

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL PARA CONTROL COMPUTARIZADO UTILIZANDO UN PLC SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 314

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

TIPÁN IZA CARLOS FERNANDO

k-rlitos_fiel@hotmail.com

VILLACÍS ANGOS JAIME RODRIGO

Jaime.villacis@gm.com

DIRECTOR: DR. ÁLVARO AGUINAGA

Alvaroaguinaga@hotmail.com

Quito, abril 2008

DECLARACIÓN

Nosotros, TIPÁN IZA CARLOS FERNANDO, y VILLACÍS ANGOS JAIME RODRIGO, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, según lo establecido por la Ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

TIPÁN IZA CARLOS FERNANDO

VILLACÍS ANGOS JAIME RODRIGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores, TIPÁN IZA CARLOS FERNANDO, y VILLACÍS ANGOS JAIME RODRIGO, bajo mi dirección.

Dr. Álvaro Aguinaga
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Yo, Carlos Fernando Tipán Iza, a la culminación de este proyecto agradezco a Dios por darme la oportunidad de poder concluir esta etapa de mi vida.

A toda mi familia, pero muy en especial a mi prima “Clemencia”, ya que con su ejemplo, su incondicional y constante apoyo me ayudo a crecer en mi vida personal y profesional.

A mis maestros que con toda dedicación me transmitieron sus conocimientos para formarme como un buen profesional, sobre todo el más sincero agradecimiento al Dr. Álvaro Aguinaga que con su guía y su paciencia fue posible hacer realidad este proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres “José y Laura”, quienes con tanto sacrificio, amor y comprensión me supieron apoyar en todo sentido para llegar a ser un buen profesional y se sientan muy orgullosos de su hijo.

A mis hermanos “Eduardo, Pato, Tony”, ellos que con su ayuda y cariño me dieron animo de seguir adelante.

A todos ellos dedico este proyecto que representa el trabajo, esfuerzo y apoyo de mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTO

Yo, Jaime Rodrigo Villacís Angos, agradezco a Dios por todas las bendiciones recibidas, ya que en su infinita gloria me dio la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa Universidad.

A mis padres, Ángel y Maria quienes con su amor y paciencia guiaron mis primeros pasos para siempre estar en el camino del bien, que Dios les bendiga y cuide siempre "Gracias papis".

A mis hermanos, por estar a mi lado animándome a seguir siempre adelante, de ellos tengo un grato recuerdo, gracias hermanos "Evita, Guillermo, Marcelo, Katherine"

A mis maestros, que con sus enseñanzas y consejos me encaminaron en el sendero del buen vivir y en especial al Dr. Álvaro Aguinaga por su paciencia y dedicación hizo posible este proyecto.

A mis amigos, que me acompañaron en este camino siempre los recordare como un grupo de hermanos de estudio "Gracias mis amigos del alma" que su vida este lleno de éxitos.

DEDICATORIA

Con Dios como testigo dedico este proyecto al gran sacrificio de mis padres los cuales hicieron posible que hoy sea un profesional y han hecho de mí y mis hermanos, hombres trabajadores, honestos, y responsables demostrando así ser unos buenos ciudadanos que estamos al servicio de esta Patria.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
DEFINICIONES Y GENERALIDADES	
1.1 INTRODUCCIÓN	8
1.2 IMPORTANCIA DEL CONTROL AUTOMÁTICO	8
1.3 PROCESOS	10
1.4 SISTEMAS	11
1.4.1 ENTRADAS Y SALIDAS	11
1.4.1.1 Entradas	12
1.4.1.2 Salidas	13
1.4.2 ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS	13
1.4.2.1 Captadores Pasivos	14
1.4.2.2 Captadores Activos	14
1.4.3 MÓDULO DE SALIDAS	15
1.4.3.1 Módulos de salidas a relés	15
1.4.3.2 Módulos de salidas a triacs	16
1.4.3.3 Módulos de salidas a transistores a colector abierto	16
1.4.4 MÓDULOS ESPECIALES	17
1.4.5 BUS	19
1.4.6 VARIABLES	19
1.4.7 TIPOS DE SEÑALES	21
1.4.7.1 Señales analógicas	21
1.4.7.2 Señales digitales	21
1.4.8 FUENTE DE PODER	22

1.5 ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL	22
1.5.1 SISTEMAS DE CONTROL RETROALIMENTADOS	22
1.5.2 SISTEMA DE CICLO CERRADO	23
1.5.3 SISTEMA DE CICLO ABIERTO	23
1.6 PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES	23
1.7 PROGRAMACIÓN Y LENGUAJES	24
1.7.1 CONCEPTO DE PROGRAMA	25
1.7.2 LENGUAJES DE ESCALERA (TIPO NEMA)	26
1.7.3 INSTRUCCIONES O BOOLEANA	26
1.7.4 PLANO DE FUNCIONES “FBD”	26
1.8 SISTEMAS LÓGICOS “ÁLGEBRA DE BOOLE”	27
1.9 PROGRAMACIÓN POR PASOS “GRAFCET”	28
1.9.1 ELEMENTOS DEL GRAFCET	28
1.9.1.1 Etapas iniciales	29
1.9.1.2 Etapas normales	29
1.9.1.3 Transiciones	33
1.9.1.4 Receptividades asociadas a las transiciones	34
1.9.1.5 Sistema de programación Ladder	34
1.9.1.6 Conceptos de diagramas de escalera aplicados a PLC´s	37
1.9.2 TIMERS	40
1.9.3 CONTADORES	41
1.9.4 CONTROL DE FLUJO DE PROGRAMA	41
1.9.4.1 Funciones especiales	42
<i>1.9.4.1.1 Temporizador con retardo a la conexión</i>	42
<i>1.9.4.1.2 Temporizador con retardo a la desconexión</i>	42
1.9.5 RELÉ DE IMPULSOS	43
1.9.6 RELOJ	43
1.9.7 RELÉ DE AUTOMANTENIMIENTO	43
1.9.8 GENERADOR DE PULSOS	43

1.9.9 TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN CON MEMORIA	43
1.9.10 CONTADOR PROGRESIVO/REGRESIVO	43
1.9.11 CONTADOR DE HORAS DE SERVICIO	43
1.9.12 RELÉ DE SUPRESIÓN	44
1.9.13 CONMUTADOR DE VALOR DE UMBRAL PARA FRECUENCIAS	44
1.9.14 ORGANIZACIÓN DE TAREAS	45
1.10 EL PLC	45
1.10.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE “PLC”	45
1.10.2 HISTORIA DE LOS PLC’s	46
1.10.3 NECESIDAD Y USOS DEL PLC	47
1.10.4 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PLC’s	48
1.10.5 VENTAJAS E INCONVENIENTES	50
1.10.5.1 Ventajas	50
1.10.5.2 Inconvenientes	51
1.10.6 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC	51
1.10.6.1 Detección	51
1.10.6.2 Mando	51
1.10.6.3 Diálogo hombre máquina	51
1.10.6.4 Programación	51
1.10.6.5 Nuevas funciones	52
1.10.7 ESTRUCTURA DEL PLC	52
1.10.7.1 Estructura externa	53
1.10.7.2 Estructura interna	54
1.10.8 MEMORIA	59
1.10.8.1 Memoria interna	61
1.10.8.2 Memoria de programa	61
1.10.9 FUNCIONAMIENTO	61
1.10.9.1 Escritura de señales en la interfaz de salidas	62
1.10.9.2 Modo de funcionamiento	62
1.10.9.3 Ciclo de funcionamiento	62
<i>1.10.9.3.1 Proceso inicial</i>	63
1.10.9.4 Ciclo de operación	64

1.10.9.4.1 <i>Proceso común</i>	64
1.10.9.4.2 <i>Ejecución del programa</i>	65
1.10.9.4.3 <i>Servicio a periféricos</i>	65
1.10.9.5 Tiempo de ejecución y control en tiempo real	65

CAPÍTULO II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PLC SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 314

2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	67
2.1.1 ASPECTOS GENERALES DEL PLC S7 300	67
2.1.2 PRINCIPALES COMPONENTES DEL PLC	68
2.1.3 DIMENSIONES DEL PLC S7-300	70
2.1.4 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	70
2.1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS 5 MÓDULOS CENTRALES	70
2.1.6 INDICADORES DE ESTADO Y ERROR DEL PLC	71
2.2 MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE LOS MÓDULOS	72
2.2.1 RIELES DE MONTAJE DIN	72
2.2.2 ASIGNAR LOS NÚMEROS DE SLOT	74
2.2.3 INSTALAR UN S7-300 CON POTENCIAL DE REFERENCIA PUESTO A TIERRA	75
2.2.4 CABLEAR LA ALIMENTACIÓN Y LA CPU	76
2.2.5 AJUSTAR LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN A LA TENSIÓN DE RED REQUERIDA	77
2.2.6 CABLEAR EL CONECTOR FRONTAL	77
2.2.7 MONTAR EL MÓDULO DE SEÑALES PARA EL FUNCIONAMIENTO	78
2.2.8 INSERTAR LA MEMORY CARD EN LA CPU	78
2.2.9 COLOCAR LA PILA TAMPÓN	79
2.2.10 CONECTAR LA COMPUTADORA AL PLC	79
2.3 TIPOS DE MÓDULOS DISPONIBLES	80

2.4 APLICACIONES DEL S7-300	82
2.5 COMUNICACIÓN	83
2.5.1 MECANISMOS DE COMUNICACIÓN	83
2.5.2 FUNCIONES DE COMUNICACIÓN	84
2.5.2.1 Interfase punto por punto (P.P.I)	85
2.5.2.2 Interfase multipunto (M.P.I.)	85
CAPÍTULO III	
DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCION DEL MODULO PORTATIL	
3.1 MONTAJE Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL DE CONTROL COMPUTARIZADO	87
3.1.1 DIMENSIONAMIENTO Y DIVISIÓN DE LA MICA	87
3.1.2 PERFORACIÓN DE LA MICA	87
3.1.3 COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN LA MICA	88
3.1.4 CABLEADO DEL CIRCUITO INTERNO DE LAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES Y ANALÓGICAS	89
3.1.5 CABLEADO DE TODAS LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE LA MICA AL PLC	89
3.1.6 INSTALACIÓN DE LA BASE PARA EL PLC Y SUS MÓDULOS	90
3.1.7 CABLEADO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL PLC	90
3.1.8 ARMADO TOTAL DE LA MALETA JUNTO CON LA MICA Y EL PLC	91
3.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS	92
3.2.1 MATERIALES	92
3.2.2 HERRAMIENTAS	92
3.3 MANTENIMIENTO DEL PLC Y EL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL	93

3.3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	93
3.3.1.1 Elementos del módulo	95
3.3.1.2 Diagramas	95
3.3.1.3 Operaciones	95
3.3.1.4 Diagramas de procesos de mantenimiento Preventivo	104
<i>3.3.1.4.1 Diagrama de proceso para el operador o estudiante</i>	104
<i>3.3.1.4.2 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo</i>	105
<i>3.3.1.4.3 Diagrama de hoja de vida de mantenimientos</i>	106

CAPÍTULO IV

PROGRAMACIÓN EN EL ENTORNO STEP 7

4.1 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN	107
4.1.1 HARDWARE Y SOFTWARE NECESARIOS PARA LA PROGRAMACIÓN EN EL ENTORNO STEP 7	107
4.2 ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN	108
4.2.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	110
4.2.1.1 Esquema de contactos KOP	110
4.2.1.2 Diagrama de funciones FUP	111
4.2.1.3 Lista de instrucciones AWL	111
4.3 CONFIGURAR	113
4.4 ¿CUÁNDO ES NECESARIO "CONFIGURAR EL HARDWARE"?	113
4.5 PASOS FUNDAMENTALES PARA CONFIGURAR UN EQUIPO	113
4.6 PARA CREAR UN NUEVO PROYECTO SE PUEDE UTILIZAR EL ASISTENTE DE STEP 7	126

4.6.1 A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE CUALES SON LOS PASOS A SEGUIR	126
4.6.2 COMPROBAR LA COMUNICACIÓN CON EL PLC	131
4.7 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL	132
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES	139
5.2 RECOMENDACIONES	140
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	142

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se basa en la necesidad de tener un módulo didáctico portátil de control computarizado que permita ser transportado en forma fácil y ágil a sitios donde se requiera, ya que los existentes en los laboratorios son de gran volumen.

Al no contar con un módulo factible de transportar al sitio donde se recibe la teoría de operación de un PLC esta se torna incompleta ya que no se ha podido completar hasta el momento algún proyecto de una forma práctica inmediatamente después de haber recibido la teoría. Cuando el proyecto se haya realizado el aprendizaje será satisfactorio y entonces, el conocimiento adquirido sería complementado en lo teórico y en lo práctico.

Gracias a la automatización se ha logrado ganar precisión y fiabilidad en todos los procesos industriales incrementando la productividad de modo considerable, de esta manera es posible realizar con gran efectividad una gran cantidad de tareas complejas.

Para realizar una automatización se necesita la aplicación de distintos sistemas, el presente trabajo se basa en el PLC, que tiene entre sus principales características la de almacenar programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como: espacio reducido, procesos de producción periódicamente cambiantes, procesos secuenciales, maquinaria de procesos variables, instalaciones de procesos complejos y amplios chequeos de programación, aún con la desventaja de que no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada se logra cumplir en un mínimo de tiempo la elaboración de proyectos ya que no es necesario dibujar esquemas de contactos, ni simplificar las ecuaciones lógicas. La capacidad de almacenamiento de memoria del módulo es lo suficientemente grande por lo que se puede introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos, existe un mínimo espacio de ocupación y menor costo de mano

de obra por la instalación y mantenimiento por lo que se genera la posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómatas.

Dentro de las principales funciones del PLC tenemos: detección, mando, diálogo hombre-máquina, programación.

