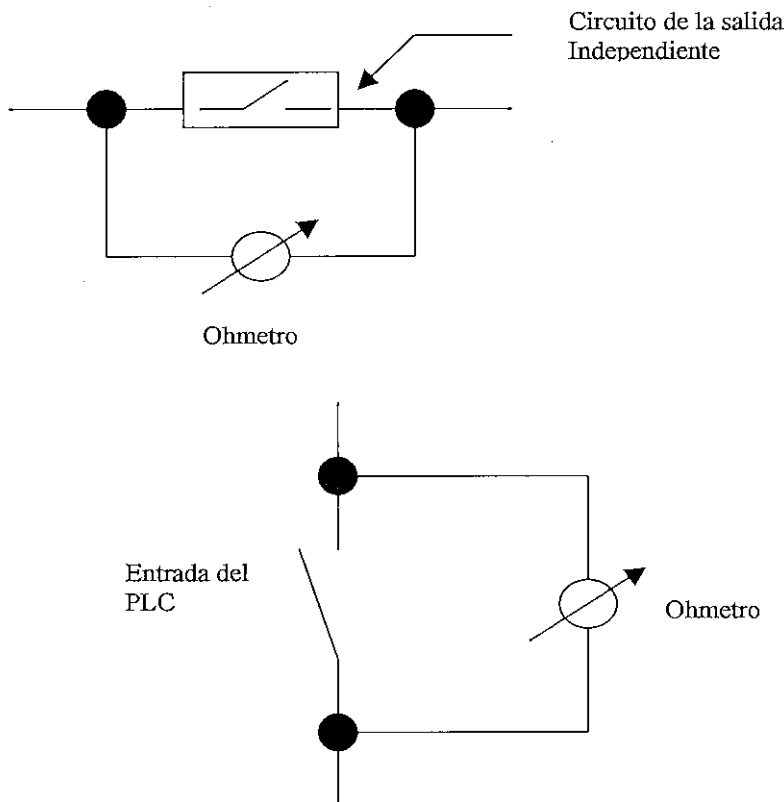


Figura 5.8: Comprobación de continuidad o discontinuidad a través del óhmetro en las entradas y salidas

- Cuando el ohmetro marque 0 ohmio habrá continuidad
- Cuando el ohmetro marque infinito ohmio habrá discontinuidad

- Caso contrario al anterior, que si una de las salidas o todas ellas estén activadas y sin estar activadas ninguna de las entradas, se puede volver a resetear la memoria del usuario del PLC. Si esta situación persiste a pesar de que la memoria del PLC esté en blanco, significa que las salidas que estén activadas están cortocircuitadas.

Generalmente en los PLC tipo Relé puede darse el caso de que al activar una salida su led indicador se active, pero el contacto interno de salida no se cierre (puede estar destruido por alguna sobrecarga o cortocircuito sufrido en alguna operación anterior); para estar seguros del perfecto funcionamiento de las salidas es recomendable realizar las pruebas de continuidad indicadas en el procedimiento anterior.

## **5.2.2- Procedimiento para la conexión de las entradas de un PLC**

### **Objetivo**

Analizar todas las posibilidades correctas de conexión de las entradas de un Controlador Lógico Programable.

### **Equipo**

- PLC
- Finales de carrera
- Sensores
- Pulsadores

- Contactos de relés.
- Interruptores

## **Procedimiento**

Realizar un análisis acerca de las entradas de un Controlador Lógico Programable. En este punto es importante conocer el número de entradas que tiene el PLC a usar

Tener en cuenta la importancia del conocimiento de las entradas de un PLC las mismas que deben quedar plenamente comprendidas

El estado de reposo o marcha de los elementos acoplados a las entradas va a depender del programa con el que se trabaje y del estado de las mismas entradas

Conocer que los elementos que se conectan a las entradas del PLC se llaman captadores, los mismos que pueden ser de dos tipos:

**Analógicas:** cuya señal eléctrica es variable en el tiempo y que necesariamente han de acoplarse al mismo tipo de entradas del PLC

**Digitales:** en donde la señal responde a:

- 1) Contacto abierto "0" (nada)
- 2) Contacto cerrado "1" (todo)

Analizar la conexión de los captadores a las entradas del PLC

Para acoplar o conectar a las entradas del PLC existen dos tipos de captadores desde el punto de vista de tensión

a) Captadores o contactos libres de tensión. Estos captadores sin tensión que se pueden conectar a un PLC pueden ser de varios tipos y entre otros, se podría citar los siguientes:

- Pulsadores

- Interruptores
- Finales de carrera
- Contactos de relés
- Otros

La forma de conexión se puede ver en la figura 5.9

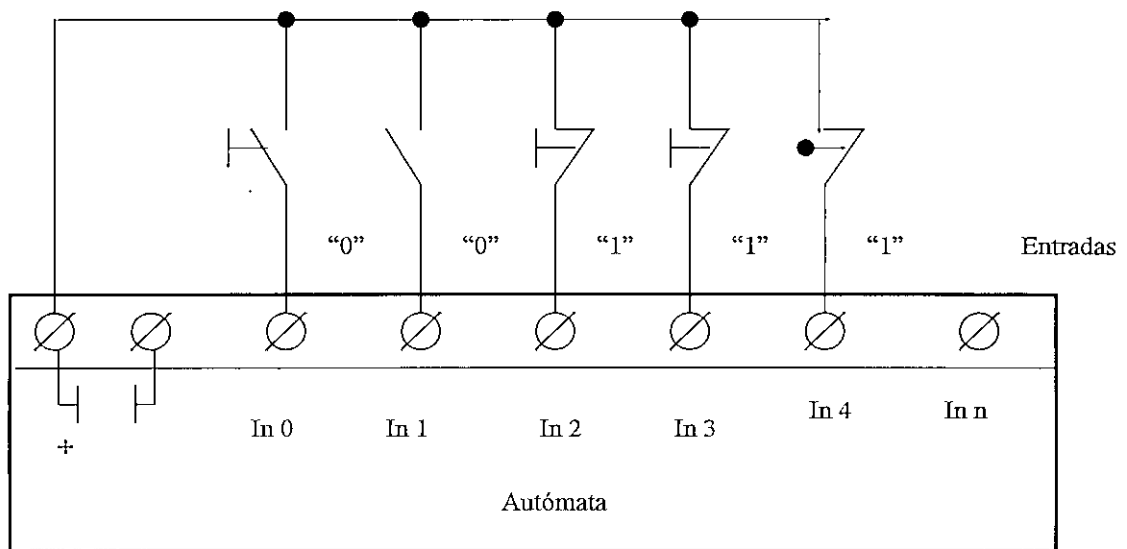


Figura 5.9- Conexionado de las entradas del PLC de los contactos sin tensión

b) Captadores con tensión. Los elementos de este tipo pueden ser:

- Detector de proximidad
- Célula fotoeléctrica
- Otros

Para elegir en el mercado estos elementos se los realizará de tal forma que su tensión de trabajo coincida con la tensión del PLC. En la figura 5.10 se puede observar la disposición del conexionado de este tipo de entradas.

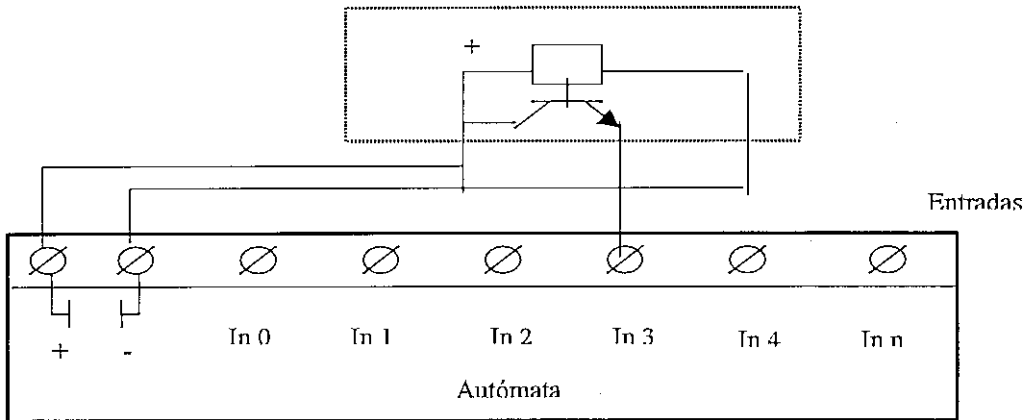


Figura 5.10: Conexionado de las entradas del PLC captadores con tensión

Si el requerimiento de intensidad de los captadores es superior a dicha fuente, es necesario conectar en paralelo otra fuente capaz de suplir la carencia, según indica la figura 5.11.

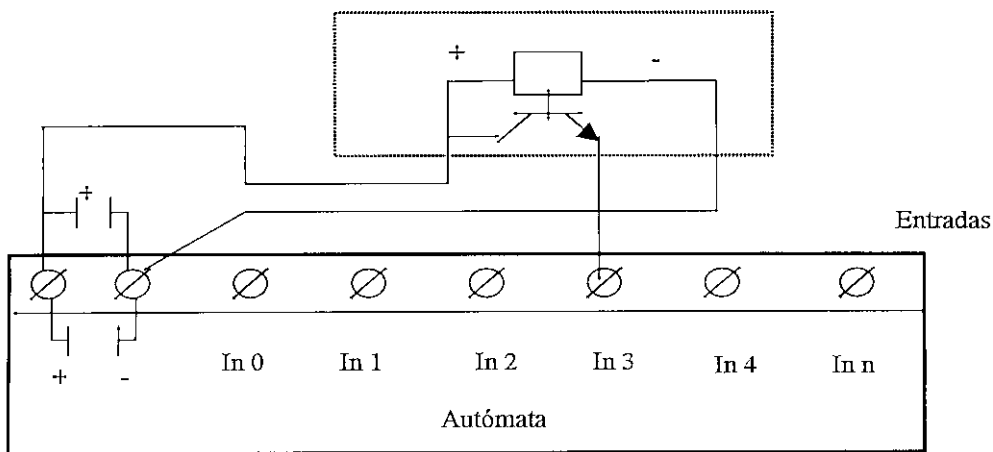


Figura 5.11 Acoplamiento de la fuente de alimentación auxiliar

### 5.2.3- Procedimiento para conexión de las salidas del PLC

#### Objetivo

Analizar todas las posibilidades de conexión en las salidas de un PLC para los circuitos de potencia.

#### Equipo

- PLC
- Relés
- Contactores
- Elementos a controlar

#### Procedimiento

Realizar un análisis acerca de las salidas de un Controlador Lógico Programable; también es importante conocer el número de salidas con que cuenta el PLC a utilizar.

Tener en cuenta que en los contactos de las salidas del PLC se conectan las cargas o actuadores, bien directamente, bien a través de otros elementos de mando, como pueden ser los contactores por medio de sus bobinas.

Analizar la distribución de las salidas en varios grupos independientes de 1, 2, 3, 4, 5, etc. contactos de tal forma que se puedan utilizar varias tensiones, según las necesidades de las cargas. Cada grupo debe estar limitado del tipo de carga, resistiva o inductiva.

Las tarjetas de salidas del PLC pueden ser de tres tipos distintos:

- Salidas a relés
- Salidas a triacs
- Salidas a transistores los mismos que pueden ser NPN o PNP

La elección en el momento de su compra de un tipo u otro ha de venir razonado en función de los tipos de carga que se vayan a acoplar

Como ayuda en esta elección valgan las siguientes indicaciones:

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

Antes de conectar elemento alguno a las salidas del PLC se debe analizar y tener en cuenta las limitaciones siguientes

- 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 posee el PLC
- El margen de los valores de tensiones que se vaya a aplicar tanto en corriente alterna como en corriente continua 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 corriente alterna como para corriente continua. 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

Analizar las distintas posibilidades de conexión en las salidas del un PLC

A continuación figuran algunas posibilidades de conexión de los actuadores en las salidas del PLC. La comprensión de estos ejemplos hará que se encuentre en condiciones de dar solución a cualquier necesidad que se presente.

Conexión en un grupo de salidas comunes o de igual tensión. En este caso tal y como se muestra en la Figura 5. 12 es necesario que:

- Las tensiones de los elementos acoplados sean iguales, y que esta tensión este dentro de los márgenes indicados por las especificaciones del PLC.