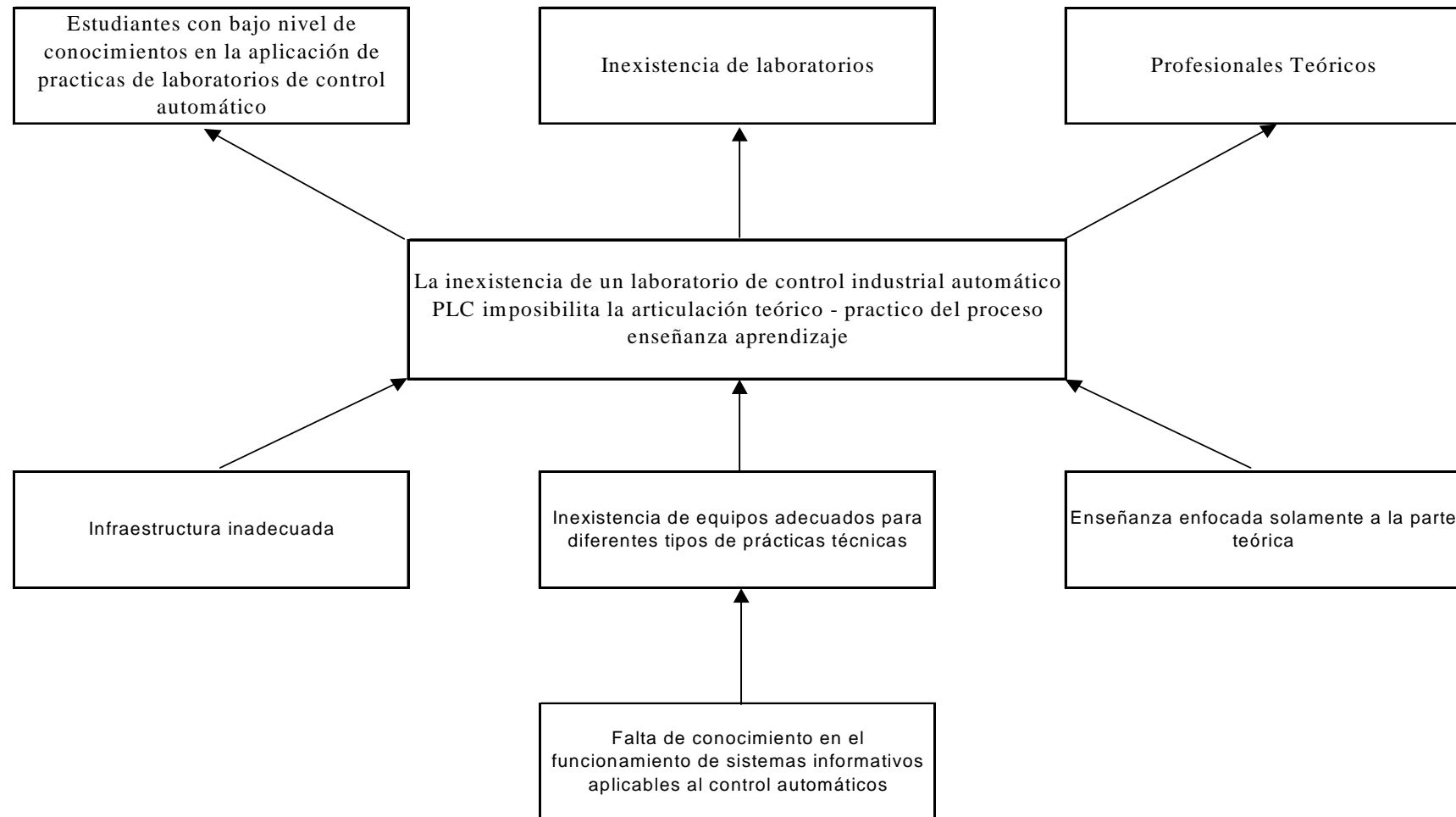
Además el proyecto podría contribuir a solucionar la dificultad de los estudiantes de la carrera Mantenimiento Industrial en el momento de realizar determinadas prácticas de la materia de control computarizado, ya que las simulaciones realizadas mediante un computador son muy importantes pero no representan la realidad al momento de trabajar frente a una máquina.

A raíz de la gran revolución industrial la cual sucedió en el siglo XVIII, toda la humanidad, gracias al aporte de innumerables inventos que han facilitado y mejorado las condiciones humanas de vida, se ha visto involucrada en buscar e inventar nuevas alternativas con tecnología de punta en todos los ámbitos del conocimiento humano.

Es por ello que las presentes y futuras generaciones deben valorar, crear y apoyar las propuestas de solución para innovar estrategias educativas, generando con esto un contingente humano, con capacidad de desenvolverse, proyectarse y marchar acorde con los nuevos retos sociales, para conseguir verdaderos ciudadanos críticos, participativos, analíticos que contribuyan en el desarrollo de un país.

ÁRBOL DE PROBLEMAS:

Efectos:



Es necesario recalcar que el uso de un laboratorio de control automático no solo ayuda a los estudiantes a mejorar sus proceso de enseñanza aprendizaje si no también les ayuda en su vida dentro de la industria, ya que pueden mejorar sus procesos de manufactura, economizar tiempo y en si a disminuir los desperdicios industriales, los cuales afectan a las empresas pequeñas, medianas y grandes.

También cabe decir que con la creación de los controladores lógicos programables no solo han ayudado al campo industrial, si no también al campo arquitectónico, ya que son de mucha ayuda dentro del ahorro de energía eléctrica en los edificios inteligentes, en los sistemas de iluminación, en las plantaciones agrícolas. Como se puede ver el uso de estos equipos, se los puede aplicar en cualquier tipo de industria, ya que cuenta con una gran versatilidad de funciones.

Con la ayuda de estos controladores, la industria ecuatoriana ha podido optimizar sus procesos productivos y mejora la calidad de sus productos, además es importante por que crea ambientes de trabajo seguros para sus empleados, ya que estos equipos cuentan con un amplio stock de aplicaciones industriales.

Razón por la cual es necesario que las universidades implementen estos equipos en un laboratorio para que en si las materias técnicas no solo sean teóricas, si no también sean prácticas e interactivas, en las cuales participan profesores y alumnos utilizando tecnología de punta y logrando así unos profesionales de élite capaces de solucionar problemas de esta índole.

De esta manera los estudiantes van ampliar sus conocimientos y así tendrán más mercado laboral, ya sea aplicando estos conocimientos ó poniéndose su propia empresa, prestando mantenimiento de estos equipos, ó instalando estos a las empresas transnacionales.

El controlador lógico programable (PLC) tiene un objetivo de ayudar a automatizar la maquinaria y agilizar los procesos de producción, por que anteriormente el control de procesos industriales se realizaba en forma cableada por medio de contactores y relés, por lo cual se contrataba un operario que se le delegaba este tipo de instalaciones, al mismo que se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder ejecutar los procesos industriales. Por otra parte, cualquier variación en el proceso se tenía que modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y además altos costos para la empresa.

Motivo por el cual en el Ecuador se ha implementando tecnología de punta desde 1980, surgiendo así la necesidad de mejorar sus procesos y sus maquinarias, pero esto significa una cuantiosa inversión al sector industrial tales como sector textil, agrícola, minero, arquitectura, etc., por esta razón deciden implementar a sus equipos los controladores lógicos programables para automatizar sus sistemas de producción y seguridad.

Estos tipos de control también se han utilizado en la industria automotriz, ya que esta a su vez necesita adquirir tecnología de punta para mejorar su línea de producción, evitando así desperdicios a causa de errores humanos, ya que los mismos generan cuantiosos costos a las industrias, y esto a su vez reduce sus utilidades al final de ejercicio fiscal.

Al realizar un estudio profundo en esta investigación se logra obtener una mejor perspectiva de los múltiples equipos con los que se cuenta hoy en día, los cuales son de gran ayuda dentro de la automatización de máquinas y en general dentro del campo industrial, como podemos ver la tecnología día tras día va evolucionando y es de un buen profesional el saber disponer de ella cuando sea necesario.

Este proyecto es novedoso por que los estudiantes de la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS y sobre todo a la carrera de MANTENIMIENTO INDUSTRIAL podrán tener la oportunidad de aprender la parte técnica conjuntamente con la teórica, desde su salón de clase, y a su vez los estudiantes tengan una relación directa con la industria, ya que con el mismo se puede realizar y simular diferentes tipos de control automático, y de esta manera puedan afrontar los nuevos retos de la industria ecuatoriana.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Dimensionar y construir un módulo didáctico portátil con el fin de reunir los equipos necesarios para un mejor aprendizaje de los compañeros estudiantes de la carrera de Mantenimiento Industrial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y dimensionar un nuevo módulo didáctico para transformar el ya existente de gran volumen en uno portátil.

- Mejorar el módulo didáctico portátil mediante:
 - La construcción de un nuevo módulo didáctico que nos permita transportarlo de forma ágil.
 - La compactación de todos los elementos que constituyen este módulo didáctico portátil.
 - La distribución de todas sus conexiones que requieran un cableado de forma exacta y de fácil identificación visual.

- Poner a prueba el módulo didáctico portátil con distintos ejemplos para demostrar su funcionamiento.

- Elaborar un manual de mantenimiento del módulo didáctico portátil y el PLC.

CAPÍTULO I

DEFINICIONES Y GENERALIDADES:

1.1. INTRODUCCIÓN

La Automatización se define como el estudio de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por uno artificial en la generación de una tarea física o mental previamente programada.

Hoy en día la automatización es necesaria para que una industria mantenga la competitividad, los niveles de producción y los estándares de calidad exigidos en los mercados internos y externos. Gran cantidad de maquinaria y equipos que operan en las distintas industrias latinoamericanas carecen de la tecnología apropiada para producir en forma eficiente. Pero la adquisición de equipos con tecnología de punta representa altas inversiones, que no siempre son adecuadas o indispensables, aunque la modernización de los equipos existentes por medio de sistemas electrónicos de medición, regulación y control, aumentará la eficiencia y calidad de estas, colocando así a la industria a niveles de productividad aceptables y/o iguales que una maquinaria nueva, amortizando así la inversión requerida para la modernización en un tiempo sorprendentemente corto.

1.2 IMPORTANCIA DEL CONTROL AUTOMÁTICO:

Hablar de controles automáticos significa que en la mayoría de las plantas de proceso existen muchas variables, las mismas que deben mantenerse en algún valor determinado, siendo necesario llevar a cabo algún procedimiento para dirigir cualquier desviación. Esto supone trabajar con gran cantidad de operarios por lo que es preferible realizar el control de manera automática, es decir, contar con instrumentos que controlen las variables sin necesidad que intervenga un operador.

Todos los procesos son por lo general de naturaleza dinámica en los cuales siempre ocurren cambios y si no se comienzan las acciones pertinentes, las variables importantes del proceso, es decir aquellas que se desarrollan con la calidad del producto y los índices de producción no cumplirán con las condiciones de diseño. Para lograr este objetivo se debe analizar, diseñar e implementar un sistema de control. Este sistema puede contener los siguientes componentes:

- sensor que se conoce como elemento primario.
- transmisor que se conoce como elemento secundario
- controlador que es el cerebro del sistema de control

Los tres elementos antes mencionados hacen que actúe un o unos elementos finales como el de una válvula de control, o de otros elementos finales como bombas de velocidad variable, transportadores o motores eléctricos.

La importancia de estos componentes está en que realizan las tres operaciones básicas que se deben tener presentes en todo sistema, como son:

- Medición: La medición de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transmisor
- Decisión: Con base en la medición, el controlador decide que hacer para mantener la variable en el valor que se estime necesaria.
- Acción: Es el resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente está es realizada por el elemento final de control

Estas tres operaciones son obligatorias para todo sistema de control.

1.3 PROCESOS:

Es una operación o desarrollo natural que se caracteriza por una serie de cambios graduales, progresivamente continuos que se suceden uno a otro de un modo relativamente fijo y que tiende a un determinado resultado.

Los procesos automáticos de control suelen clasificarse en:

- Continuos.
- Discontinuos.
- Discretos.

Los procesos continuos, se realizan en un intervalo de tiempo relativamente largo, en ellos la materia prima continuamente se convierte en producto acabado.

Los procesos discontinuos, también llamados por lotes, desarrollan su actividad por partes, siguiendo toda la secuencia de operaciones requeridas para cada una de ellas, luego se hace pasar a la siguiente parte del lote y por último se realiza el ensamblado del producto final.

Los procesos discretos se realizan en una serie de etapas separadas e individuales, muchas de ellas de gran similitud entre sí.

1.4 SISTEMAS:

Es un conjunto de entidades, atributos, propiedades y relaciones que pertenecen al objeto de estudio definido, para el cual está también definido su medio ambiente. El sistema constituye un todo, y como tal tiene propiedades que no se podrán reducir a la suma de las propiedades de sus entidades.

Los principales componentes de un sistema de control son: los dispositivos de entradas desde el proceso o del entorno externo, las salidas hacia el equipo o sistema que va a ser controlado y el controlador automático (Ver gráfico 1).

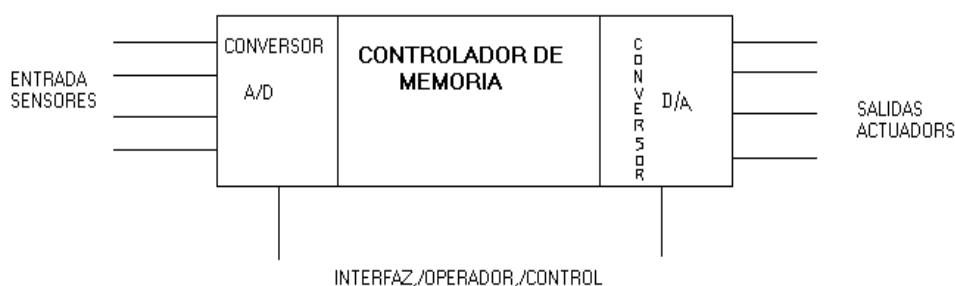


Gráfico 1: Componentes de un sistema de control

1.4.1 ENTRADAS Y SALIDAS:

Para llevar a cabo la comparación necesaria en un control automático, es preciso que el PLC tenga comunicación al exterior. Esto se logra mediante una interfase llamada de entradas y salidas, de acuerdo a la dirección de los datos vistos desde el PLC.

El número de entradas y salidas va desde 6 en los PLC's tipo micro, a varios miles en PLC's modulares.

El tipo preciso de entradas y salidas depende de la señal eléctrica a utilizar:

- Corriente alterna 24, 48, 120, 220 v. salidas: triac, relevador.
- Corriente directa (digital) 24, 120 V. Entradas: Sink source.

1.4.1.1 Entradas:

Las señales externas que ingresan al sistema le permiten cumplir con las acciones de arranque, alteración del control del proceso, parada de emergencia, cambios de velocidad, del tipo de proceso, etc.

Muchas veces la señal producida por el sensor no está en una forma que pueda ser empleada directamente por el controlador, por lo que debe ser preparada. Por ejemplo, en el caso de señales eléctricas pueden requerir que sean amplificadas, filtradas o cambiadas de continuas a digitales.

Entre los dispositivos de entrada se destacan los interruptores, pulsadores, conmutadores, controles variables, teclados y sensores. Estas entradas se denominan interfaz operador - máquina.

Los sensores, llamados también detectores, se clasifican de acuerdo a la magnitud física que midan, según este criterio pueden ser (*Ver tabla 1*).

SENSORES	SENSORES	SENSORES	SENSORES
Flujo (vénturi, turbina)	Temperatura (termopares, termistores, RTD)	Presión (barómetros, capacitivos)	Velocidad
Aceleración	Nivel	Tensión	Composición
Peso	Volumen	Posición optointerruptor, interruptores: capacitivo, Por efecto hall)	Dimensión

Tabla 1: Clasificación de sensores

Los sensores también pueden clasificarse en inductivos, capacitivos y fotoeléctricos; estos sensores tienen dos tipos de salidas: PNP o NPN, los cuales se conectan a los controladores.

1.4.1.2 Salidas:

Las salidas corresponden a equipos y/o aparatos que reciben la señal desde el controlador, con el objeto de ejecutar una acción en el equipo a ser controlado o para dar una señal de indicación sobre la marcha del proceso. Por ejemplo, puede relacionarse con medidores, indicadores, pantallas, impresoras, timbres de alarma, luces, relés, contactores, ordenador para el análisis de resultados.

Transistor PNP, Transistor NPN, Relé.

- Corriente directa (analógica) 0 - 5, 0 - 10 V, 0 - 20, 4 - 20 mA.

1.4.2 ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS:

Las entradas y salidas analógicas son de dos tipos: de corriente, que trabajan con intensidades entre 4 y 20 mA y de voltaje, que trabajan con voltajes entre 0 y 10 voltios. Para trabajar con este tipo de señales es necesario utilizar transductores, cuya misión es suministrar una señal de voltaje o de intensidad de corriente proporcional a la magnitud.

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.). La información recibida en él, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente. Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

1.4.2.1 Captadores pasivos:

Los captadores pasivos son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc. (Ver gráfico 2).

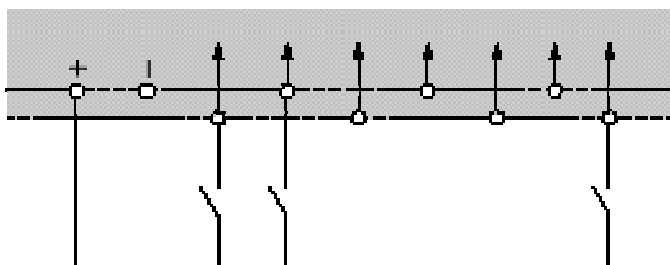


Gráfico 2: Captadores pasivos

1.4.2.2 Captadores activos:

Los captadores activos son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, capacitivos, fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómeta (Ver gráfico 3).

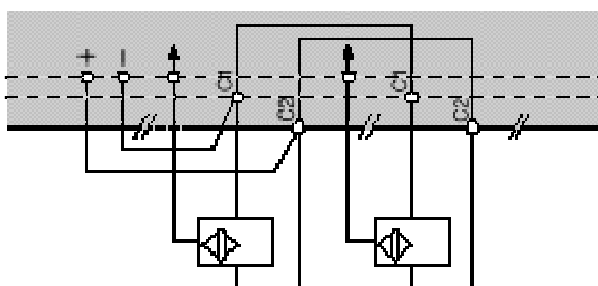


Gráfico 3: Captadores activos

1.4.3 MÓDULO DE SALIDAS:

Son una serie de líneas, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores. Tanto las entradas como las salidas están aisladas de la CPU según el tipo de autómata que se utilice. Normalmente se suelen emplear opto acopladores en las entradas y relés/opto acopladores en las salidas.

Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas.

Existen tres tipos bien diferenciados:

- A relés.
- A triac.
- A transistor.

1.4.3.1 Módulos de salidas a relés:

Son usados en circuitos de corriente alterna y continua, están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto (*Ver gráfico 4*).

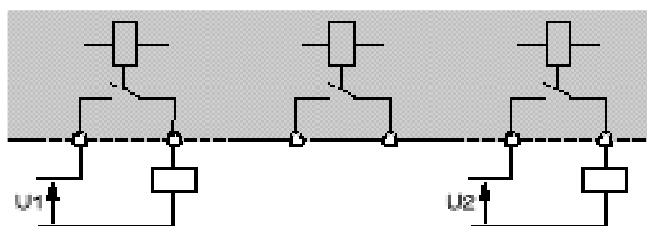


Gráfico 4: Módulos de salidas a relés.

1.4.3.2 Módulos de salidas a triacs:

Se utilizan en circuitos de corriente alterna y continua que necesiten maniobras de conmutación muy rápidas (*Ver gráfico 5*).

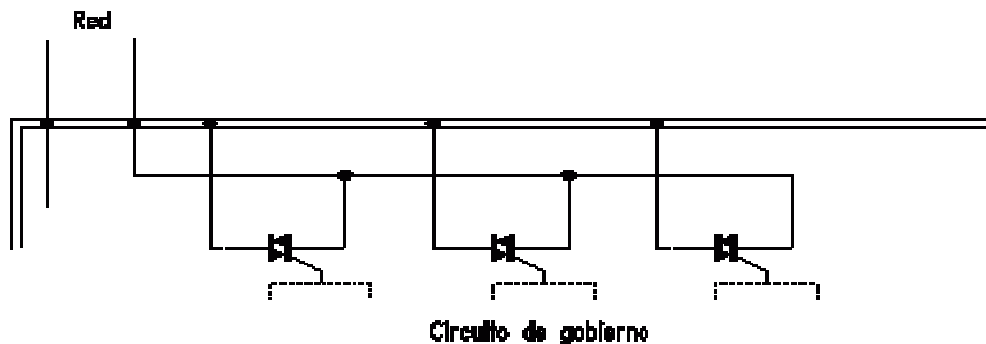


Gráfico 5: Módulos de salidas a triacs.

1.4.3.3 Módulos de salidas a transistores a colector abierto:

El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de c.c.

Igualmente que en los de Triacs, es utilizado en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas (*Ver gráfico 6*).

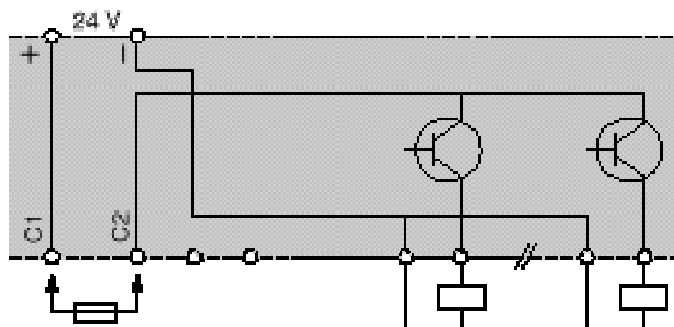


Gráfico 6: Módulos de salidas a transistores a colector abierto

La forma de conectar los actuadores a los módulos de salidas, dependerá del tipo de módulo utilizado. Estos son algunos ejemplos (*Ver gráfico 7*):

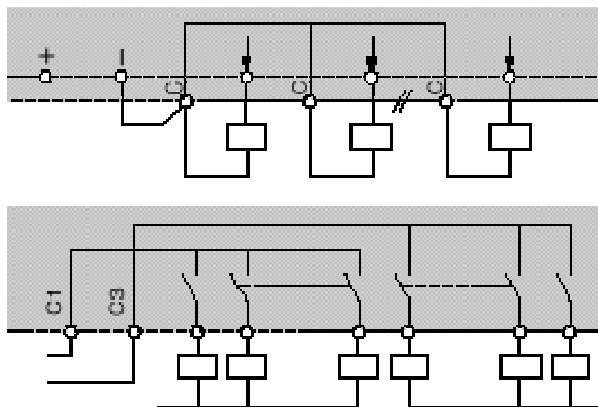


Gráfico 7: Forma de conectar los actuadores

Un elemento importante es el microprocesador que forma parte del “corazón” de la CPU, la unidad central de proceso (CPU) se encarga de procesar el programa de usuario que le introduciremos, para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa. Adicionalmente, en determinados modelos más avanzados, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc. Muchos equipos poseen una unidad de alimentación (Algunas CPU la llevan incluida).

También se dispone de una unidad o consola de programación que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.

1.4.4 MÓDULOS ESPECIALES:

Cuando es factible expandir la capacidad de un PLC con módulos especiales, tenemos la posibilidad de extraer la máxima funcionalidad posible a un sistema de este tipo. Llamamos módulos especiales a todos aquellos que no son entradas o salidas lógicas.

Los módulos especiales más conocidos son los de entradas y salidas analógicas, a través de los cuales podemos manejar variables continuas como la velocidad, presión, etc. Indudablemente, para que tenga sentido operar con este tipo de magnitudes, el PLC deberá poseer una mínima capacidad de cálculo con variables no estrictamente binarias.

A pesar de que nos referimos a variables continuas, el PLC, siendo a fin de cuentas un computador digital, clasificara el continuo de valores posibles en la magnitud física en un conjunto de valores que por lo general pertenecerán al conjunto de los números enteros.

La fineza con que distinga dos valores muy cercanos, dependerá del PLC y del módulo en cuestión, pero generalmente se dividirá el rango de valores de entrada o salida entre 256 y 4096 partes (Actualmente es muy factible encontrarse con 32767 partes). Esta resolución es, por lo general, suficiente para aplicaciones de control industrial.

Una variable continua cuyo control resulta muy común es la temperatura. Para este caso existen módulos especializados en lectura y linealización de la respuesta de termocuplas.

Está también muy difundida entre los fabricantes de sensores la técnica de transmitir la variable medida por medio de una corriente, escalada de tal modo que al valor mínimo de esta variable le corresponda una corriente de 4 mA, y al valor máximo 20 mA. Resulta sencillo determinar la integridad del cable y hasta del mismo sensor, ya que valores fuera del rango indicado no son posibles bajo condiciones de funcionamiento normal. Se han construido entonces módulos de PLC, tanto de entrada como de salida, capaces de reconocer y generar este tipo de señales.

Otro tipo de módulo especial permite interactuar con dispositivos que producen trenes de pulsos de salida de alta frecuencia. Son los llamados módulos de alta velocidad. Resultan ideales como interfase entre el PLC y sensores del tipo utilizado para determinación de velocidad de giro o desplazamiento (Generalmente sensores inductivos). Dada la gran difusión de los encoders incrementales como transductor de posición en ejes, etc., también se construyen módulos adecuados para funcionar como interfase con este tipo de sensor.

La principal diferencia entre estos y los módulos de alta velocidad es que estos últimos no son capaces de detectar el sentido de giro o desplazamiento.

Existen también módulos para interfase con motores paso a paso, y para aplicaciones en las que se requiera control de posición tal como se consigue con técnicas de control numérico, se obtienen módulos capaces de cerrar el lazo de control entre el encoder y el servomotor.

1.4.5 BUS:

Los sistemas modulares requieren una conexión entre los distintos elementos del sistema y, esto se logra mediante un bastidor que a la vez es soporte mecánico de los mismos. Este bastidor contiene la conexión a la fuente de voltaje, así como el "bus" de direcciones y de datos con el que se comunican las tarjetas y el CPU.

En el caso de tener muchas tarjetas de entradas/salidas, o de requerirse éstas en otra parte de la máquina, a cierta distancia de la CPU, es necesario adaptar un bastidor adicional que sea continuación del original, con una conexión entre bastidores para la comunicación. Esta conexión si es cercana puede lograrse con un simple cable paralelo y, en otros casos, se requiere de un procesador de comunicaciones para emplear fibra óptica o una red con protocolo establecida.

1.4.6 VARIABLES:

Es importante definir algunos términos que se usan en el campo de control automático de procesos.

- Variable controlada
- Punto de control
- Variables manipuladas

Cualquier variable que ocasione que la variable de control se desvíe del punto de control se define como perturbación o trastorno, por ejemplo la temperatura de entrada en el proceso, el flujo del proceso, etc.

Lo importante radica en comprender que en la industria de procesos estas perturbaciones son la causa más común de que se requiera el control automático, si no hubiera alteraciones prevalecerían las condiciones de operación del diseño y no se necesitaría supervisar cotidianamente el proceso.

El objetivo del sistema de control de procesos es utilizar la variable manipulada para mantener a la variable controlada en el punto de control a pesar de las perturbaciones.

Las razones por las cuales es importante mantener la variable controlada es el punto de control a pesar que las perturbaciones son producto de la experiencia industrial, estas perturbaciones no serán las únicas pero si las más importantes:

- Evitar lesiones al personal de la planta o daño al equipo. La seguridad siempre debe estar en la mente de todos.
- Mantener la calidad del producto (Composición, pureza, etc.), en un nivel continuo y un costo mínimo.
- Mantener la tasa de producción de la planta al costo mínimo.

Por tanto se puede decir que las razones de la automatización tienen como objetivos, proporcionar un entorno seguro y a la vez mantener la calidad deseada del producto con alta eficiencia en la producción.

1.4.7 TIPOS DE SEÑALES.

De acuerdo al tipo de señal los sistemas de control pueden ser analógicos o digitales.

1.4.7.1 Señales analógicas.

El nivel de la amplitud de las señales analógicas varía de forma continua con el tiempo. Un ejemplo de señal periódica es la senoidal, cuyas características más importantes son: frecuencia, periodo y amplitud.

La mayoría de sensores generan señales de tipo analógico y pueden conectarse aun controlador a través de las entradas que admiten este tipo de señales. En este caso la frecuencia de la señal entregada por los sensores puede variar en una amplia banda.