- Que la intensidad total y las intensidades parciales se encuentren también dentro de los mismos márgenes.

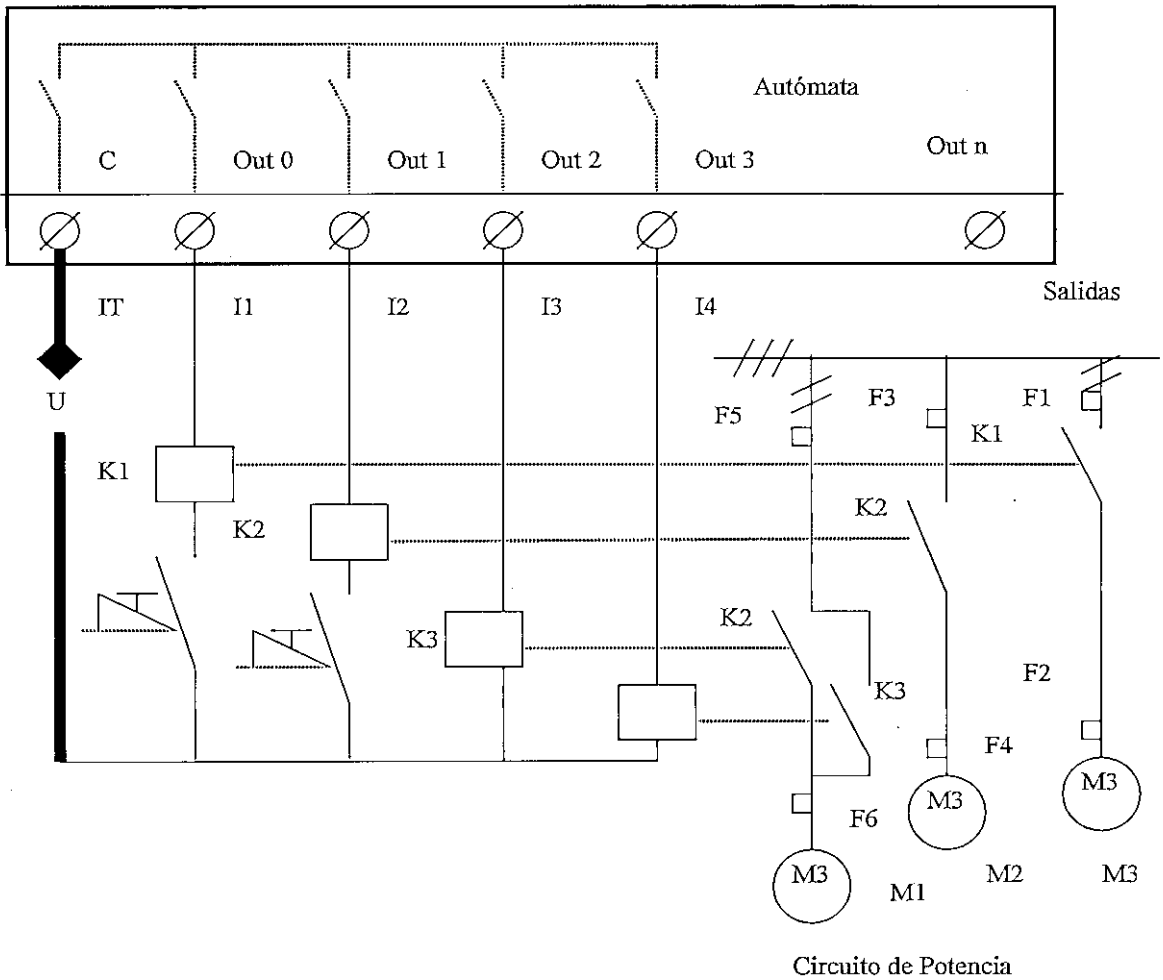


Figura 5.12: Conexión en grupos de salidas comunes

- Acoplamiento directo e indirecto de cargas. En este caso, cuando el consumo de una carga es muy pequeño se puede acoplar ésta directamente a la salida, como es el caso del tubo fluorescente (E1) y de la lámpara (H1) en la figura 5.13. En el resto de casos el mando ha de hacerse a través de relés, contactores, electroválvulas.

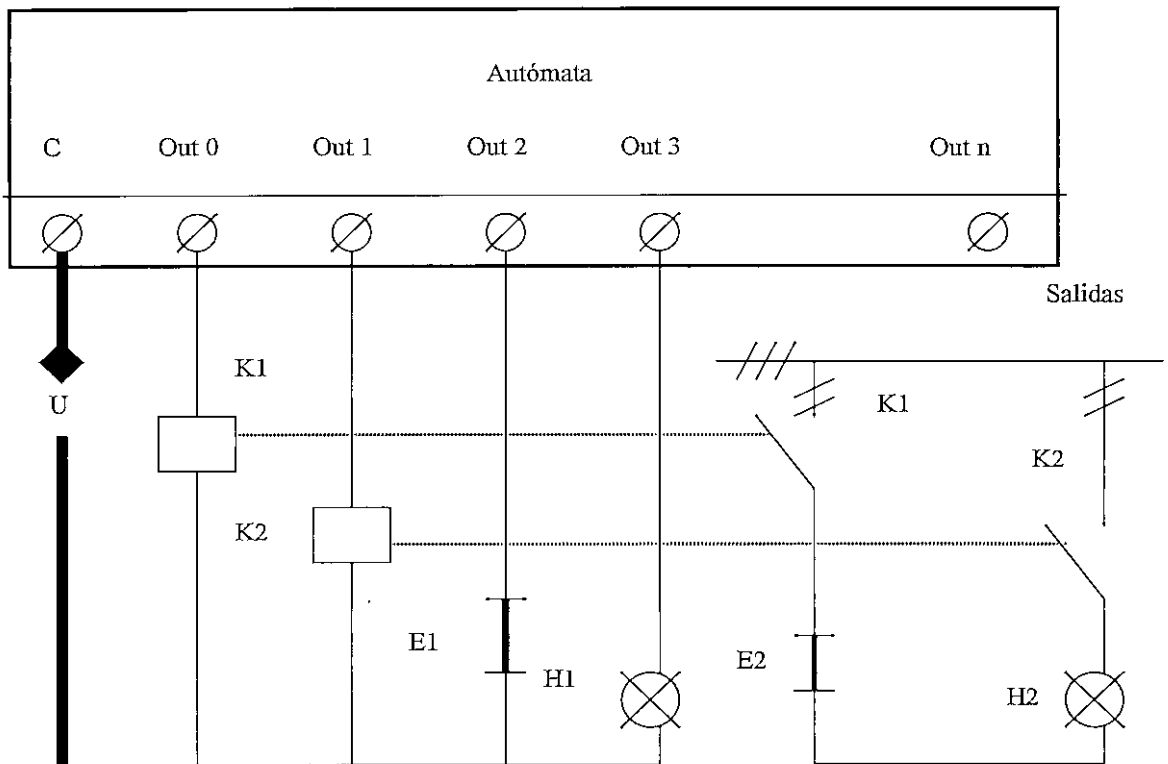


Figura 5.13 Acoplamiento directo e indirecto de las cargas

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 PLC, los procedimientos que se puede seguir son los siguientes:

- Utilizar dos o más contactos de salida puenteados. Este procedimiento no es recomendable, en general, debido al valor que económicamente representa un contacto de salida.
- Situar un relé intermedio, K1, como en la figura 5.14. cuyo consumo de intensidad que asumirá el contacto de dicho relé en serie con la bobina del contactor K2 sí puede soportar esa intensidad.

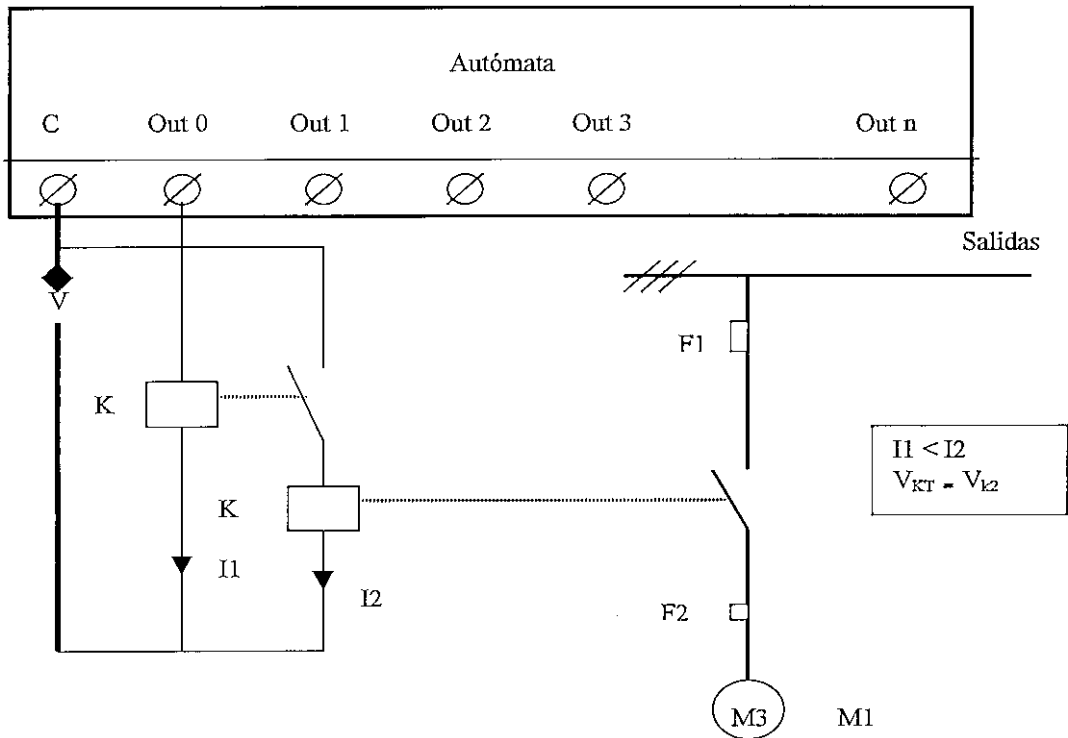


Figura 5.14: Acoplamiento de actuadores de gran consumo -- Bobinas de relés de igual tensión

3) Cuando el valor de la tensión en ambas bobinas es idéntico, el circuito a utilizar sería el de la figura 5.15. Si las tensiones son distintas se encontrará con el circuito de la figura 5.16.