1.4.7.2 Señales digitales.

Son señales binarias por lo que adoptan uno de los dos posibles niveles. Aun nivel se asigna el valor "1" y a otro "0".

En los sistemas eléctricos, se puede asignar un "0" o un "1" a determinados niveles de voltaje. Por ejemplo, a 0.5 voltios puede asignarse un "0" y a 5 voltios "1", esto implica que dependiendo del tipo de aplicación pueden haber diferentes niveles de voltaje asignados a "0" o "1". Las señales digitales tienen frecuencia y periodo, en este caso el periodo es el tiempo en cual la señal se encuentra en el nivel correspondiente a un dígito binario (bit) (*Ver gráfico 8*).

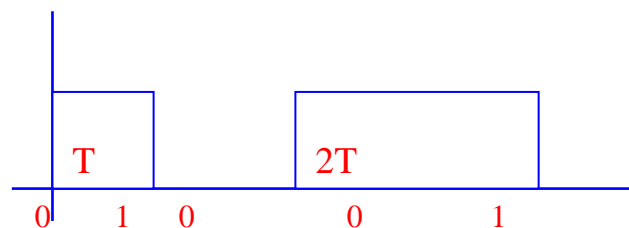


Gráfico 8. Señal Digital.

Cuando un sensor genera una señal analógica y el controlador acepta una digital se emplean los convertidores analógicos – digitales.

1.4.8 FUENTE DE PODER:

Por último, se requiere una fuente de voltaje para la operación de todos los componentes mencionados anteriormente. Y ésta, puede ser externa en los sistemas de PLC modulares o, interna en los PLC compactos.

Además, en el caso de una interrupción del suministro eléctrico, para mantener la información en la memoria borrable de tipo RAM, como es la hora y fecha, y los registros de contadores, etc. se requiere de una fuente auxiliar. En los PLC's compactos un supercapacitor ya integrado en el sistema es suficiente, pero en los modulares, es preciso adicionar una batería externa.

1.5 ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL:

1.5.1 SISTEMAS DE CONTROL RETROALIMENTADOS:

Control por retroalimentación consiste en que es una técnica muy simple que compensa todas las perturbaciones. Cualquier perturbación puede afectar a la variable controlada, cuando está se desvía del punto de control, el controlador cambia su salida para que la variable regrese al punto de control. El circuito de control no detecta que tipo de perturbación entra al proceso, únicamente trata de mantener la variable controlada en el punto de control y de esta manera compensar la perturbación.

La desventaja del control por retroalimentación esta en que únicamente se puede compensar la perturbación hasta que la variable controlada se ha desviado del punto de control, esto es, la perturbación se debe propagar por todo el proceso antes de que la pueda compensar el control por retroalimentación.

1.5.2 SISTEMA DE CICLO CERRADO:

No son más que los sistemas de control retroalimentados, constituyéndose muchas veces en un sinónimo estos dos sistemas. El término ciclo cerrado implica siempre el uso de la acción de control retroalimentado para reducir el error del sistema (El error es la diferencia entre la señal de entrada y la retroalimentada).

1.5.3 SISTEMA DE CICLO ABIERTO:

Estos sistemas implican una predicción de cuanta acción es necesaria para llevar a cabo un determinado proceso, es decir que no se realiza ninguna comprobación intermedia antes de obtener los resultados. Además las salidas no tienen efecto sobre la acción de control. En resumen, en estos sistemas, la salida no se compara en ningún momento con la entrada.

1.6 PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES:

Para realizar un proceso de automatización se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Programar el proceso.
- Definir las unidades funcionales.
- Diseñar los circuitos.
- Elaborar los diagramas de configuración del PLC.
- Definir las estaciones de operador.
- Programar el proceso.

El proceso o la instalación deben dividirse en secciones independientes entre sí, cada una de las cuales determinarán los límites tanto de los diversos sistemas de automatización como de las descripciones de las arcas de funciones y la asignación de recursos.

En la descripción de las funciones de cada sección debe incorporarse lo siguiente:

- Entradas y salidas (E/S).
- Descripción del funcionamiento.
- Estados que se deben alcanzar los actuadores (electroválvulas, motores, accionamientos, bobinas, solenoides, etc.)
- Descripción de la interfase de operador. Interfases con otras secciones del proceso o de la instalación.
- Diseñar los circuitos.

1.7 PROGRAMACIÓN Y LENGUAJES:

Un PLC debe ser capaz de arrancar su programa siempre que exista una falla de energía, por lo que todas las eventualidades deben ser programadas.

En el programa se designan mediante direcciones, los registros, los contadores, los temporizadores, las entradas y salidas, en los PLC's pequeños estas direcciones están asignadas por el fabricante, pero en los PLC's mayores, pueden ser definidas por el usuario, con mayor aprovechamiento de la memoria.

Los PLC's trabajan como todos los circuitos electrónicos únicamente con dos estados lógicos, ALTO y BAJO, ON y OFF, 1 y 0, etc., lo cual no es práctico desde el punto de vista de enlace hombre-máquina, por lo que se requiere de lenguajes de programación que traduzcan las ideas humanas a estados lógicos.

Los lenguajes de programación en sí, aunque normalizados en su parte básica, son tan variados como fabricantes de PLC hay, así como también la manera de acceder a dichos controladores.

Pero, en general podemos hablar de cuatro grandes grupos de lenguajes de programación:

- De escalera.
- Instrucciones.
- Por funciones.
- Por pasos.

1.7.1 CONCEPTO DE PROGRAMA:

¿Cuál es la principal diferencia entre la implementación de un sistema de control de la forma tradicional (Cuadro de relés, hardware especial, etc.) y la implementación con un PLC?

La diferencia es la misma que cuando una tarea relativamente compleja es realizada por varias personas trabajando a la vez, pasa a ser realizada por una sola persona. Si cada persona se encargaba de una parte pequeña de la tarea total (Por ejemplo: "Encienda el quemador si la temperatura es menor que 60 °C y apáguelo si sube de 65°C") es posible considerar que no será necesario entrenamiento ni instrucciones especiales para ejecutar esta parte del trabajo.

Por el contrario, cuando una sola persona se encarga de todo el trabajo requerirá una lista de todas las actividades a realizar, como hacerlas, y que hacer en caso que sea imposible cumplir con ellas. En el primer caso tenemos un equipo de personas trabajando simultáneamente o en paralelo, en el segundo caso, tenemos una sola persona atendiendo secuencialmente las distintas subtarefas que forman la tarea total. Esta única persona representa al PLC, y la lista de instrucciones que usa como recordatorio es el programa del PLC.

De esta analogía, se puede decir que si la dinámica del proceso es tan rápida que cada una de las personas que lo atienden apenas alcanza a controlarlo, entonces no hay posibilidad de que una sola persona pueda hacer el trabajo de todas. Dicho de otra forma, el pasar de operación en paralelo o simultánea a operación serie o secuencial, impone condiciones a la velocidad de procesamiento del PLC.

1.7.2 LENGUAJES DE ESCALERA (TIPO NEMA):

El lenguaje de escalera es el más conocido en el área de influencia norteamericana, ya que invariablemente todos los PLC's de fabricación americana o japonesa permiten su programación en este lenguaje; ya sea para emplear los mismos diagramas de control alambrado existentes en las máquinas que se reconvierten o, ya sea para capacitar fácilmente al personal de mantenimiento en el manejo y arreglo de estos aparatos.

1.7.3 INSTRUCCIONES O BOOLEANA:

El lenguaje de instrucciones o booleana es el tipo más poderoso de los lenguajes de programación en cualquier marca de aparato, ya que es lo más cercano al lenguaje máquina, puede hacer uso de particularidades de los mismos microprocesadores y con ello hacer más rápido un programa o más compacto.

1.7.4 PLANO DE FUNCIONES "FBD":

El diagrama de funciones (function block diagram o FBD) es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre si de forma análoga al esquema de un circuito. FBD es adecuado para muchas aplicaciones que involucren el flujo de información o de datos entre componentes de control.

El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente (*Ver gráfico 9*).

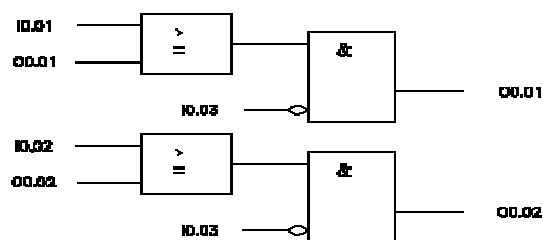


Gráfico 9: Diagrama de funciones

1.8 SISTEMAS LÓGICOS “ÁLGEBRA DE BOOLE”:

Las operaciones combinacionales más comunes se realizan con los bloques de funciones básicas, conexión serie, paralelo, negación, etc.

Todas las funciones AND, OR, XOR, NAND y NOR tienen tres entradas y una salida.

Si deseamos realizar operaciones con más de tres entradas, se conectan varios bloques en cascada (Ver gráfico 10):

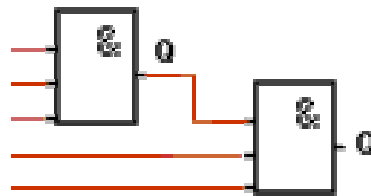


Gráfico 10: Sistemas lógicos

La función inversora, NOT, tiene una entrada y una salida. Y la función OR exclusiva (XOR) posee dos entradas y una salida (Ver gráfico 11).

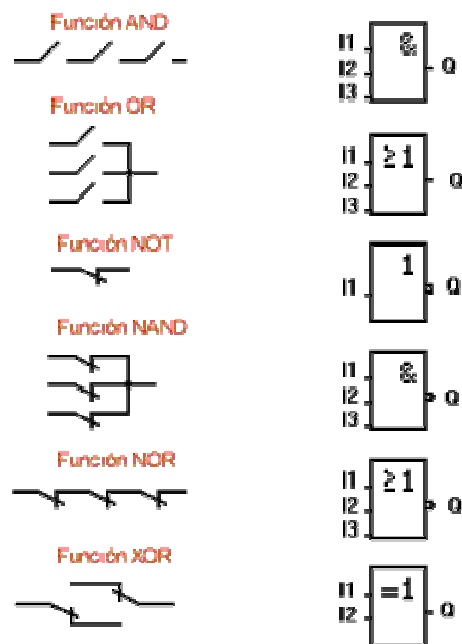


Gráfico 11: Sistemas Lógicos

1.9 PROGRAMACIÓN POR PASOS “GRAFSET”:

Este lenguaje fue inventado por ingenieros de la marca francesa Telemecanique, y posteriormente se hizo lenguaje estándar IEC, y son ahora muchos los fabricantes que tienen su propia versión.

Es en práctica un lenguaje más elevado que los anteriores al permitir con una simple instrucción hacer lo que en otros requería varias y complejas instrucciones, siempre y cuando se pueda programar la operación de la máquina de manera secuencial.

Este lenguaje es muy apropiado para el manejo de posicionadores, alimentadores, y todo aparato cuyos movimientos mecánicos sean repetitivos.

1.9.1 ELEMENTOS DEL GRAFCET:

Los elementos del grafcet son (*Ver gráfico 12*):

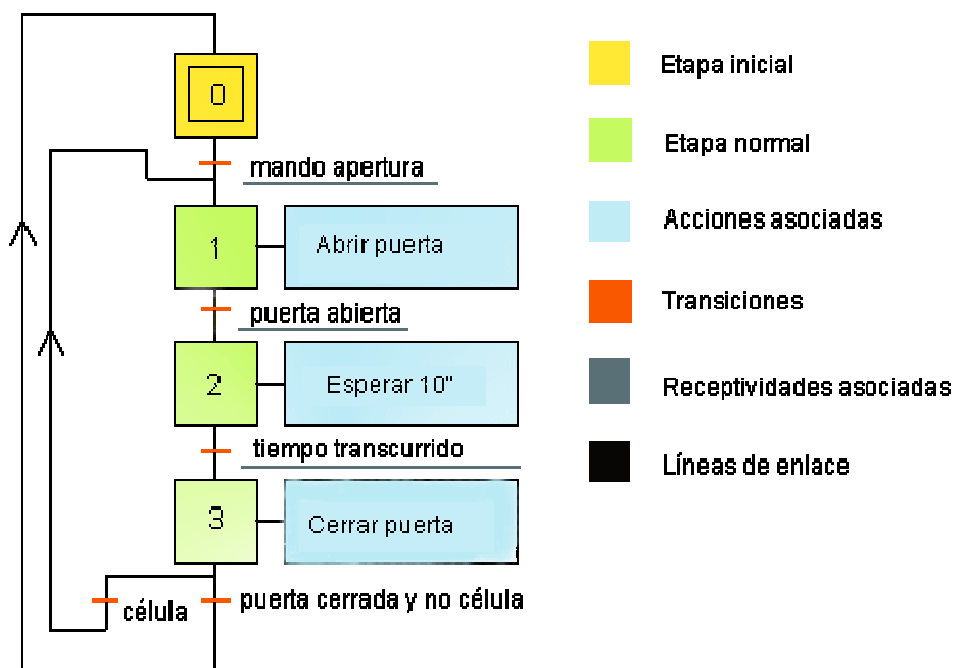


Gráfico 12: Elementos del Grafcet

1.9.1.1 Etapas iniciales:

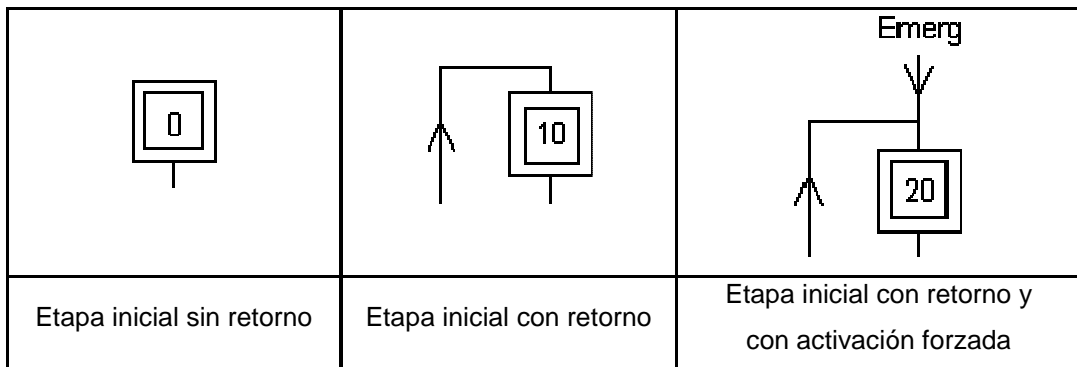


Gráfico 13: Etapas iniciales

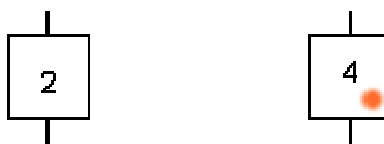
Una etapa inicial se representa con un doble cuadrado.