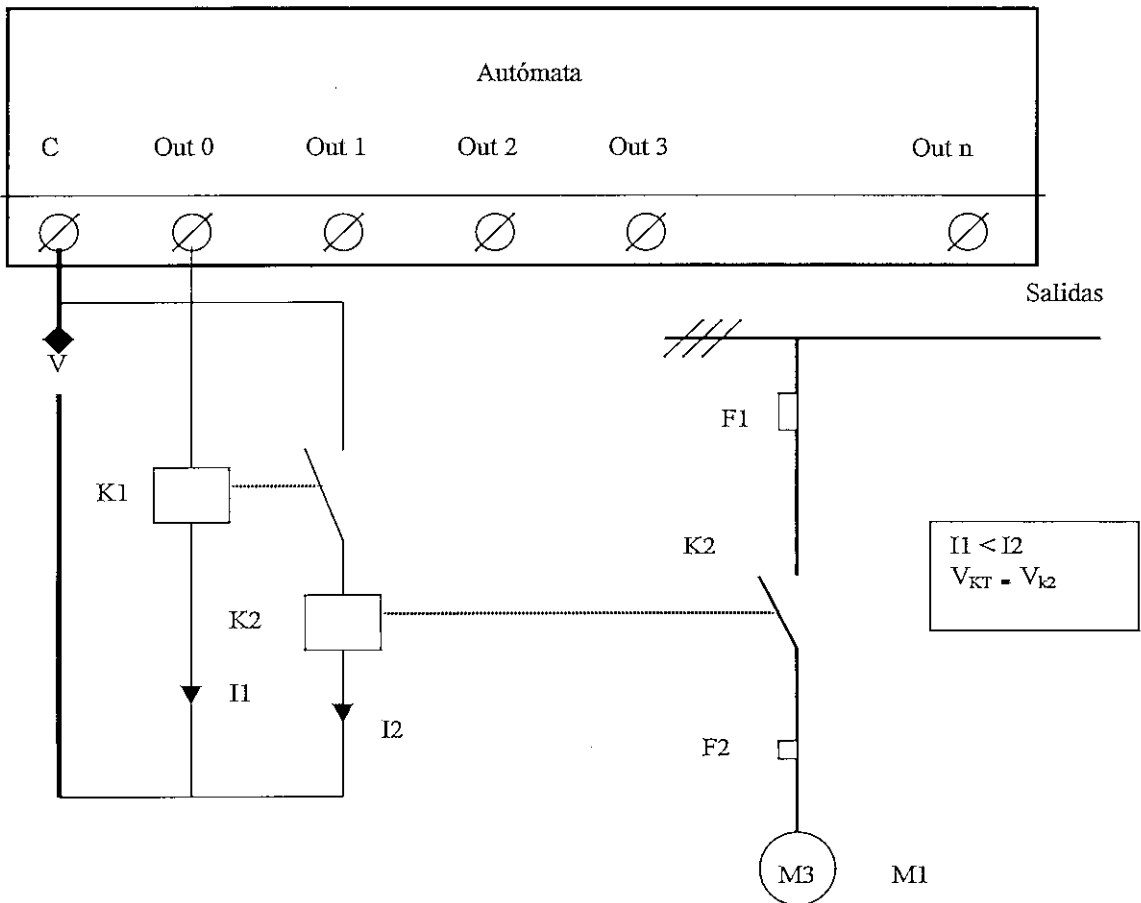


Figura 5.15: Acoplamiento de actuadores de gran consumo -- Bobinas de relés de igual tensión

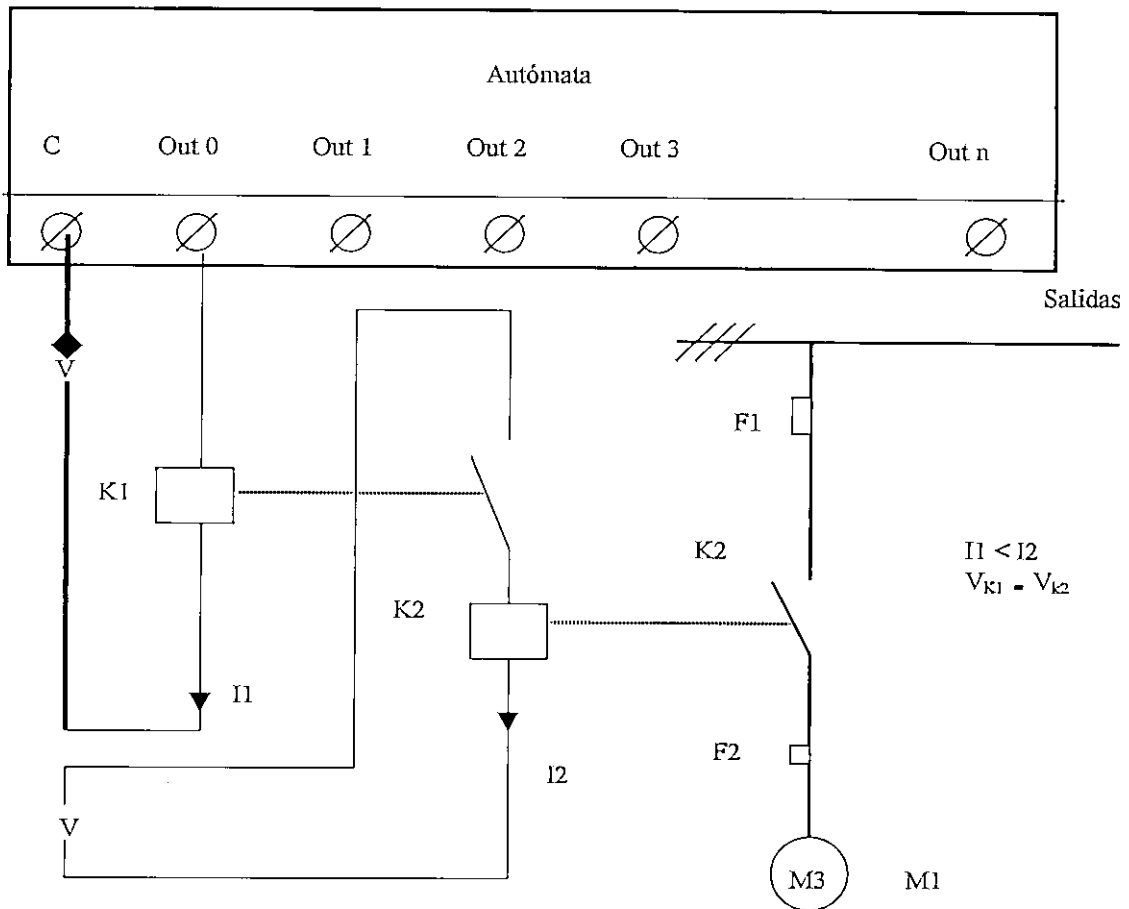


Figura 5.16: Acoplamiento de actuadores de gran consumo – Bobinas de relés de tensión distinta

## 5.2.4- Protectores de un PLC

### Objetivo

Analizar las posibilidades de conexión de circuitos protectores para las cargas aplicadas a las salidas del PLC.

### Equipo

- PLC.
- Resistencias.
- Condensadores
- Varistor
- Diodos.

### Procedimiento

Analizar que clase de carga es la que se va aplicar a la salida del PLC.

Verificar que clase de protección es correcta para la carga que se va a aplicar a la salida, y si es necesario una protección adicional a la que se encuentra internamente del PLC.

Identificar las clases de protecciones para las diferentes cargas:

Las cargas en las salidas se pueden clasificar en: cargas en c.c. y 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 internos y contactos de relés, los

fabricantes acoplan internamente un circuito de protección compuesto por un condensador y una resistencia - circuito RC - o bien un varistor. Las figuras 5.17 y 5.18 corresponden a los circuitos descritos.

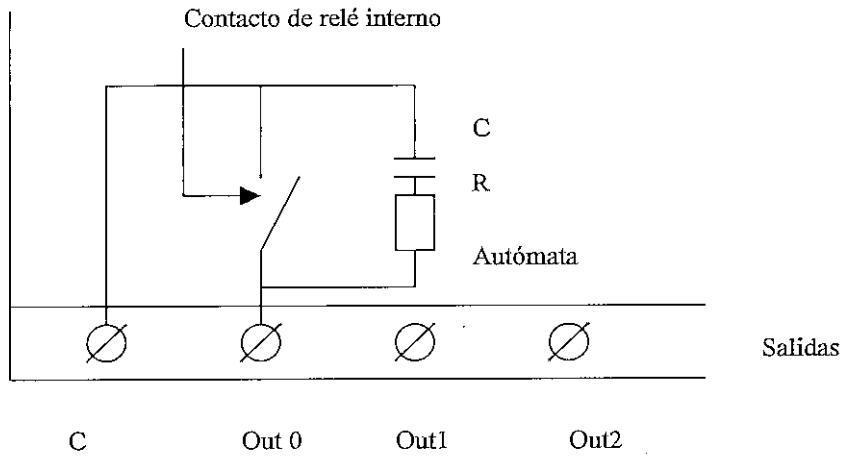


Figura 5.17 Circuito protector RC en paralelo con el contacto del relé de salida.

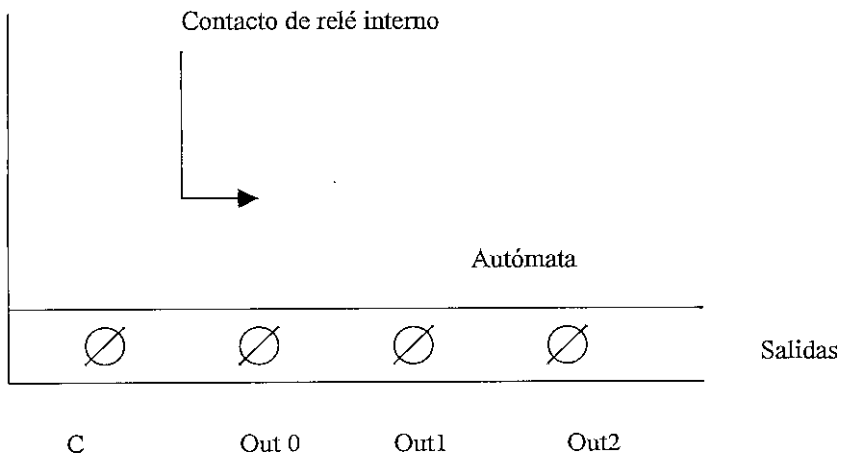


Figura 5.18 Circuito protector con bastidor en paralelo con el contacto de relé de salida

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

En el caso de cargas en c.c., los circuitos a acoplar serían los circuitos que corresponden a las figuras 5.19 y 5.20 para circuitos con reducido número de maniobras, y la figura 5.21 para cuando el número de maniobras es elevado. Cuando las cargas son del tipo resistivo, no es necesario acoplar circuito alguno.

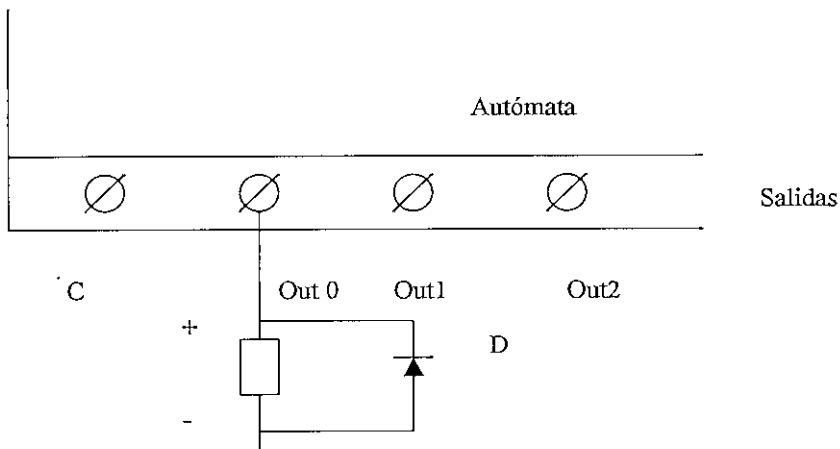


Figura 5.19: Protección mediante diodo de cargas inductivas en bajo número de maniobras

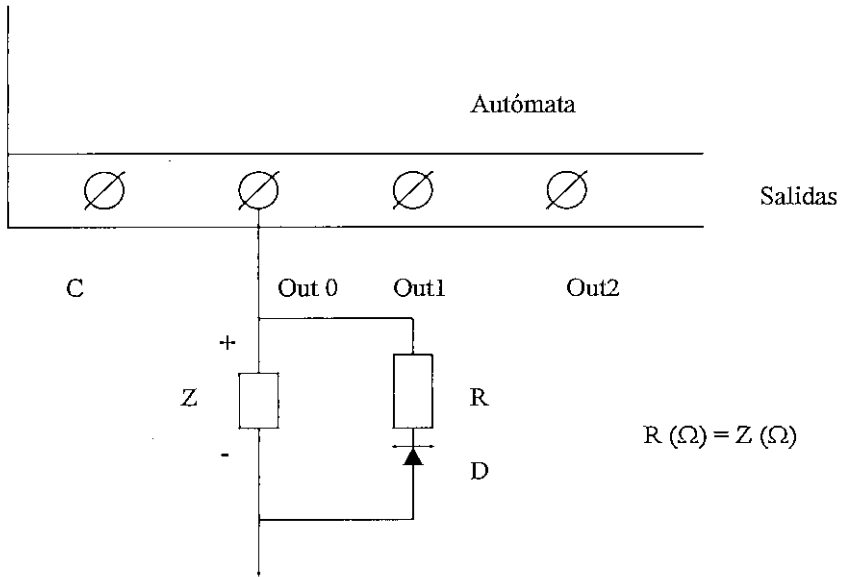


Figura 5.20 Protección mediante diodo y resistencias de cargas inductivas en c.c. con bajo número de maniobras

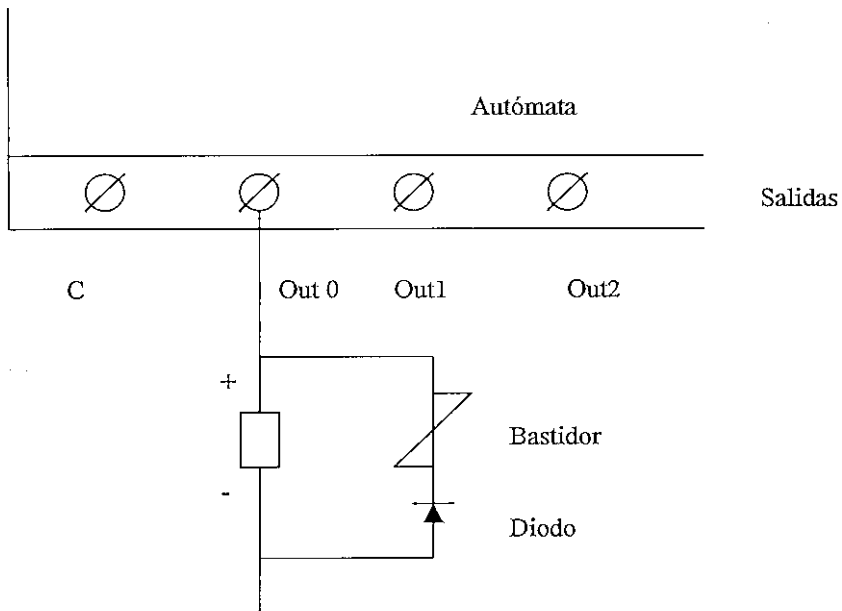


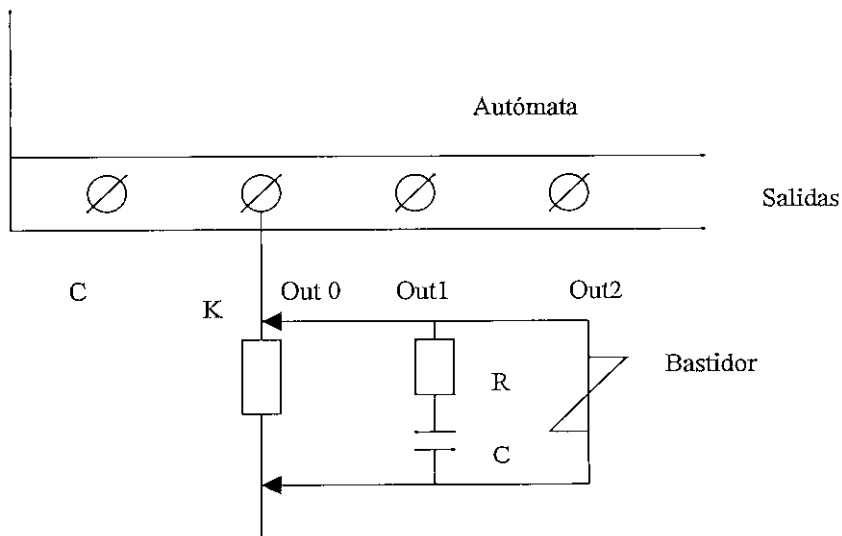
Figura 5.21 Protección mediante diodo y bastidor (VDR) de cargas inductivas en C.C con elevado número de maniobras

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

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

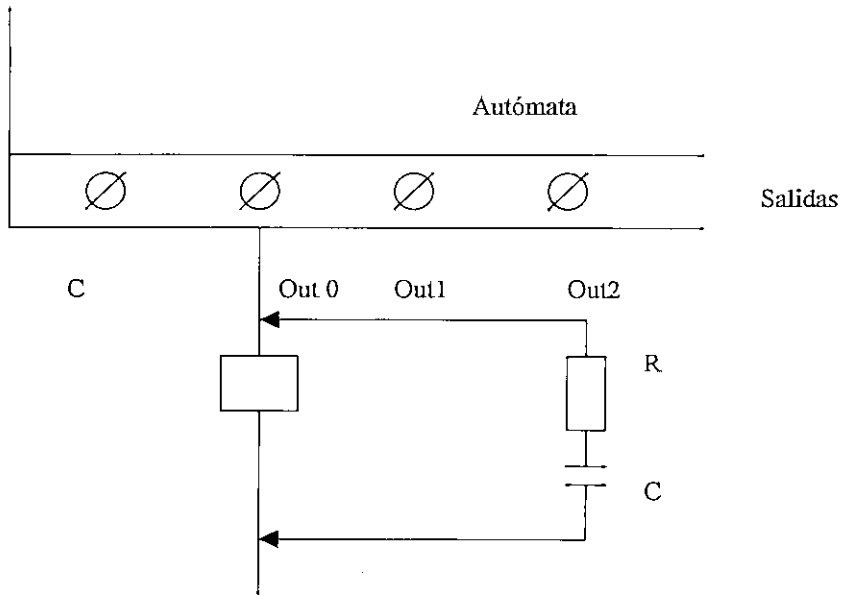
En el primer caso, el circuito más conveniente es el de figura 5.22

En el segundo caso, puede ocurrir que la intensidad de fuga del circuito RC interno, y durante algunos segundos, mantenga alimentada la bobina de impedancia del contactor de salida. El circuito que se va a utilizar en este caso es el de la figura 5.23, pero calculando los valores de R y C



Los valores de R y C deben ser calculadas

Figura 5.22: Circuito de protección para cargas en C.A. de alta inductancia



Los valores de R y C deben ser calculados

Figura 5.23: Circuito de protección para carga en C.A. de alta independencia

### 5.2.5- Procedimiento para la instalación PLC.

#### Objetivo

Determinar como se debe realizar la correcta instalación de un Controlador Lógico Programable.

#### Equipo

- PLC.
- Cables de conexión.
- Fuentes de alimentación
- Las protecciones correspondientes.

- Regletas de horneras.
- Canaletas de cableado
- Interruptor de alimentación

### **Procedimiento**

Se debe tener en consideración las condiciones ambientales del lugar donde se va a realizar la instalación del PLC

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 , etc.
- No exposición directa a 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 5 grados centígrados o donde los bruscos cambios puedan dar origen a condensaciones.
- Tampoco es posible situarlos en ambientes donde la humedad relativa se encuentra aproximadamente por debajo del 20 % o por encima del 90 %
- Ausencia de polvo y ambientes salinos
- Por seguridad es necesario un ambiente exento de gases inflamables
- Evitar situarlo junto a líneas de alta tensión , siendo la distancia variable en función del valor de dicha tensión

El PLC debe ser situado en un armario metálico. Antes de elegir el mismo se ha de conocer si éste necesita de 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 de generador de calor que la elimine

El armario metálico se elegirá del tamaño adecuado para que contenga de una forma despejada no sólo el PLC , sitio todos los elementos que se encuentran junto a él . de modo que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento.

Los elementos a que se hacia alusión pueden ser los siguientes:

- Interruptor o interruptores de alimentación
- Las protecciones correspondientes.
- Relés , contadores , etc.
- Fuentes de alimentación
- Regletas de bornas.
- Canaletas de cableado.

El PLC puede situarse en distintas posiciones, pero, en general , éste 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, contadores, etc. , son generadores de campos magnéticos debido a sus bobinas, por lo que es recomendable alejados lo más posible de la CPU y de las I/O . De igual modo, los transformadores estarán lo más alejados posible 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 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.

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

- Separar 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, etc. , discurrirán por canaleta distinta de los cables de E/S

En cuanto al cableado externo, hay que tener en cuenta lo siguientes:

- Los cables de alimentación y los de E/S discurrirán por distinto tubo o canaleta, siendo recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 centímetros, si discurren 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

Para la alimentación del PLC, otros factores importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- 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 magnetotérmicos , fusibles, etc., 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 5.24 es un posible circuito de alimentación al PLC. Algunos fabricantes en el manual de instrucciones indican el circuito que ellos consideran más eficaz para un determinado Automata.

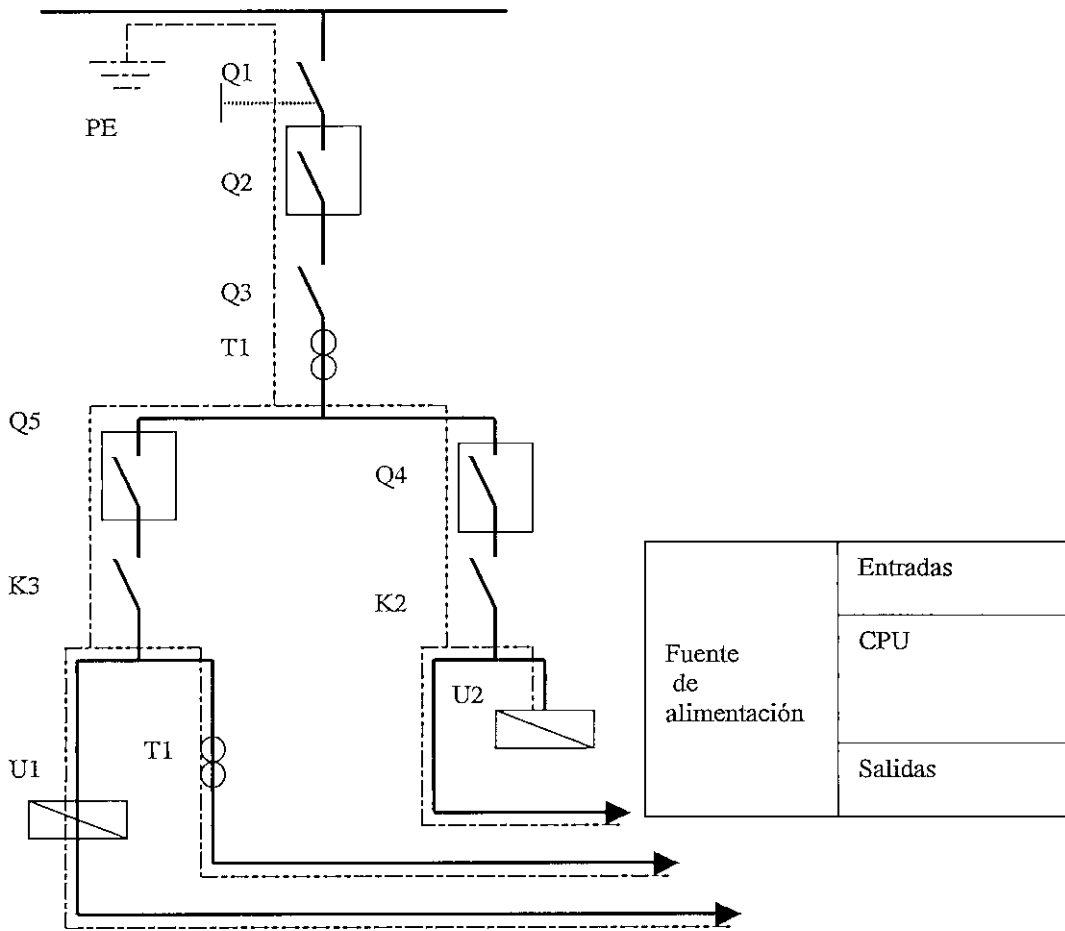


Figura 5.24 Circuito de potencia para alimentación del PLC

Lectura:

PE : Toma de tierra

Q1 : Interruptor general con accionamiento manual girando

Q2 : Interruptor general automático

Q3 : Interruptor diferencial

Q4 : Interruptor automático , alimentación PLC

Q5 : Interruptor automático , alimentación salidas

Ti : Transformador protector de interferencias de línea de relación 1:1

T2 : Transformador adaptador de tensión y/o protector de salidas del PLC cuando éstas no están protegidas de cortocircuitos (si fuera necesario)

K2/K3 : Contactores circuitos de alimentación PLC y salidas.

UI : Fuente de alimentación 24/48/110V para salidas a c.c.

U2 : Fuente de alimentación auxiliar

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 las salidas, etc.