Las etapas iniciales de un sistema se activan al iniciar el GRAFCET.

Una vez se han iniciado, las etapas iniciales tienen el mismo tratamiento que las otras etapas.

Un sistema debe tener como a mínimo una etapa inicial (*Ver gráfico 13*).

1.9.1.2 Etapas normales:



Etapa normal

Etapa normal activa

Gráfico 14: Etapas normales

Las etapas representan los estados estables del sistema.

Las etapas del GRAFCET se representan mediante un cuadrado numerado.

Las etapas deben estar numeradas; aún que no necesariamente de forma correlativa.

No puede haber dos etapas con el mismo número.

Las etapas pueden estar activas o inactivas. Al representar el estado del GRAFCET en un momento dado, se puede indicar que una etapa está activa, con un punto de color (etapa 4) (Ver gráfico 14).

- **Acciones asociadas:**

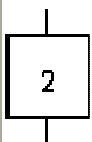
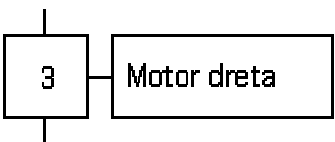
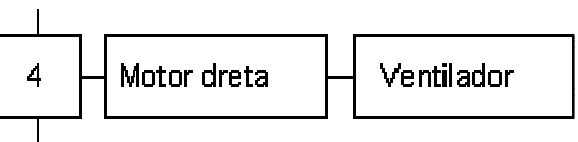
		
Etapa sin acción asociada	Etapa con una acción asociada Hacer girar el motor a la derecha	Etapa con dos acciones asociadas Hacer girar el motor a la derecha y hacer funcionar el ventilador

Gráfico 15: Acciones asociadas

En las etapas, puede o no haber acciones asociadas (Ver gráfico 15).

Una etapa sin ninguna acción asociada (etapa 2) puede servir para hacer detener una acción mono estable que se realizaba en la etapa anterior, o como etapa de espera.

Una acción asociada (etapa 3). Nos indica que al estar activa la etapa, el motor girará a la derecha.

En una etapa puede haber múltiples acciones asociadas (etapa 4). Al estar la etapa 4 activa, el motor girará a la derecha, y al mismo tiempo el ventilador estará funcionando.

Si en un sistema en un momento concreto solo hay una sola etapa activa, entonces, solo estarán funcionando los elementos activados por las acciones asociadas en esa etapa. (A no ser que en otra etapa se haya activado de forma bi estable otra acción)

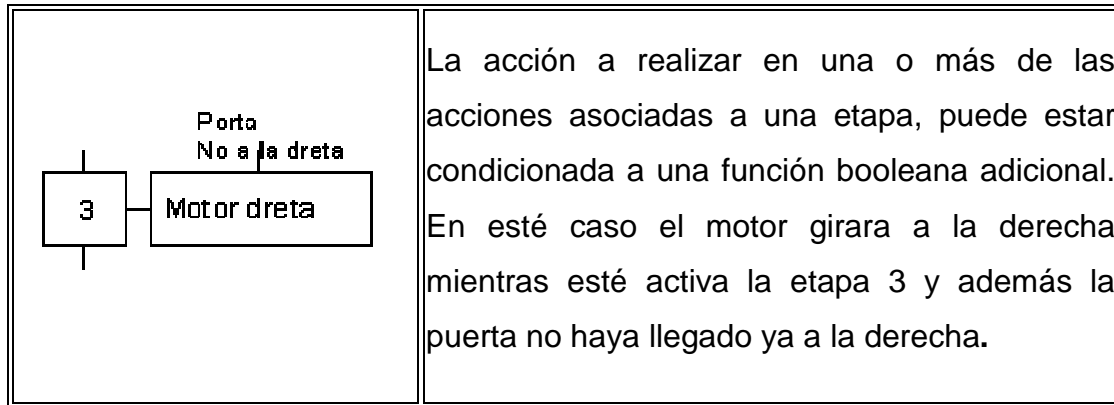


Gráfico 16: Acciones asociadas condicionadas

En el rectángulo donde se representa la acción asociada, hay una entrada para las condiciones (*Ver gráfico 16*).

La norma IEC-848 propone las representaciones siguientes para las acciones asociadas condicionadas (*Ver tabla 2*).

C	Acción condicionada
D	Acción retardada
L	Acción limitada en el tiempo
P	Impulso
S	Acción memorizada

Tabla 2: Norma IEC-848. Acciones asociadas condicionadas

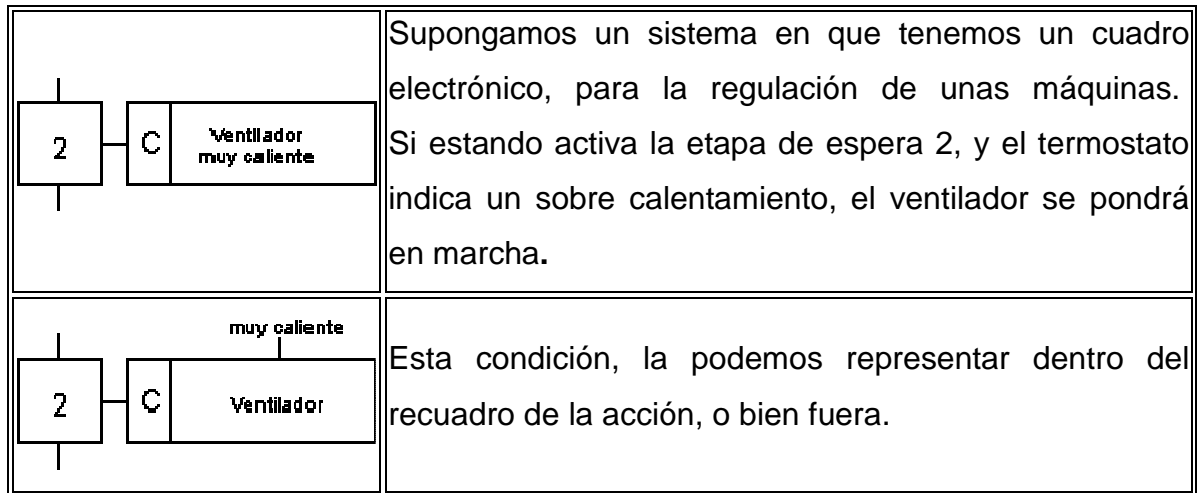


Gráfico 17: Acción condicionada

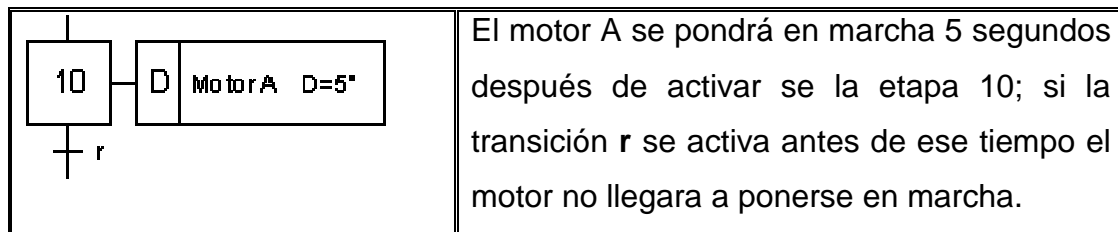


Gráfico 18: Acción retardada

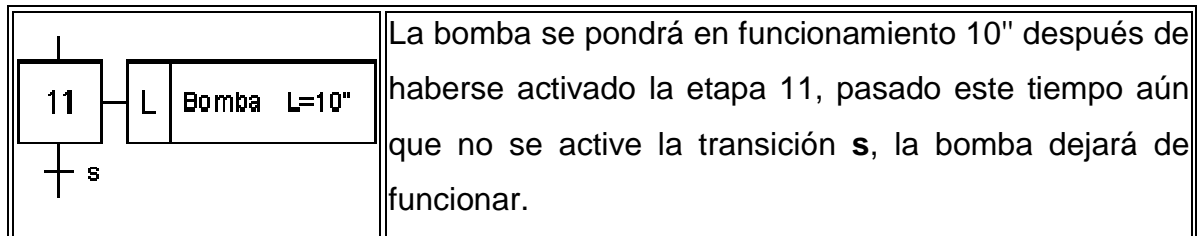


Gráfico 19: Acción limitada

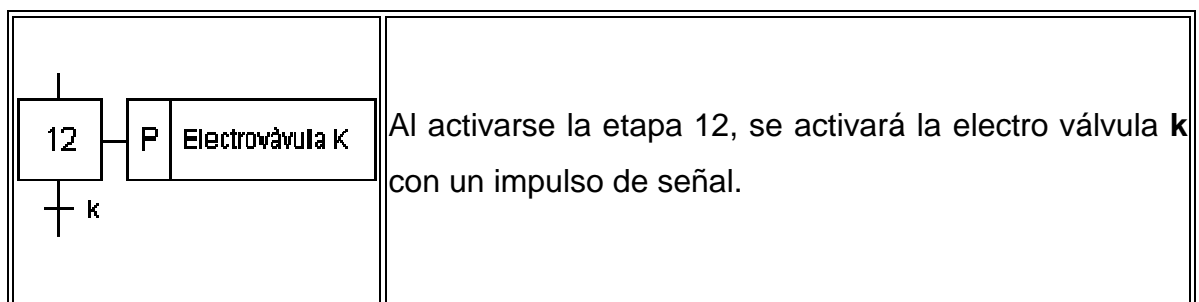


Gráfico 20: Acción de impulso

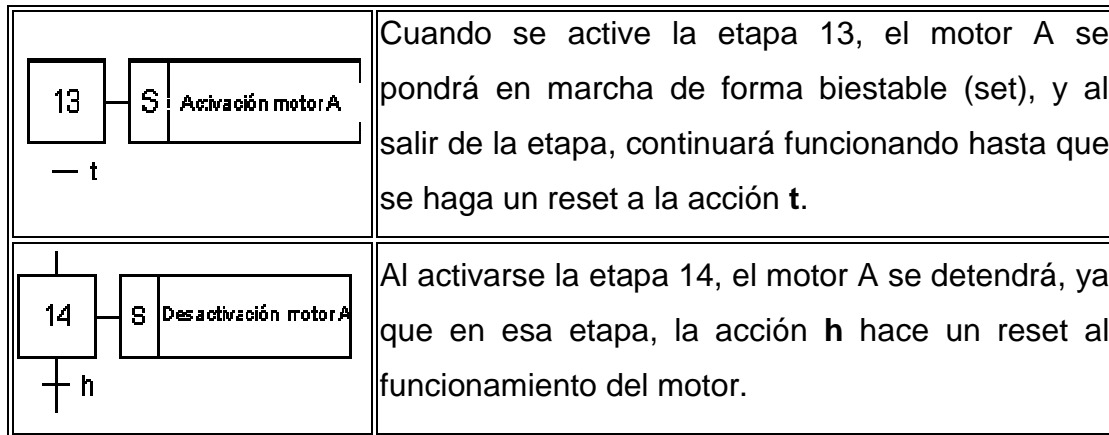


Gráfico 21: Acción memorizada

1.9.1.3 Transiciones

Las transiciones representan las condiciones que el sistema debe superar para poder pasar de una etapa a la siguiente. Al pasar una transición, el sistema deja de estar en una etapa e inmediatamente va a la siguiente. Validar la transición implica un cambio en las etapas activas del GRAFCET (Ver gráfico 22).

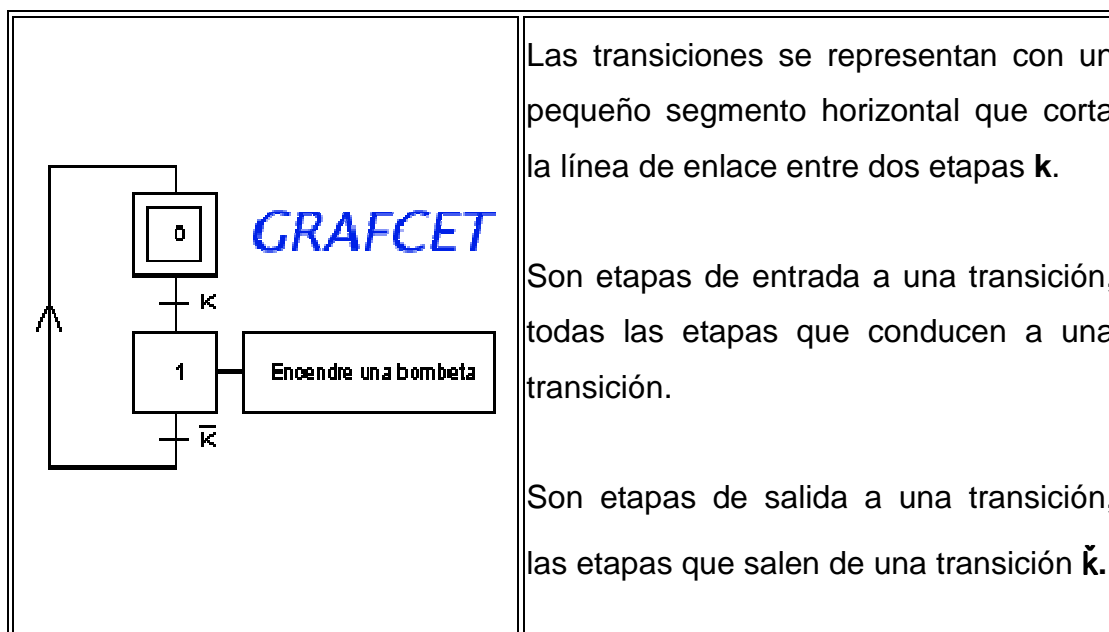


Gráfico 22: Grafcet

1.9.1.4 Receptividades asociadas a las transiciones

La condición o condiciones que se deben superar para poder pasar una transición, reciben el nombre de receptividades.