La figura 5.25 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

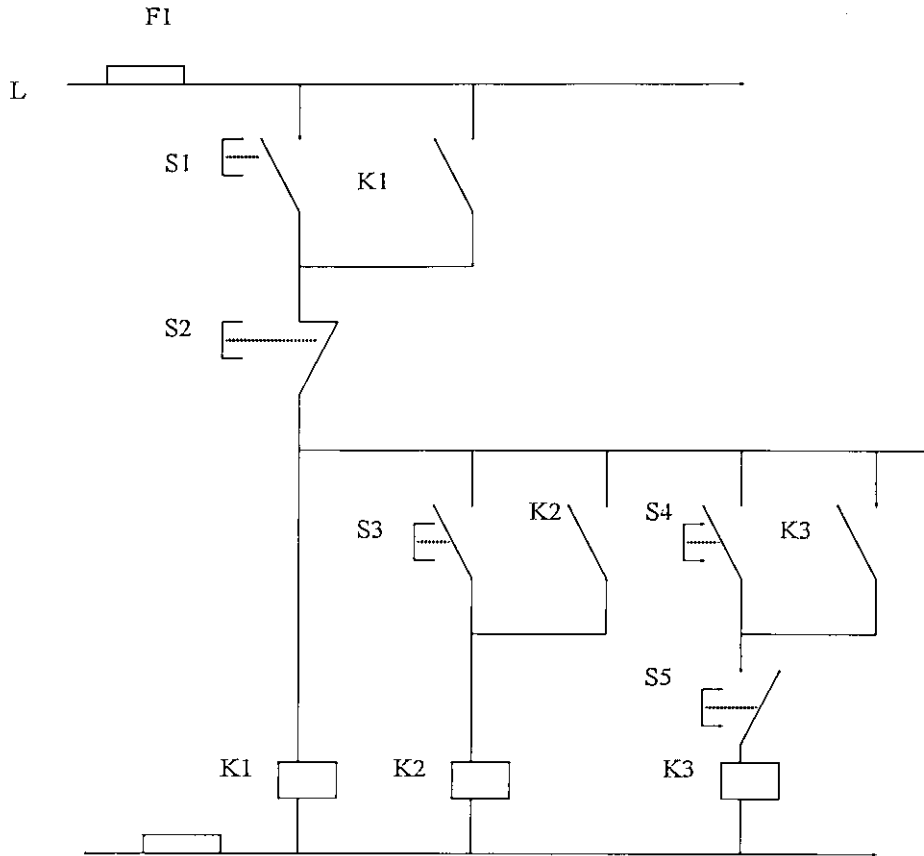


Figura 5.25 Circuito de mando para alimentación del PLC

### 5.2.6 Procedimiento para realizar el mantenimiento del PLC.

#### Objetivos

Identificar los pasos necesarios para realizar el mantenimiento del Controlador Lógico Programable.

## Equipo

- Algodón y alcohol (para limpieza de contactos)
- Herramientas de instalador.
- Polímetro de agua de clase 0,5 o digital
- Osciloscopio
- Termómetro e higrómetro

## Procedimiento

Determinar si el PLC necesita un mantenimiento preventivo o inspección periódica.

En caso de ser inspección ha de tener una periodicidad tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema y puede variar desde semanalmente hasta anualmente

Cuando se realice el 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 fecha y, en apartado significativo, las averías detectadas y corregidas. Los datos podrían ser entre otros:

Inspección visual de:

- Elementos mecánicos: ¿Están firmemente sujetos tanto el Autómatas como demás elementos?, ¿Hay algún cable suelto o roto?, ¿Están los tornillos suficientemente apretados?, etc.

- CPU y E/S: ¿Hay señal de los leds indicativos de diagnóstico d CPU y F/S?

#### Condiciones ambientales

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

#### 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 VEIS son correctas?

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

- Algodón y alcohol (para limpiar contactos).
- Herramientas de instalador
- Polímetro de aguja de clase 0,5 o digital
- Osciloscopio.
- Termómetro e hidrógeno.

Al realizar el mantenimiento se podrá localizar y reparar las averías que se produzcan

Cuando hay la detección de averías imputables al PLC se determinan generalmente por los procedimientos que el fabricante ha desarrollado:

Por 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

Algunos fabricantes en el apartado de localización de averías que incluyen en el manual han desarrollado unos organigramas que siguiéndolos en el orden establecido permiten localizar la avería producida.

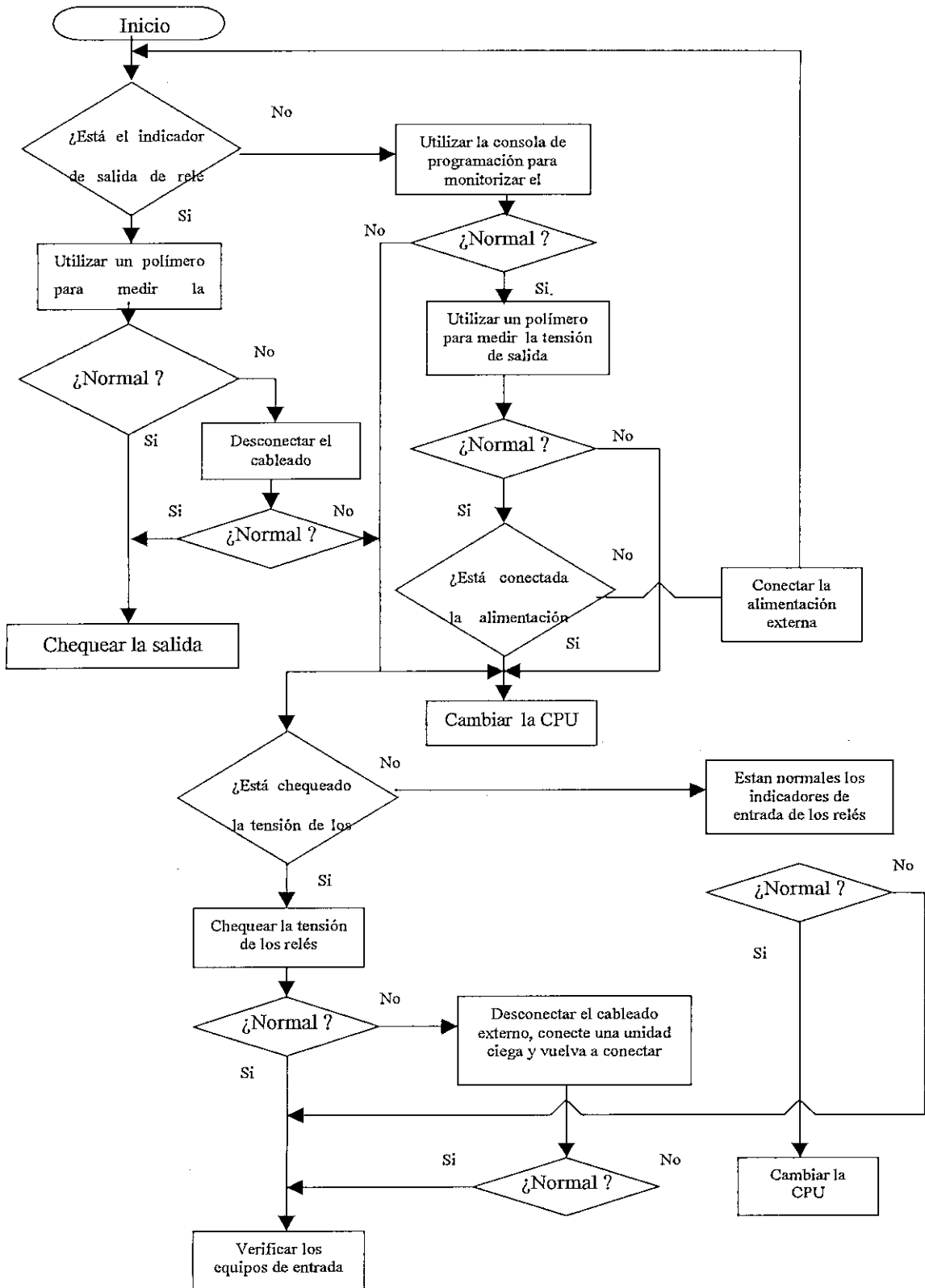


Figura 5.26: Organigrama para la localización de averías en un circuito de entradas y salidas

## CAPITULO VI

### METODOLOGIA E IMPLEMENTACION

#### 6.1. METODOLOGIA

##### 6.1.1. Requerimientos de una empresa local tipo

La aplicación práctica y uso del PLC, se ha realizado en el local Bongo's Karaoke, ubicado en la ciudad de Ambato en las calles Mera y Sucre en el Edificio denominado Unicentro "GT", el cual consta de 6 plantas. En este local, después de un análisis minucioso se ha encontrado varias necesidades de automatización, para lo cual se ha visto necesario los siguientes requerimientos:

- La automatización del sistema eléctrico
- Luminarias
- Letrero Eléctrico
- La automatización del sistema de alarma y sirena
- Control electrónico de la utilización del karaoke
- Control electrónico del tiempo de utilización de la billa
- Control de encendido de luminarias de los baños

##### 6.1.2- Consideraciones de automatización

Entre los diversos sistemas de automatización es fundamental las descripciones de las áreas de funciones y en la asignación de recursos.

### 6.1.2.1- Entradas y salidas utilizadas

A continuación detallamos la distribución de las entradas y salidas del PLC:

- I1 Entrada para luces del día
- I2 Entrada para luces de la noche
- I3 Entrada para el contador del Karaoke
- I4 Entrada de reseteo del karaoke
- I5 Entrada para luces y contador de la billa
- I6 Entrada de parada del contador de la billa
- I7 Entrada de reseteo del contador de la billa
- I8 Entrada para luces del baño de mujeres
- I9 Entrada para luces del baño de hombres
- I10 Entrada para la alarma de seguridad
- I11 Entrada para desconectar la alarma
- I12 Libre
- Q1 Salida para luces del día
- Q2 Salida para luces de la noche
- Q3 Salida para luces y contador de la billa
- Q4 Salida para luces del baño de mujeres
- Q5 Salida para luces del baño de hombres
- Q6 Salida para la alarma
- Q7 Salida para el letrero
- Q8 Libre
- M1 Marca para el contador del karaoke

- M2 Marca para luces y contador de la billa
- M3 Libre
- M4 Libre

#### **6.1.2.2- Descripción del funcionamiento del PLC LOGO! 230RCL**

Para utilizar el PLC LOGO se debe prenderlo con la palanca de encendido, que se encuentra en la parte externa del armario del LOGO, todos los dispositivos están listos para utilizarlos de acuerdo a la programación, solo debemos conectar los diferentes dispositivos a los tomacorrientes respectivos, tomando en cuenta el voltaje total de los dispositivos, para poner el fusible que proteja y resista el determinado voltaje para cada una de las salidas.

#### **6.1.2.3- Condiciones eléctricas actuales del local.**

- Tiene dos medidores
- Una caja de breakers
- Las instalaciones eléctricas se encuentran en el cielo falso.
- Instalaciones eléctricas:
  - Distribución errónea de los dispositivos
  - Cables con muchas uniones
  - Cables no adecuados
  - Instalaciones eléctricas conectadas a otros medidores
  - Control de dispositivos manuales

#### 6.1.2.4- Diseño de circuitos con cableados de seguridad

Los dispositivos eléctricos requieren cableado permanente con mangueras de protección por motivos de seguridad, para evitar sobre calentamiento y corto circuito, además protecciones con fusibles tanto para las entradas y salidas, en el caso de falla de los sistemas de automatización, ya que pueden producirse un arranque inesperado o un cambio de funcionamiento de los dispositivos o máquinas que controlen en caso de cortes de energía.

En tal caso, se pueden causar heridas graves o deteriorar objetos. Por lo tanto, es preciso utilizar dispositivos de protección contra sobrecargas electromecánicas que funcionen independientemente de la CPU, evitando así las condiciones inseguras como se indica en la figura 6.1.