En una transición podemos tener:

- Una condición simple [Pm].
- Una función booleana [(Pm+Pk)*Pp'].
- La señal de un temporizador o contador [T03].

En este caso, es habitual que el temporizador se haya activado a contar en la acción asociada de la etapa de entrada.

La activación de otra etapa del GRAFCET [X12], donde X nos indica que la receptividad esta condicionada al hecho que la etapa (en este caso la 12) esté activa.

1.9.1.5 Sistema de programación Ladder

El nombre de este método de programación (Que significa escalera en inglés) proviene de su semejanza con el diagrama del mismo nombre que se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas. Cabe mencionar que en estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra.

Con este tipo de diagramas se describe normalmente la operación eléctrica de distinto tipo de máquinas, puede utilizarse para sintetizar un sistema de control y, con las herramientas de software adecuadas se procederá a la programación del PLC.

Se debe recordar que mientras en el diagrama eléctrico todas las acciones ocurren simultáneamente en el programa se realizan en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los rungs (Escalones) fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (Cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC podemos considerar que existen infinitos contactos auxiliares para cada entrada, salida, relé auxiliar o interno, etc.

Además, todo PLC cumple con un determinado ciclo de operaciones que consiste en leer las entradas, ejecutar todo el programa una vez, y actualizar las salidas tal como hayan resultado de la ejecución del programa. Como consecuencia, si una determinada salida toma dos valores diferentes durante una pasada por el programa, solo aparecerá a la salida el último de los valores calculados.

El tiempo empleado por el PLC para ejecutar determinado programa es lo que se conoce como "Tiempo de Scan" (Scan = barrido en inglés). Los fabricantes de PLC especifican este tiempo de diversas formas, siendo las más comunes indicar el tiempo necesario para ejecutar una sola instrucción y el tiempo para ejecutar un programa de la máxima longitud posible. Se debe tener en cuenta que cuando se habla del tiempo de ejecución de una sola instrucción, este no es el mismo tiempo que el necesario para ejecutar un programa de una sola instrucción.

Esta aparente incoherencia, se aclara recordando que una vuelta de programa incluye la lectura de las entradas, la actualización de las salidas y una serie de procesos internos que son invisibles al usuario. Hemos visto también, que los elementos a evaluar para decidir si activar o no las salidas en determinado rung, son variables lógicas o binarias, que pueden tomar solo dos estados: presente o ausente, abierto o cerrado, 1 ó 0, y que provienen de entradas al PLC o relés internos del mismo. En la programación ladder, estas variables se representan por contactos, que justamente pueden estar en solo dos estados, abierto o cerrado.

Las salidas de un programa ladder son equivalentes a las cargas (Bobinas de relés, lámparas, etc.) en un circuito eléctrico. Como indica esta analogía, dos o más salidas pueden programarse en paralelo siempre que queramos activarlas y desactivarlas a la vez. Como salidas en el programa del PLC tomamos no solo a las salidas que el equipo provee físicamente hacia el exterior, sino también las que se conocen como relés internos. Los relés internos son simplemente variables lógicas que podemos usar, por ejemplo, para memorizar estados o como acumuladores de resultados que utilizaremos posteriormente en el programa (Ver gráfico 23).

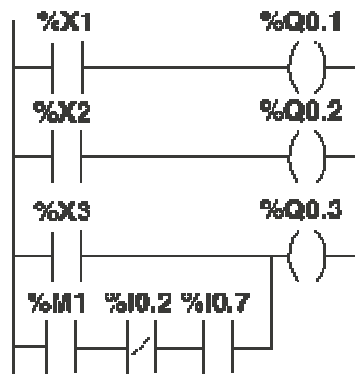


Grafico 23: Diagrama Escalera "Ladder"

Existen dos formas básicas de activar o desactivar las salidas: con retención y sin retención. La forma más común es la de salida no retenida, lo que significa que la salida es activada si se cumplen las condiciones del rung en el que está programada y se desactiva inmediatamente cuando las condiciones dejan de cumplirse.

Las salidas retenidas, por el contrario, se activan y desactivan en rунgs diferentes y por instrucciones diferentes. Cuando se cumple el rung en el que la salida debe activarse, ésta lo hace y permanece así, aún cuando la condición de activación deje de cumplirse. El único modo de apagar o desactivar la salida retenida es programar un rung con la correspondiente instrucción de apagado de la salida en cuestión. Las instrucciones de retención y liberación de salidas se usan siempre por pares.

1.9.1.6 Conceptos de diagramas de escalera aplicados a PLC's

Los elementos principales son: contactos y bobinas.

Los contactos o condiciones pueden ser de: entradas digitales, salidas digitales, temporizadores, contadores o, marcas (También llamadas banderas o memorias internas, que son equivalentes a los relevadores auxiliares en tableros alambrados).

Lo que llamamos "bobinas" es el resultado de la operación y "enciende" cuando las condiciones precedentes se cumplen, o en términos eléctricos, existe un camino de contactos en serie cerrados.

Además, existen dos tipos de bobinas: retentiva (Tipo latch) y no retentiva (Ver tabla 3).

SIMBOLOGIA			
MARCA	ENTRADA	SALIDA	MEMORIA
FESTO	I0.0	O0.0	F0.0
SIEMENS	E0.0 o I0.0	A0.0 o Q0.0	M0.0 o S0.0
ZELIO	I1	Q1	M1
MOMENTUM	100001	000001	000050
MICRO ONE 1	1	200	400
TWIDO	%I0.0	%Q0.0	%M1
WAGO	%IX0.0	%QX0.0	%MX0.0

Tabla 3: Simbología entre marcas

Las letras I, Q y M pueden ser llamadas por bit. Ej. Q0.0 = bit 0 del Byte 0 de salidas digitales. Así mismo por byte. Ej. I8.0 = los 8 bits del byte 0, o por palabra. Ej. MW0.

Programando PLC's es muy frecuente cometer errores. En el primero caso, el PLC tiene un límite de operaciones pendientes que es fácil alcanzar y en el

segundo (Cortocircuito de contactos) y tercero (Repetición de condiciones), se desperdicia memoria si es que el programa compilador acepta los comandos.

Los temporizadores y las funciones más complejas se dibujan mediante un rectángulo donde se escriben los elementos constituyentes.

Los contadores hacen el cambio cuando el estado lógico cambia de cero a uno, donde puede haber ascendentes y descendentes (*Ver tabla 4*). Además, cuando su valor llega a cero su bit de salida cambia de estado también puede ser regresado su valor a cero mediante la instrucción RESET y pueden ser inicializados mediante la instrucción SET.

CU	Instrucción contar hacia arriba.
CD	Instrucción contar hacia abajo.

Tabla 4: Tabla de referencia

Es importante notar que el valor de un contador como de una temporización puede ser mostrado mediante un panel de operación.

Los PLC's se encuentran en la gran mayoría de las máquinas de proceso que se fabrican actualmente y a veces disfrazados de tablillas electrónicas de control, pero siempre reduciendo en gran medida la mano de obra que requerían todos los tableros de control alambrados que hasta hace unos años eran omnipresentes en la industria y en gran medida su gran difusión los ha abaratado tanto que aún en las operaciones más sencillas el PLC toma el lugar de temporizadores y contadores.

Al alambrar un PLC se debe tener cuidado en emplear los cables con código de colores para evitar en lo posible cualquier error que pudiera ser muy costoso.

Las compañías fabricantes de máquinas usan el siguiente código de colores para los cables:

COLOR	UTILIZACION
AZUL	Para circuitos de control en c.d.
ROJO	Para control en c.a.
VIOLETA y/o GRIS	Para entradas/salidas del PLC.
NEGRO	En circuitos de fuerza
BLANCO	En cables puestos a tierra
VERDE/AMARILLO o solamente VERDE	En c.a. (neutro) y el para la conexión a tierra.

Tabla 5: Código de colores para los conductores

Las máquinas modernas controladas por un PLC tienen pocos botones de mando, porque han sido sustituidos en gran medida por los paneles de mando que a su vez tienen una pequeña o gran pantalla de avisos y, en algunos casos hasta permiten la programación de la producción.

Además, la tendencia es hacia una fabricación integrada y el PLC juegan el papel de soldado raso en esa cadena al efectuar todas las operaciones burdas de control.

Estos sistemas donde los PLC's son supervisados por sistemas más complejos están actualmente en uso en las grandes compañías de alimentos, de automóviles y con la caída en los costos reales actuales, se puede anticipar su uso en fábricas y empresas más pequeñas en el próximo futuro.

En nuestro medio, esperamos ver cada vez un mayor número de PLC's controlando las máquinas de nuestras industrias.

Las PC's o, Computadoras Personales han incursionado en todos los ámbitos de la actividad de una empresa y hasta ahora son vistas tanto en la oficina de contabilidad como en el despacho de órdenes de producción en la fábrica.

Las computadoras, al ser una herramienta todo propósito, puede expandirse y recibir tarjetas de otros fabricantes que le dan otro uso.

Desde hace más de una década, existen en el mercado tarjetas de PC para el control de procesos que son similar en funciones a los PLC's y, que por lo tanto pueden ser usadas en las mismas aplicaciones. Estas tarjetas se venden para un mercado muy específico, el de automatización de laboratorios y de pruebas de procesos a nivel experimental. Esto es, plantas piloto o robótica.

Aunque a veces se traslapan en aplicaciones de control de laboratorios o de pequeños procesos, es importante hacer notar las ventajas de unos y otras.

Las computadoras digitales son muy poderosas para manejo de volúmenes grandes de datos y por esta razón en monitoreo y recolección de datos no tienen competencia. Y, en el control de maquinaria en ambientes industriales en condiciones adversas (Con polvo, variaciones de voltaje, etc.), los PLC's no han podido ser desplazados.

Una característica importante en unos y otros es el tiempo de respuesta que pueden tener a un cambio dado en las variables censadas. Los PLC's con sus memorias de programas limitadas son mucho más rápidos para reaccionar que las PCs.

1.9.2 TIMERS:

Otro elemento de los programas ladder tomado de los sistemas eléctricos es el timer. El timer más común tanto en la programación de PLC como en los cuadros de relés, es el de retardo a la conexión y desconexión instantánea.

Cuando se activa la entrada el timer comienza su operación llevando la cuenta del tiempo que la entrada está cerrada. Cuando este tiempo supera al programado (Por ejemplo con una perilla, en el caso de un timer electromecánico o un valor escrito en el programa, en el caso de un PLC) entonces el timer activa su salida. Si la entrada se abre, la salida se desactiva instantáneamente.

La operación de este tipo de sistemas suele describirse con la ayuda de un diagrama de tiempos, que no es más que una gráfica del estado de entrada y salidas a lo largo del tiempo.

1.9.3 CONTADORES:

Todos los PLC's incorporan funciones que reemplazan a la aplicación de contadores en el sistema de control. Además del obvio uso de estos contadores para contar, por ejemplo, piezas o ciclos de trabajo, la combinación de varios de ellos, quizás con el uso de algunas funciones de tipo aritmético, permite reemplazar programadores a leva y realizar funciones que de otra forma resultarían complicadas. Todos los contadores tienen una entrada de pulsos a contar, una entrada de reset, que cuando es activada lleva al contador a su estado inicial y una salida que se activa cuando la cuenta llega a su valor final.

El tipo más común de contador es el ascendente, en el que el estado inicial es cuenta cero con la salida desactivada. Al ir recibiendo pulsos en la entrada de conteo, la cuenta aumenta siempre manteniendo la salida desactivada, hasta el momento en que la cuenta llega al valor preseleccionado en el programa y el contador deja de contar. Podemos encontrarnos también con contadores descendentes, en los que se programa un valor inicial distinto de cero y la salida se activa cuando luego de realizar un conteo descendente la cuenta llega a cero.

1.9.4 CONTROL DE FLUJO DE PROGRAMA:

Como hemos visto hasta ahora, el "Flujo" del programa, es decir la secuencia en la que todas las instrucciones del programa son ejecutadas es simple: se comienza por la primera instrucción del programa y se continúa con la segunda,

tercera, etc. hasta la última instrucción y se retoma la ejecución de la primera, otra vez, repitiéndose el ciclo indefinidamente.

Existen casos en los que esto no es lo más deseable. por ejemplo: si queremos que determinada parte del programa no se ejecute salvo que el usuario así lo pida; o nos encontramos con que dos actividades son mutuamente excluyentes, o simplemente queremos controlar el mismo sistema con dos programas diferentes.

También podemos desear que no se haga nada hasta que no se reciba confirmación de una acción que acabamos de tomar (Con un fin de carrera, por ejemplo).

Todos estos casos nos muestran que puede ser conveniente tener la posibilidad de modificar el flujo de ejecución tan rígido que normalmente sigue el PLC. Las formas más comunes de hacer esto son dos: con saltos controlados y relés de control maestro.

El salto controlado consiste en hacer que la próxima instrucción en ejecutarse no sea necesariamente la siguiente en el programa. Algo similar sucede con el relé de control maestro, que desconecta las entradas al programa forzando a éste a no activar ninguna salida, lo que resulta equivalente a no ejecutarlo.

1.9.4.1 Funciones especiales:

1.9.4.1.1 Temporizador con retardo a la conexión:

Activa la salida Q una vez que ha transcurrido el tiempo programado.

1.9.4.1.2 Temporizador con retardo a la desconexión:

Desactiva la salida Q una vez transcurrido el tiempo programado. El temporizador se pone en marcha en flanco descendente.

1.9.5 RELÉ DE IMPULSOS:

Tiene el mismo funcionamiento que un interruptor. La salida cambia de estado, de 0 a 1, cada vez que cambia la señal en la entrada Trg.

1.9.6 RELOJ:

Permite controlar los instantes de activación y desactivación de la salida en un día de la semana y a una hora determinada.

1.9.7 RELÉ DE AUTOMANTENIMIENTO:

Función biestable R-S. Permite realizar la función paro-marcha típica de los automatismos a contactores. La situación no permitida $R=1, S=1$ se soluciona dando preferencia a R.

1.9.8 GENERADOR DE PULSOS:

Genera pulsos de reloj a intervalos iguales. Funcionamiento similar a un intermitente.

1.9.9 TEMPORIZADOR A LA CONEXIÓN CON MEMORIA:

De funcionamiento similar al temporizador a la conexión, pero con la característica que no es necesario mantener la señal en Trg.

1.9.10 CONTADOR PROGRESIVO/REGRESIVO:

Permite contar y descontar los pulsos aplicados a su entrada CNT.

1.9.11 CONTADOR DE HORAS DE SERVICIO:

Permite medir el tiempo que está activada la entrada en esta función solamente se puede utilizar como bloque inicial.

1.9.12 RELÉ DE SUPRESIÓN:

Activa la salida hasta que haya transcurrido el tiempo de T. Si éste no ha terminado y Trg se pone a 0 la salida también lo hace. Esta función solamente se puede utilizar como bloque inicial.

1.9.13 CONMUTADOR DE VALOR DE UMBRAL PARA FRECUENCIAS:

Permite contar los impulsos aplicados a su entrada y dependiendo de éstos conmutar la salida. (Ver gráfico 24).

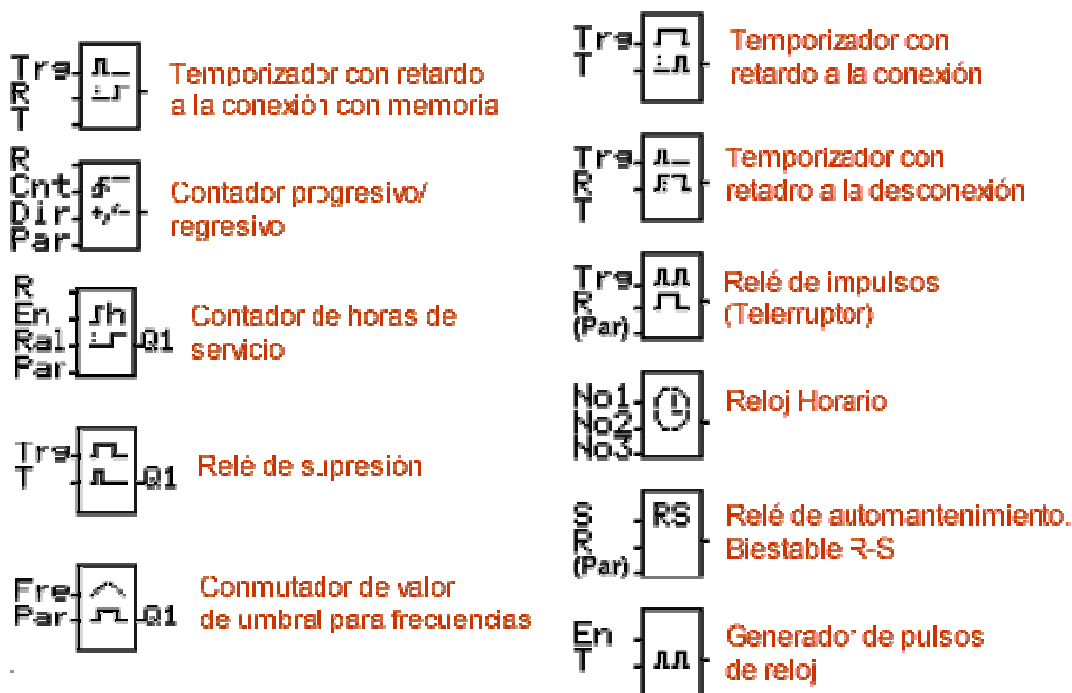


Grafico 24: Funciones Especiales

1.9.14 ORGANIZACIÓN DE TAREAS:

El estándar también define una nueva arquitectura para la organización e interacción de tareas con PLC's. Una tarea controla la ejecución de un programa ejecutándolo periódicamente o en respuesta a un específico evento. Para optimizar los recursos del controlador, una aplicación puede ser fragmentada en un número de pequeños programas concretos. Cada programa está bajo el control de una tarea que se ejecuta a la velocidad que requiera la E/S asociada

1.10 EL PLC

1.10.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE “PLC”:

El término PLC de amplia difusión en el medio significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PC's (Programmable Controllers), pero, con la llegada de las IBM PC's, para evitar confusión, se emplearon definitivamente las siglas PLC.

En Europa, el mismo concepto es llamado Autómata Programable.

La definición más apropiada es: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.

Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria.

Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato. Un programador o control de flama de una caldera, es un ejemplo de estos últimos.

Además de poder ser programados, se insiste en el término "Control Automático", que corresponde solamente a los aparatos que comparan ciertas señales provenientes de la máquina controlada de acuerdo con algunas reglas programadas con anterioridad para emitir señales de control para mantener la operación estable de dicha máquina.

Las instrucciones almacenadas en memoria permiten modificaciones así como su monitoreo externo.

1.10.2 HISTORIA DE LOS PLC'S:

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

Ya en 1971, los PLC's se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits, comparados con los 4 de los 70s -, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los primeros años de los noventas, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLC's de diferentes marcas y PC's, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la gerencia en "tiempo real".

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

Los 90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80.

Ahora disponemos de PLC's que pueden ser programados en diagramas de bloques, lista de instrucciones, lenguaje C y texto estructurado al mismo tiempo.

Los PC están comenzando a reemplazar al PLC en algunas aplicaciones, incluso la compañía que introdujo el Modicon 084 ha cambiado al control basado en PC por lo cual, no sería de extrañar que en un futuro no muy lejano el PLC desaparezca frente al cada vez más potente PC, debido a las posibilidades que este último puede proporcionar

1.10.3 NECESIDAD Y USOS DEL PLC:

La gran mayoría de los procesos industriales requieren algún tipo de coordinación, supervisión o control. La necesaria automatización de estas funciones puede ser llevada a cabo de muy diferentes formas, pero hasta hace algunos años, la práctica común consistía en el control de secuencias de operación en base a cuadros de relés y la utilización de módulos especiales para control de variables continuas como la temperatura y tableros de indicadores (Luminosos, por ejemplo) para proveer la interfaz con un operador supervisor.

Lamentablemente, cuando debía cambiarse el proceso, era necesario realizar modificaciones substanciales en el sistema de control del proceso lo cual implicaba grandes costos y demoras. Se requería algún tipo de reconfigurabilidad en el mismo diseño inicial.

Para llevar más allá la idea de la flexibilidad, se concibió la posibilidad de utilizar un computador especializado en el tipo de tareas que normalmente se requería de un control de un proceso industrial: sensor de contactos, actuación de relés, conteo, temporización, procesamiento de señales continuas, etc.

El hecho de utilizar un computador permite en la mayoría de los casos cambiar la funcionalidad del control del proceso sin más que cambiar el programa, ya que en general todos los componentes necesarios como relés auxiliares, temporizadores, etc. Se encuentran ya implementados en el software interno del mencionado computador que es ahora el control del proceso industrial.

En los casos en que las modificaciones sean tantas que la capacidad de sistema inicial quede superada, por lo común será posible expandirlo con hardware adicional para cumplir con las nuevas exigencias.

La especialización del computador es básicamente de dos tipos: por un lado, y para facilitar su uso como control de proceso, debe ser programable con facilidad por técnicos habituados al funcionamiento de los controles más tradicionales y disponer de manera simple de todos los componentes de un sistema de control, a los que se hacía referencia, listos para ser utilizados.

Por otra parte, el tipo de construcción y su tolerancia a condiciones ambientales y eléctricas extremas, debe permitirle desempeñarse con confiabilidad en todo tipo de montaje industrial.

Este computador fácilmente programable para tareas de control, y concebido para ser utilizado en un ambiente industrial, es lo que se conoce como PLC (Programmable Logic Controller), en español, controlador lógico programable.

1.10.4 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PLC's:

Hoy la tecnología nos ofrece PLC's acorde a las necesidades de cada usuario y cada aplicación.

Para automatizaciones de pequeña envergadura, como por ejemplo dosificadores, alimentadores para máquinas, montacargas, lavadoras industriales y de automóviles, control de barreras, calefacción, vidrieras, etc., casos de mediana complejidad donde se necesitan además señales analógicas y

comunicación, por ejemplo máquinas inyectoras paletizadoras, cintas transportadoras, etc., se utilizan por lo general PLC's compactos.

En aplicaciones de mayor complejidad como por ejemplo supervisión remota de subestaciones de energía, estaciones de bombeo, plantas potabilizadoras de agua, sistemas de control de luces en aeropuertos, líneas de producción en la industria automotriz, procesos de chancado y molienda en la industria cementera, etc., donde se requiere gran cantidad de entradas/salidas de diversa naturaleza (Discretas, analógicas, termopares, pulsos de 40kHz) y un programa de control extenso y varios canales de comunicación, por lo general se recurre a PLC's del tipo modular.

Cuando la complejidad del proceso requiere gran velocidad de procesamiento del programa, manejo de lazos de control, alta prestación en múltiples protocolos de comunicación, elevada cantidad de entradas /salidas controladas en forma remota y descentralizada, como por ejemplo en la automatización de una planta siderúrgica, de un oleoducto, de una refinería, de una planta minera completa, de una planta de extracción de aceites, etc., se utiliza por lo general grandes PLC's modulares.

La supervisión se puede realizar en dos niveles diferentes de complejidad:

A nivel del operador, empleando terminales de diálogo hombre - máquina del tipo XBT Magelis.

A nivel de planta, empleando una PC con un software de supervisión, comúnmente denominado SCADA, como por ejemplo el software P-CIM.

En el presente capítulo desarrollamos con extensión la oferta de PLC's de aplicación cotidiana, y mencionamos las características relevantes de los PLC's modulares y terminales de diálogo.

Para obtener más datos e información es imprescindible consultar los catálogos específicos y solicitar asesoramiento técnico.

1.10.5 VENTAJAS E INCONVENIENTES

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido principalmente a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

1.10.5.1 Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 - a. No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 - b. No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 - c. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
 - d. Mínimo espacio de ocupación.
 - e. Menor costo de mano de obra de la instalación.
 - f. La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
 - g. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.

- h. Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómeta.
- i. Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- j. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómeta sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

1.10.5.2 Inconvenientes

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El costo inicial también puede ser un inconveniente.

1.10.6 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC

1.10.6.1 Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

1.10.6.2 Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

1.10.6.3 Diálogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

1.10.6.4 Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.

1.10.6.5 Nuevas funciones

- Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real.
- Sistemas de supervisión: También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial.
- Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos.
- Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen por qué estar en el armario del autómata.
- Buses de campo: Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional.

1.10.7 ESTRUCTURA DEL PLC

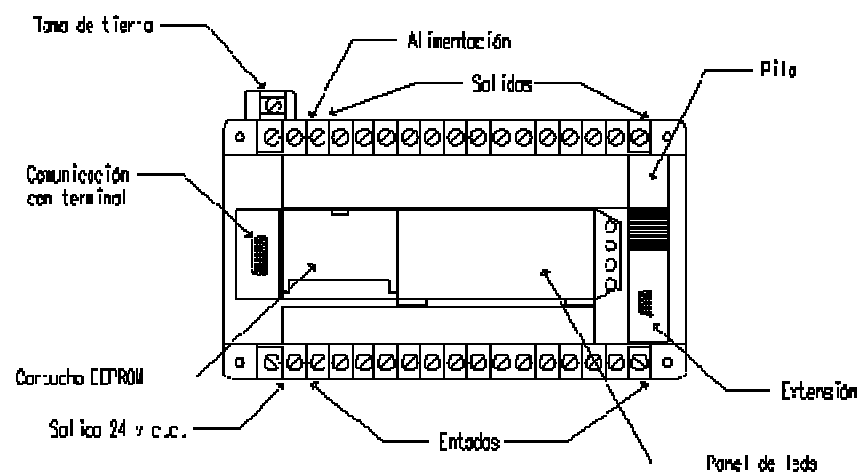


Gráfico 25: Partes del PLC

El autómata está compuesto de diferentes elementos como CPU, fuente de alimentación, memoria, E/S, etc. que están colocados de diferente forma y modo según la estructura externa del autómata (*Ver gráfico 25*).

1.10.7.1 Estructura externa

El término estructura externa o configuración externa de un autómata programable se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente son tres las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- a) Estructura compacta.
- b) Estructura semimodular. (Estructura Americana)
- c) Estructura modular. (Estructura Europea)

a). Estructura compacta

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc.

Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando.

b). Estructura semimodular:

Se caracteriza por separar las entradas y salidas del resto del autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas las CPU, memoria de usuario

o de programa y fuente de alimentación y separadamente las unidades de las entradas y salidas.

c). Estructura modular:

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

1.10.7.2 Estructura interna:

El autómata está constituido por diferentes elementos, pero tres son los básicos:

- a) CPU.
- b) Entradas.
- c) Salidas.

Con las partes mencionadas podemos decir que tenemos un autómata pero para que sea operativo son necesarios otros elementos tales como:

- d) Fuente de alimentación.
- e) Interfaces.
- f) La unidad o consola de programación.

a) CPU:

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las

entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

El CPU está constituido por los siguientes elementos:

- I. Procesador.
- II. Memoria monitor del sistema.
- III. Circuitos auxiliares.

I. PROCESADOR:

Está constituido por el microprocesador, el reloj (Generador de onda cuadrada) y algún chip auxiliar.

El micropocesador es un circuito integrado (Chip), que realiza una gran cantidad de operaciones, que podemos agrupar en:

- Operaciones de tipo lógico.
- Operaciones de tipo aritmético.
- Operaciones de control de la transferencia de la información dentro del autómata.

II. MEMORIA MONITOR DEL SISTEMA:

Es una memoria de tipo ROM, y además del sistema operativo del autómata contiene las siguientes rutinas, incluidas por el fabricante.

- Inicialización tras puesta en tensión o reset.
- Rutinas de test y de respuesta a error de funcionamiento.

- Intercambio de información con unidades exteriores.
- Lectura y escritura en las interfaces de E/S.