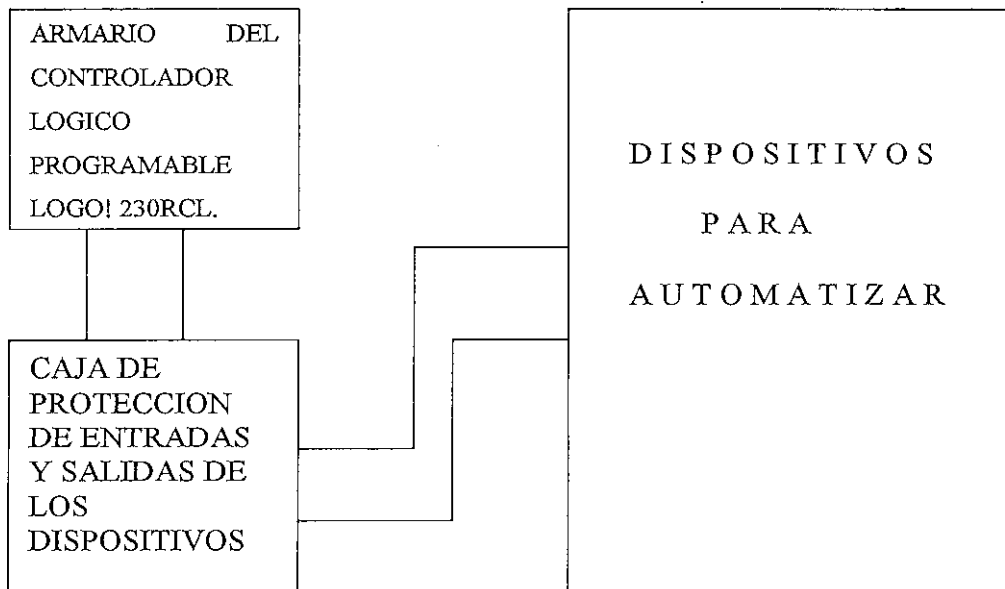


Figura 6.1: Planos de configuración del PLC

### 6.1.3- Análisis de la automatización

Antes de realizar la automatización, se toma en cuenta las especificaciones técnicas del proceso a automatizar del local y su correcta interpretación como se indica en la figura 6.2.

Descripción de los numerales de la Figura 6.2:

1. Ubicación del LOGO230!RCL y la caja de protección de entradas y salidas
2. Control electrónico del tiempo de utilización de la billa
3. Control de encendido de luminarias del baño de hombres
4. Control de encendido de luminarias del baño de mujeres
5. La automatización del sistema de alarma y sirena
6. Letrero Eléctrico
7. Control electrónico de la utilización del karaoke
8. Luminarias del día
9. Luminarias de la noche

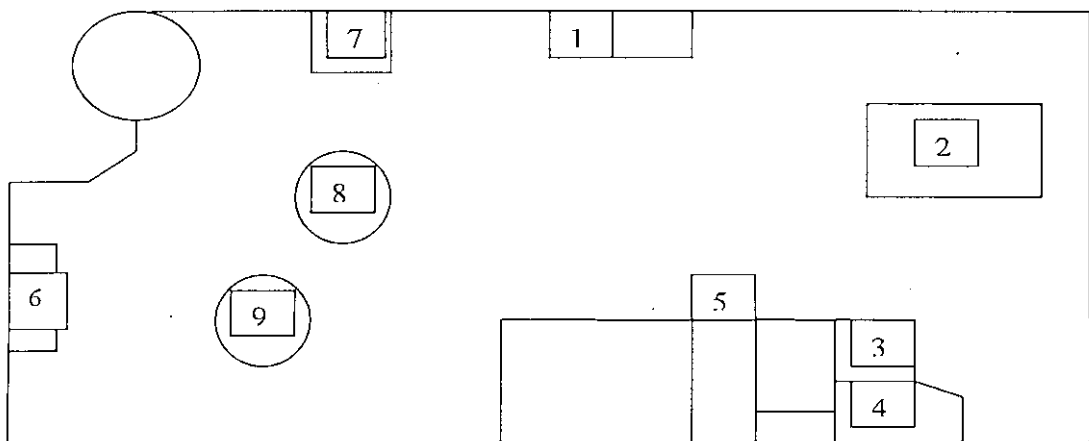


Figura 6.2: Planos de configuración de la planta para el sistema de automatización

#### **6.1.4- Consideraciones técnicas**

El PLC LOGO 230!RLC permite una alimentación de 115/120 V c.c. ó 230/240 V c.a. con una frecuencia de red comprendida entre 47 Hz y 63 Hz.

##### **Consumo:**

- Típico 68 mA para 115 V c.a.
- Típico 45 mA para 230 V c.a.

##### **Potencia disipada:**

- Típico 4,5 W para 230 V c.a.

##### **Compensa fallos de tensión durante**

- Típico 10 ms para 115 V c.a.
- Típico 20 ms para 230 V c.a.

Posee 12 entradas digitales con una tensión idéntica a la de la fuente de alimentación.

Las entradas reconocen el estado 0 con una tensión comprendida entre 0 y 40 V c.a. y el estado 1 con una tensión comprendida entre 79 V y 265 V c.a. A 230 V la corriente de entrada es típicamente 2,5 mA. El retardo tras el que se detecta un cambio del estado es de 50 ms.

Posee 8 salidas de relé hasta 240 V estos relés permiten conmutar a 3A como máximo con carga inductiva o capacitiva y conmutar a 10 A como máximo con carga óhmica.

Se ha tener en cuenta que la carga es válida para cada borne, también para los bornes de los pares de salida Q1/Q2, Q3/Q4, Q5/Q6, Q7/Q8 utilizados conjuntamente.

Lleva integradas las siguientes funciones básicas:

- Y
- O
- INVERSO
- Y-NEGADA
- O-NEGADO
- O-EXCLUSIVO

Lleva integradas las siguientes funciones especiales:

- Retardo de activación
- Retardo de desactivación
- Relé de impulsos de corriente
- Relé de automantenimiento
- Reloj de temporización
- Generador de reloj
- Retardo de activación almacenable
- Contador progresivo/regresivo
- Contador de horas de servicio
- Relé de supresión
- Conmutador de valor de umbral para frecuencias

Incluye un reloj con una reserva de marcha típica de 80 horas. Esto quiere decir que el reloj sigue funcionando aunque la alimentación se interrumpa durante 80 horas.

### **6.1.5- Consideraciones de diseño**

#### **6.1.5.1- Procedimiento para la instalación de un controlador lógico programable**

#### **LOGO! 230RCL.**

#### **Objetivo**

- Determinar como se realiza la instalación de un Controlador Lógico Programable LOGO! 230RCL

#### **Equipo**

- PLC
- Cables de conexión.
- Fuentes de alimentación
- Las protecciones correspondientes.
- Regletas de borneras.
- Canaletas de cableado
- Interruptor de alimentación
- Focos de comprobación
- Foco de encendido
- Foco de luz interna

- Programación de PLCs para realizar un fin específico, como puede ser el encendido/apagado automático de luces, rótulo, alarmas, contadores de tiempo y contadores de utilización.
- Se realizó la automatización de una empresa local tipo, involucrando procesos con temporizadores, contadores, contactores, relés etc., no se utilizó los sensores en esta aplicación por cuestiones económicas de la empresa, dando como alternativa una programación con temporizadores.
- El Objetivo General de elaborar un estudio comparativo entre los PLCs LOGO y SYMATIC, y desarrollar una aplicación práctica para la automatización de la empresa BONGO'S KARAOKE, se la ha cumplido a cabalidad según la meta propuesta.
- En lo que se refiere a la hipótesis de realizar la correcta elección del tipo de PLC, para que la empresa sea más competitiva y mejore su servicio al cliente con un importante ahorro económico, se ha cumplido.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente documento las conclusiones y recomendaciones han sido diversas, ha continuación se detalla las siguientes:

Al cumplir con cada uno de los objetivos planteados y realizar las investigaciones necesarias, se ofrece contenidos que permitan adquirir conocimientos teóricos y una práctica en el manejo de los controladores lógicos programables y el control eléctrico que es, en esencia lo que se persigue con este trabajo.

También se puede concluir que la automatización de los procesos eléctricos, a través del PLC nos da soluciones más sencillas, rentables, y con mayor futuro de aplicación en las empresas.

La combinación de la electrónica y los PLCs es un nuevo paso para mejorar la flexibilidad y la fiabilidad de los automatismos.

En el estudio de cualquier automatismo es necesario seguir un procedimiento o método, como es el estudio previo, estudio técnico y la decisión final de realizarlo.

En una decisión final para elegir el tipo de opción más eficaz, hay que tener en cuenta las ventajas e inconvenientes de cada opción, posibilidad de ampliación, rentabilidad y ahorro económico. Que es la meta propuesta de la presente tesis, por medio del estudio comparativo entre los PLCs LOGO y SIMATIC.

Durante la puesta en funcionamiento del Autómata es necesario conocer las especificaciones del mismo y además tener conocimientos básicos de electrónica.

Para el lector de esta tesis de grado, los temas que nos se encuentren en la sección teórica, se encontrarán en la sección de procedimientos prácticos.

Al finalizar el estudio de esta tesis, concluimos que el control automático de procesos con la utilización de PLCs, optimiza recursos (Costos, personal, etc.) y permite mejorar la productividad, por lo que las empresas deberían optar por esta opción que en su implantación e implementación, podría resultar relativamente costosa, pero cuyas ventajas compensan la inversión como lo demostramos en la presente tesis, en el análisis de rentabilidad .

La Tesis demuestra como automatizar determinados procesos no solamente en un local, sino también, se puede extender a todo un edificio, mediante la utilización del LOGO!  
230RCL.

Por ultimo, se puede concluir que la aplicación de la electrónica digital está muy relacionada con el área de sistemas, por lo que con estas herramientas se puede conseguir automatizar a las industrias y empresas, recomendando su estudio práctico en el área de sistemas en los últimos niveles.

## **BIBLIOGRAFIA**

ING. MARCO VINICIO MOLINA PROAÑO

**PLC Control Neumático**

ING. FRANKLIN SILVA

**PLCS**

INGs. ALEJANDRO PORRAS CRIADO Y ANTONIO PLACIDO MONTANERO

**Autómatas Programables 1998**

INGs. PAULO ANGULO, JORGE MOLINA, MARCELO DAVILA.

**Diagramas para Control Industrial 1998**

ING. JORGE MOLINA M.

**Control Industrial 1999**

## **DIRECCIONES DE INTERNET**

<http://www.plcs.net>

<http://www.cybernomo.com/scm/PLCs/t100mx.htm>

<http://www.rhrtech.com/html/plc.html>

<http://www.exclbr.com/101/plc.htm>

<http://www.ab.com/>

<http://www.apalmertraining.com/plcprice.htm>

<http://www.xtronics.com/Tosh/plc.htm>

<http://www.rhrtech.com/html/plc.html>

<http://www.esmii.com/PLC.htm>

<http://vm.cfsan.fda.gov/~ear/M-B-319.html>

<http://apalmertraining.com/>

<http://www.bgssoft.com/>

- Pulsor de luz interna
- Din
- Base interna de acoplamiento desmontable
- Caja metálica
- Llave triangular
- Caja de protección de entradas y salidas de los dispositivos
- Cerradura con llave

### **Procedimiento**

Se debe tener en consideración todas las normas generales para la instalación de los PLCs. El PLC debe ser situado en un armario metálico, el cual debe tener una buena ventilación y no pueda tener acceso a personal no autorizado.

El tamaño del armario metálico es: 30 cm x 30 cm, con 8 focos de comprobación en la parte inferior externa del mismo, un foco indicador de encendido, un interruptor de encendido, y un pulsor para encender el foco interno que iluminará el interior del armario.

Además una pantalla circular para observar el funcionamiento de las entradas y salidas del PLC, en su interior esta centrado el PLC, a un lado se encuentran dos portafusibles con sus fusibles, el cableado de el logo y el cableado hacia las borneras, que tendrán como destino la caja de protección de entradas y salidas y posteriormente a los dispositivos para automatizar.

La ubicación esta próxima a todos los elementos que se encuentran junto al PLC, de modo que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento.

Los elementos pueden ser los siguientes:

- Interruptor o interruptores de alimentación
- Las protecciones correspondientes.
- Relés, contadores, etc.
- Fuentes de alimentación
- Regletas de borneras.
- Canaletas de cableado.

El PLC puede situarse en distintas posiciones, pero, en general, éste se sitúa horizontalmente sobre el carril DIN. En cuanto a su distribución se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los elementos disipadores de calor no se han tomado en cuenta, ya que el clima es templado, principalmente para el PLC y las fuentes de alimentación.
- Los elementos electromecánicos como, por ejemplo, relés, contadores, etc., generan campos magnéticos debido a sus bobinas, por lo que es recomendable alejarlos lo más posible del PLC. De igual modo, los transformadores estarán lo más alejados posible de cualquier parte del PLC
- Para poder realizar posteriormente un buen cableado, se agruparán separadamente los módulos de entrada de los de salida.

- Para su correcto cableado hay que tener en cuenta unas reglas mínimas entre las que se encuentran:
  1. Separar los cables de las entradas y de las salidas.
  2. Los cables de potencia que alimentan a contactores, fuentes de alimentación, etc., discurrirán por canaleta distinta de los cables de E/S.
- En cuanto al cableado externo, hay que tener en cuenta lo siguiente:
  1. Los cables de alimentación y los de E/S discurrirán por distinto tubo o canaleta, siendo recomendable entre ambos grupos de cables una distancia mínima de 30 centímetros, si discurren 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.
- Para la alimentación del PLC, otros factores importantes a tener en cuenta son los siguientes:
  1. Una tensión estable del valor indicado por el fabricante y exenta en lo posible de picos provocados por otros aparatos de la instalación.
  2. Un circuito de mando que permita conectar y desconectar en el momento preciso el circuito o parte del mismo.
  3. Una caja de protección de entradas y salidas de los dispositivos que facilite una segura conexión.
  4. Una cerradura con llave para que no puedan sustraer el equipo y no tenga acceso personal no autorizado para evitar accidentes.

La descripción de la instalación se encuentra en el Anexo 1.

### **6.1.5.2- Procedimiento para la instalación de la caja de protección de entradas y salidas de los dispositivos para controlador lógico programable LOGO! 230RCL.**

#### **Objetivo**

Determinar como se realiza la instalación de una caja de protección de entradas y salidas de los dispositivos para un Controlador Lógico Programable LOGO! 230RCL

#### **Equipo**

- Caja de madera
- Cables de conexión,
- Conectores para las entradas
- Relés de protección
- Fusibles
- Regleta de borneras.
- Tomacorrientes
- Rectificadores de energía
- Transformador
- Fuente de poder

#### **Procedimiento**

- Se debe tener en consideración todas las normas generales para la instalación de dispositivos eléctricos. Todos los elementos deben ser situados en la caja de madera, a esta caja no puede tener acceso el personal no autorizado.

El tamaño de la caja de madera es: 60 cm x 40 cm x 15cm, con 6 conectores en la parte superior externa, en el medio las borneras, y en la parte inferior externa del mismo los tomacorrientes con sus fusibles correspondientes, en la parte interna se ubica el rectificador y los relés.

La ubicación de la caja esta próxima al PLC para que se pueda realizar un correcto trabajo en las operaciones de cableado y mantenimiento.

- Para poder realizar posteriormente un buen cableado, se agruparán separadamente los módulos de entrada de los de salida.

Para su correcto cableado hay que tener en cuenta las reglas mínimas que se tomaron en consideración en el procedimiento de instalación del PLC.

La descripción de la instalación se encuentra en el Anexo 2

### **6.1.6- Análisis de rentabilidad**

Todos los dispositivos antes mencionados, si fuesen reemplazados por dispositivos manuales tendrían un costo muy alto, y se tendrían que adquirir en tiendas especializadas o se debería hacer una importación. A continuación se detallan los precios de dispositivos mecánicos, para tener una idea aproximada mediante un cálculo matemático.

<b>DISPOSITIVO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Relés de retardo de activación	2	\$ 32.75	\$ 65.50
Reloj de Temporización	3	\$ 35.00	\$ 105.00
Contador progresivo	2	\$ 30.00	\$ 60.00
Relé de retardo de desactivación	2	\$ 32.75	\$ 65.50
Relé de retardo de activación	2	\$ 32.75	\$ 65.50
Generador de reloj	2	\$ 30.00	\$ 60.00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 421.50</b>

El LOGO, permite realizar una distribución adecuada de voltaje, ya que es necesario hacer un análisis previo de las cargas y en esta aplicación en particular, disponemos de dos medidores, los cuales pagan una planilla, la una mayor que la otra, como lo detallamos a continuación:

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>MEDIDOR 1</b>	<b>MEDIDOR2</b>	<b>TOTAL</b>
2000	Mayo	\$30.00	\$15.75	45.75
2000	Junio	\$28.50	\$14.25	42.75
2000	Julio	\$32.30	\$16.75	49.05
2000	Agosto	\$19.40	\$10.75	30.15



Temporizador	5	\$ 45.50	\$ 227.00
Contador	2	\$ 33.00	\$ 66.00
		TOTAL	\$ 625.75

Es importante saber que estos dispositivos vienen separados y no se pueden programar en conjunto.

### 6.1.7- Análisis de la selección del producto

Se tomó en consideración al LOGO de la SIEMENS, ya que son aptos para muchos circuitos de control. Se escogió al LOGO! 230RLC ya que tiene 12 entradas y 8 salidas, que cubren las necesidades técnicas y económicas del local. Se descartó la utilización del LOGO! 230 RC ya que solo tiene 6 entradas y 4 salidas y por los datos técnicos que eran insuficientes para la implantación.

Además, se tomo en cuenta al SIMATIC S7-200, ya que tiene 8 entradas y 6 salidas y se necesita la utilización de una computadora, por otro lado el costo con relación a LOGO era mayor y los accesorios para esta aplicación resultaban costosos. Dando como resultado una inversión inicial muy excesiva.

**6.1.8- Decisión final.-** Los puntos que se deben conocer antes de tomar una decisión, son los siguientes:

- **Costo de manejo y mantenimiento.**

Se debe tomar en cuenta el costo-hora del programador de las revisiones periódicas de acuerdo al análisis de mantenimiento, ya sea preventivo o de acuerdo a la ficha de visita.

- **Posibilidades de ampliación**

Se debe hacer un análisis profundo para escoger el correcto PLC, ya que depende mucho la cantidad de entradas y salidas, por que si fuese necesario después requeriríamos un PLC que tenga ASI, que es un dispositivo, el cual nos permite aumentar las salidas e inclusive trabajar en red con otros PLCs.

## **6.2- IMPLANTACIÓN**

### **6.2.1- Implementación de la solución del PLC**

El PLC esta ubicado dentro del local en el sector administrativo cerca de la caja registradora ya que en aquel sitio entra solo personal autorizado, a 10 cm del LOGO se encuentra la caja de protección de entradas y salidas que es donde se deben conectar todas las salidas, en los diferentes tomacorrientes y de acuerdo a la programación se ejecutará los diferentes procesos.

#### **6.2.1.1 Descripción de las funciones**

- I1 Entrada para luces del día

Las luces se encenderán automáticamente a las 10h:00, además se puede encenderlas o apagarlas con la entrada I1.

- I2 Entrada para luces de la noche

Las luces se encenderán automáticamente a las 18h:00, además se puede encenderlas o apagarlas con la entrada I2.

- I3 Entrada para el contador del Karaoke

Con la entrada I3 se inicia el contador y cada ocasión que sea utilizado para cantar una canción se incrementará en uno, una memoria remanente conservará los datos, en caso de corte de energía, guardando la información hasta 80 horas.

- I4 Entrada de reseteo del karaoke

Con la entrada I4 se resetea el contador, para poder realizar un cierre de caja y reiniciar para que empiece desde cero.

- I5 Entrada para luces y contador de la billa

Con la entrada I5 se inicia el contador de tiempo que se utiliza la billa

- I6 Entrada de parada del contador de la billa

Con la entrada I6 se para el contador sin resetearlo y cada ocasión que se utilice el billar, para el tiempo acumulando con remanencia en el caso de corte de energía, solo contabilizando el tiempo de uso.

- I7 Entrada de reseteo del contador de la billa

Con la entrada I7 se resetea el contador, para poder realizar un cierre de caja y reiniciar para que empiece desde cero.

- I8 Entrada para luces del baño de mujeres

Se enciende con la entrada I8 y se apaga a los 5 minutos automáticamente o se apaga con el pulsor.

- I9 Entrada para luces del baño de hombres

Se enciende con la entrada I9 y se apaga a los 5 minutos automáticamente o se apaga con el pulsor.

- I10 Entrada para la alarma

~~Se enciende con la entrada I10,~~ por medio de un conector electromagnético ubicado en la puerta que es accionado al abrir la puerta.

- I11 Entrada para desconectar la alarma

Si no accionamos la entrada I11, que es el pulsor, en menos de 10 segundos la alarma suena caso contrario se desactiva.

- I12 Libre

- Q1 Salida para luces del día

- Q2 Salida para luces de la noche

- Q3 Salida para luces y contador de la billa

- Q4 Salida para luces del baño de mujeres

- Q5 Salida para luces del baño de hombres

- Q6 Salida para la alarma

- Q7 Salida para el letrero

- Q8 Libre

- M1 Marca para el contador del karaoke

- M2 Marca para luces y contador de la billa

- M3 Libre

- M4 Libre

La programación se lo realizo en Logo y Symatic como lo detallamos en el anexo 3 y 4.

### **6.2.2- Evaluación de la implementación**

En la actualidad las empresas gracias a los PLCs, ya no realizan muchos procedimientos repetitivos; no se invierte mucho dinero en dispositivos manuales, en su lugar se hace una sola inversión, con lo que se obtiene resultados más óptimos en aquellos procedimientos.

Gracias a la tecnología de punta aplicada en los PLCs y a los profesionales informáticos que han incursionado en este campo, ya se puede realizar proyectos de gran trascendencia.

**Los inconvenientes específicos que se han superado son los siguientes:**

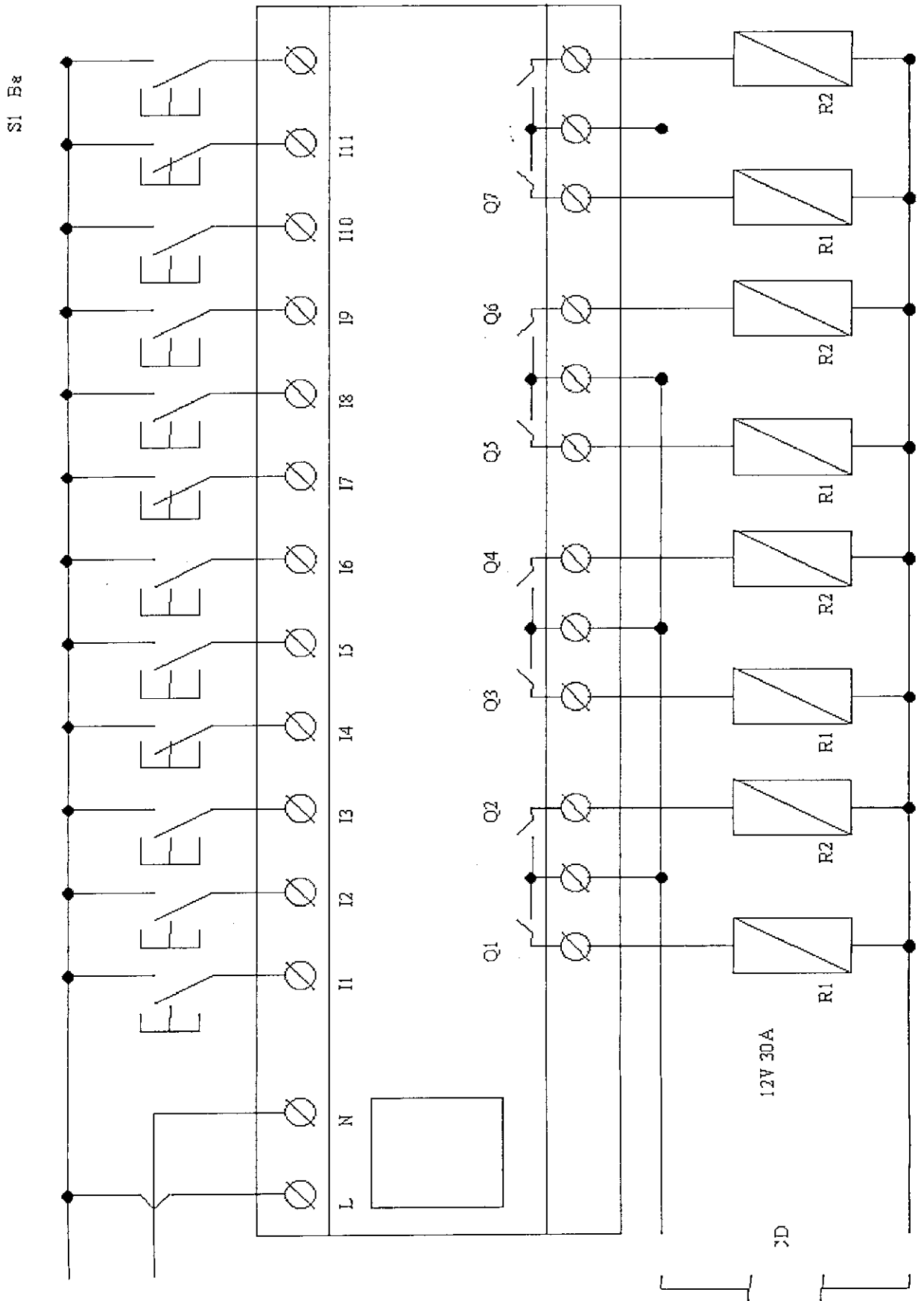
- Procesos repetitivos.
- Costos muy altos.
- Desconocimiento de la automatización.
- Dificultades en la operatividad.
- Procesos Manuales

**Los principales puntos que se han enfocado son los siguientes:**

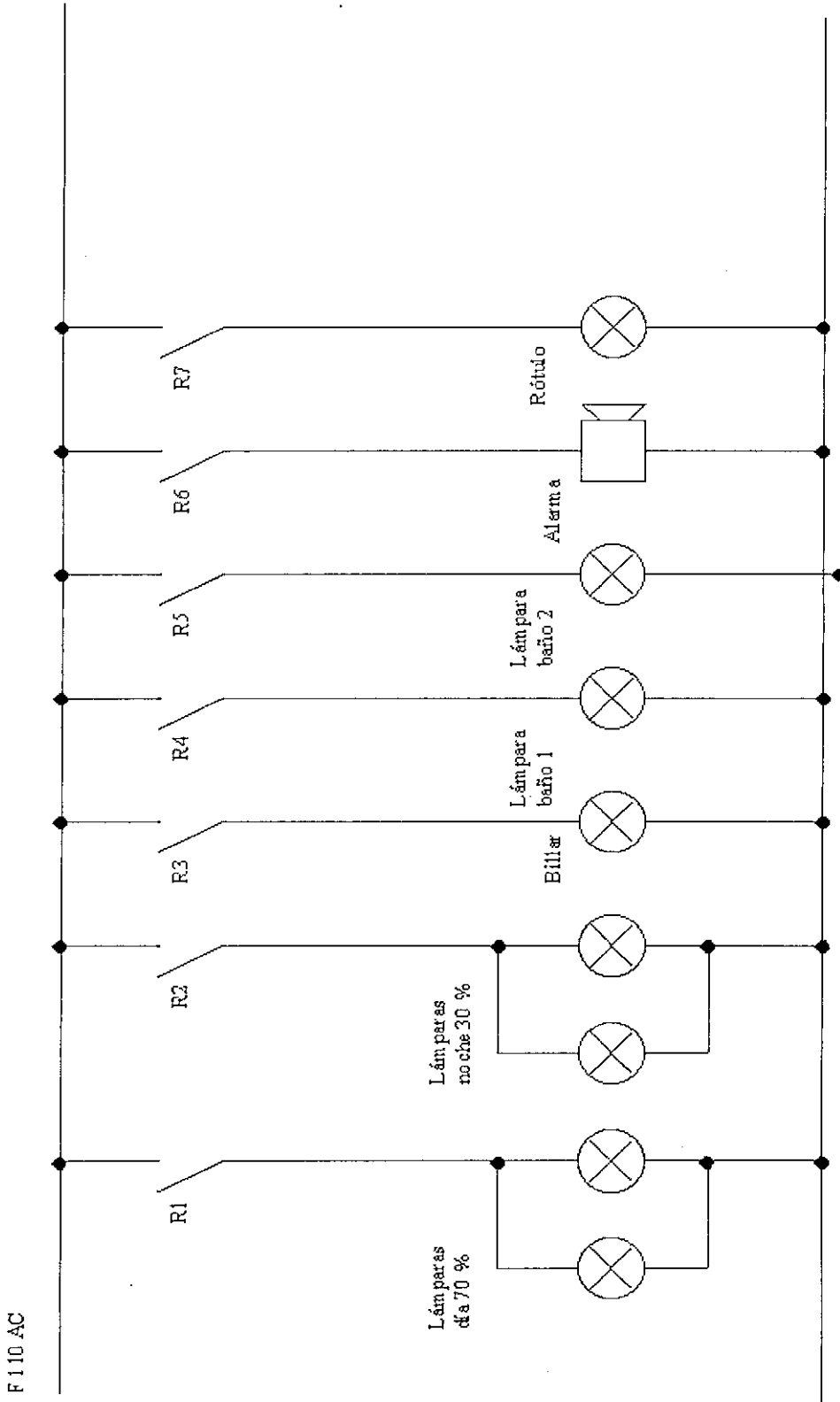
- Se ha realizado un estudio del PLC en general, además sus campos de aplicación.
- Se realizó un estudio comparativo de tipos de PLCs como el LOGO 230!RLC y el SYMATIC S7-200, los aspectos que se consideraron fueron: económico, ventajas y desventajas, programación y propiedades de cada uno.
- Se realizó el estudio de la programación de los PLCs LOGO 230!RLC y el SYMATIC S7-200.



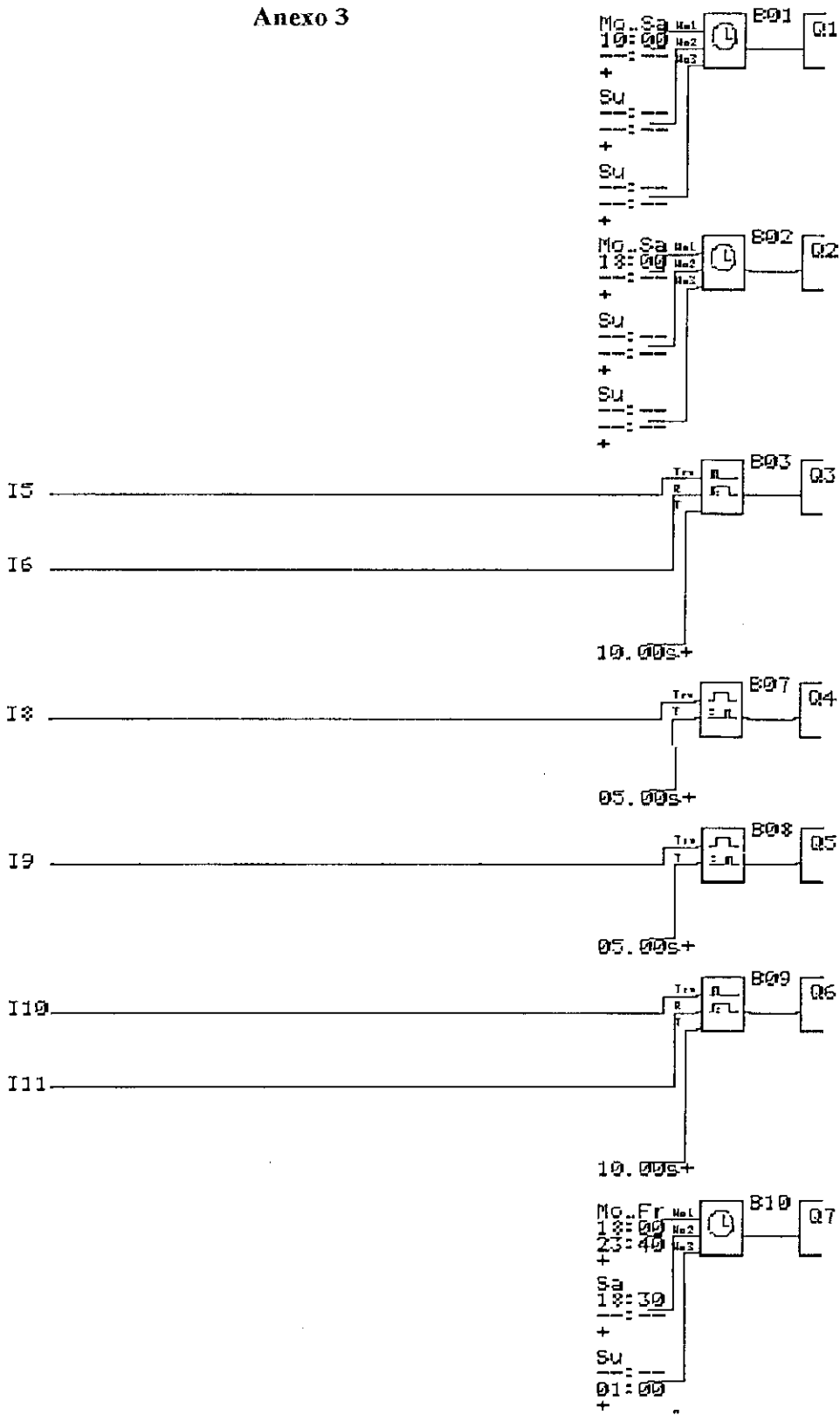
### Anexo 1

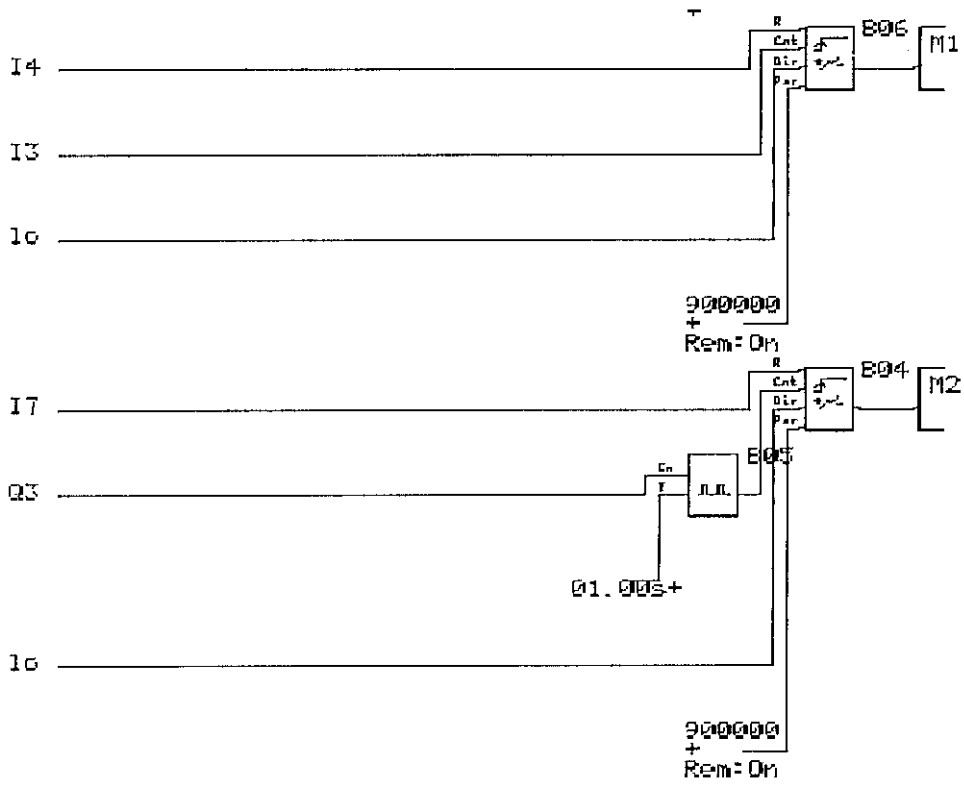


Anexo 2



Anexo 3





### Anexo 4