III. CIRCUITOS AUXILIARES

Para que el microprocesador pueda realizar todas estas operaciones está dotado de unos circuitos internos que son los siguientes:

- *Circuitos de la unidad aritmética y lógica o ALU:*

Es la parte del microprocesador donde se realizan los cálculos y las decisiones lógicas para controlar el autómata.

- *Circuitos de la unidad de control (UC) o decodificador de instrucciones:*

Decodifica las instrucciones leídas en memoria y se generan las señales de control.

- *Acumulador:*

Es la encargada de almacenar el resultado de la última operación realizada por el ALU.

- *Flags:*

Flags, o indicadores de resultado, que pueden ser consultados por el programa.

- *Contador de programa:*

Encargada de la lectura de las instrucciones de usuario.

- *Bus (interno):*

No son circuitos en si, sino zonas conductoras en paralelo que transmiten datos, direcciones, instrucciones y señales de control entre las diferentes partes del microprocesador.

En general cada autómatas contiene y realiza las siguientes funciones:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda de un determinado tiempo máximo.
- Ejecutar el programa usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenida al final del ciclo de ejecución del programa usuario.
- Chequeo del sistema.

b) ENTRADAS:

Las señales externas que ingresan al sistema le permiten cumplir con las acciones de arranque, alteración del control del proceso, parada de emergencia, cambios de velocidad, del tipo de proceso, etc.

Muchas veces la señal producida por el sensor no está en una forma que pueda ser empleada directamente por el controlador, por lo que debe ser preparada

c) SALIDAS:

Las salidas corresponden a equipos y/o aparatos que reciben la señal desde el controlador, con el objeto de ejecutar una acción en el equipo a ser controlado o para dar una señal de indicación sobre la marcha del proceso. Por ejemplo, puede

relacionarse con medidores, indicadores, pantallas, impresoras, timbres de alarma, luces, relés, contactores, ordenador para el análisis de resultados.

d) FUENTE DE ALIMENTACIÓN:

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema.

La alimentación a los circuitos E/S puede realizarse, según tipos, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/48 Vcc.

La fuente de alimentación del autómeta puede incorporar una batería tampón, que se utiliza para el mantenimiento de algunas posiciones internas y del programa usuario en memoria RAM, cuando falla la alimentación o se apaga el autómeta.

e) INTERFASES:

En el control de un proceso automatizado, es imprescindible un diálogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el autómeta, estas comunicaciones se establecerán por medio del conjunto de entradas y salidas del citado elemento.

De entre todos los tipos de interfases que existen, las interfases específicas permiten la conexión con elementos muy concretos del proceso de automatización. Se pueden distinguir entre ellas tres grupos bien diferenciados:

- Entradas / salidas especiales.
- Entradas / salidas inteligentes.
- Procesadores periféricos inteligentes.

Las interfases especiales del primer grupo se caracterizan por no influir en las variables de estado del proceso de automatización. Únicamente se encargan de adecuar las E/S, para que puedan ser inteligibles por la CPU, si son entradas, o para que puedan ser interpretadas correctamente por actuadores (Motores, cilindros, etc.), en el caso de las salidas.

Las del segundo grupo admiten múltiples modos de configuración, por medio de unas combinaciones binarias situadas en la misma tarjeta. De esta forma se descarga de trabajo a la unidad central, con las ventajas que conlleva.

Los procesadores periféricos inteligentes, son módulos que incluyen su propio procesador, memorias y puntos auxiliares de entrada / salida. Estos procesadores contienen en origen un programa especializado en la ejecución de una tarea concreta.

f) UNIDAD DE PROGRAMACIÓN:

Es el conjunto de medios (Hardware y software) mediante los cuales el programador introduce y depura sobre las secuencias de instrucciones (En uno u otro lenguaje) que constituyen el programa a ejecutar.

1.10.8 MEMORIA:

La memoria es el almacén donde el autómatas guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control.

Datos del proceso:

- Señales de planta, entradas y salidas.
- Variables internas, de bit y de palabra.
- Datos alfanuméricos y constantes.

- Datos de control:
- Instrucciones de usuario (Programa)
- Configuración del autómata (Modo de funcionamiento, número de e/s conectadas)

Existen varios tipos de memorias:

- RAM. Memoria de lectura y escritura.
- ROM. Memoria de solo lectura, no reprogramable.
- EPROM. Memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas.
- EEPROM. Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos.

La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

La memoria ROM se utiliza para almacenar el programa monitor del sistema.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada.

Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM + EEPROM, utilizando estas últimas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM.

1.10.8.1 Memoria interna:

En un autómata programable, la memoria interna es aquella que almacena el estado de las variables que maneja el autómata: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. Esta memoria interna se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un cometido y características distintas.

La clasificación de la memoria interna no se realiza atendiendo a sus características de lectura y escritura, sino por el tipo de variables que almacena y el número de bits que ocupa la variable.

1.10.8.2 Memoria de programa:

La memoria de programa, normalmente externa y enchufable a la CPU mediante cassette de memoria, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación.

Cada instrucción del usuario ocupa un paso o dirección del programa.

Las memorias de programa o memorias de usuario son siempre de tipo permanente RAM + batería o EPROM/EEPROM. Por lo general la mayoría de los fabricantes de autómatas ofrecen la posibilidad de utilizar memorias RAM con batería para la fase de desarrollo y depuración de los programas, y de pasar estos a memorias no volátiles EPROM o EEPROM una vez finalizada esta fase.

1.10.9 FUNCIONAMIENTO:

Los autómatas programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas ordenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta (Aplicación) al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las ordenes de salidas necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

La secuencia básica de operación del autómata se puede dividir en tres fases principales:

1.10.9.1 Escritura de señales en la interfaz de salidas:

A fin de optimizar el tiempo, la lectura y escritura de las señales se realiza a la vez para todas las entradas y salidas; Entonces, las entradas leídas de los módulos de entrada se guardan en una memoria temporal (Imagen entrada). A esta acude la CPU en la ejecución del programa, y según se va obteniendo las salidas, se guardan en otra memoria temporal (Imagen de salida). Una vez ejecutado el programa completo, estas imágenes de salida se transfieren todas a la vez al módulo de salida.

El autómata realiza también otra serie de acciones que se van repitiendo periódicamente, definiendo un ciclo de operación.

1.10.9.2 Modo de funcionamiento:

- Programa. El PLC está en reposo y puede recibir o enviar el programa a un periférico.
- Monitor. El PLC ejecuta el programa que tiene en memoria.
- Run. El PLC ejecuta el programa que tiene en memoria permitiendo el cambio de valores en los registros del mismo.

1.10.9.3 Ciclo de funcionamiento:

El funcionamiento del autómata es, salvo el proceso inicial que sigue a un Reset, de tipo secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una tras otra, y se van repitiendo continuamente mientras el autómata esté bajo tensión.

1.10.9.3.1 Proceso inicial:

Antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- El nivel de la batería, si esta existe.
- La conexión de las memorias internas del sistema.
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

Si se encontrara algún error en el chequeo, se activaría el LED de error y quedaría registrado el código del error.

Comprobadas las conexiones, se inicializan las variables internas:

- Se ponen a OFF las posiciones de memoria interna (Excepto las mantenidas o protegidas contra pérdidas de tensión).
- Se borran todas las posiciones de memoria imagen E/S.
- Se borran todos los contadores y temporizadores (Excepto los mantenidos o protegidos contra pérdidas de tensión).

Transcurrido el proceso inicial y si no han aparecido errores el autómata entra en el ciclo de operación.

1.10.9.4 Ciclo de operación:

Este ciclo puede considerarse dividido en tres bloques.

1.10.9.4.1 Proceso común:

En este primer bloque se realizan los chequeos cíclicos de conexiones y de memoria de programa, protegiendo el sistema contra:

- Errores de hardware (Conexiones E/S, ausencia de memoria de programa, etc.).
- Errores de sintaxis (Programa imposible de ejecutar).

El chequeo cíclico de conexiones comprueba los siguientes puntos:

- Niveles de tensión de alimentación.
- Estado de la batería si existe.
- Buses de conexión con las interfases.

El chequeo de la memoria de programa comprueba la integridad de la misma y los posibles errores de sintaxis y gramática:

- Mantenimiento de los datos, comprobados en el "CHECKSUM".
- Existencia de la instrucción END de fin de programa.
- Estructura de saltos y anidamiento de bloque correctos.
- Códigos de instrucciones correctas.

1.10.9.4.2 Ejecución del programa:

En este segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos.

El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación del programa.

Y a su vez esto depende, respectivamente de:

- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa.

1.10.9.4.3 Servicio a periféricos:

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo.

1.10.9.5 Tiempo de ejecución y control en tiempo real:

El tiempo total que el autómata emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de ciclo de operación o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time". Dicho tiempo depende de:

- El número de E/S involucradas.
- La longitud del programa usuario.

- El número y tipo de periféricos conectados al autómata.

Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones del ciclo como se puede (Ver tabla 6).

Autodiagnóstico (Proceso común).

- Actualización de E/S (Ejecución del programa).
- Ejecución de programa (Ejecución del programa).
- Servicio a periféricos (Servicio a periféricos).

1	GESTION DE PROCESOS COMUNES	$T1 = 1.26$ [ms] FIJO
2	GESTION DE PERIFERICOS	$T2 = (T1 + T3 + T4) * 0.05$ [ms] si $T2 < 1$ ms, $T2 = 1$ [ms] si $T2 > 1$ ms, $T2$ va redondeado por defecto al 0.5 ms
3	EJECUCION DE INSTRUCCIONES	$T3 =$ Suma de los tiempos de ejecución de las diversas instrucciones del programa
4	ACTUALIZACION DE E/S	$T4 = 0.29 + (0.07 * N)$ [ms] donde: N = número de GATE ARRAY - 1

Tabla 6: Operaciones del ciclo.

(Los tiempos de ejecución de instrucciones se miden en unidades de microsegundos, resultando un tiempo de escrutación del programa variable en función del número e instrucciones contenidas. Precisamente el tiempo de escrutación es uno de los parámetros que caracterizan a un autómata expresado normalmente en milisegundos por cada mil instrucciones ms/k).

$$\text{Tiempo total SCAN} = T1 + T2 + T3 + T4$$

CAPÍTULO II

EL PLC SIEMENS SIMATIC S7-300 CPU 314

2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2.1.1 ASPECTOS GENERALES

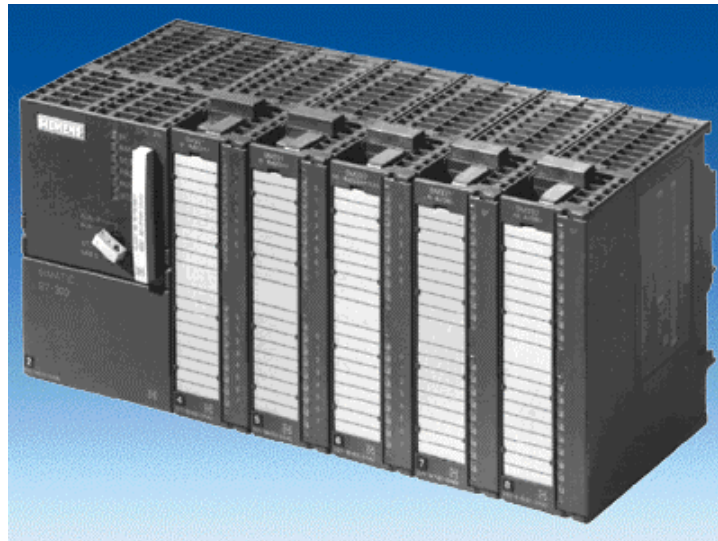


Gráfico 26: PLC S7 300

Este nuevo mini autómatas de SIEMENS (*Ver gráfico 26*) ideado especialmente para aumentar la cadencia y disminuir sensiblemente los tiempos ciclo y de respuesta y aumentar la calidad del proceso, opera más allá de los límites de prestaciones anteriores, asegurando la adquisición y tratamiento de señales (Analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten, de allí que es ideal para usarlo en maquinarias de embalaje y en máquinas herramientas, sector agroalimentario o en industria química o farmacéutica.

Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (La más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras), una memoria de

programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas/salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (Para tareas especiales se ofrecen módulos específicos), alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI.

Pequeño, extremadamente rápido y universal son las características más importantes de éste PLC, además de su modularidad, sus numerosos módulos de extensión, su comunicabilidad por bus, sus funcionalidades integradas de visualización y operación así como su lenguaje de programación bajo entorno Windows 95.

2.1.2 PRINCIPALES COMPONENTES DEL PLC



Gráfico 27: Principales componentes del PLC.

El autómata programable consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas (I/O).

- Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.
- Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- Módulos de suministro de energía.
- Módulos de interfases para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera.

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos.
- Interruptores.
- Pulsadores.
- Llaves.
- Finales de carrera.
- Detectores de proximidad.

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactores.
- Electroválvulas.
- Variadores de velocidad.
- Alarmas.

2.1.3 DIMENSIONES DEL PLC SIEMENS SIMATIC S7-300

El tamaño de la CPU (Independientemente del modelo) es de 80cm. de largo, 12,5 cm de alto y 13 cm de profundidad. En cuanto a los módulos, sus medidas son 40cm x 12,5cm x 13cm, respectivamente (*Ver tabla 7*).

Módulos	Ancho módulo	Altura módulo	Profundidad Máx.
Fuente de alimentación PS 307, 2 A	50 mm	125 mm	130 mm.
CPU	80 mm		
Módulo de entrada digital SM 321	40 mm.		
Módulo de salida digital SM 322			
Módulo de entrada analógica SM 331			
Módulo de salida analógica SM 332			

Tabla 7: Dimensiones del PLC S7-300

2.1.4 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

El PLC requiere una alimentación de 24 VDC. Por ésta razón, los módulos (fuentes) de alimentación de carga transforman la tensión de alimentación de 115/230 VAC en una tensión de 24 VDC. Los módulos de alimentación se montan a la izquierda junto a la CPU.

2.1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS 5 MÓDULOS CENTRALES.

El sistema modular comprende de cinco CPU para distintas exigencias,

- Módulos de entradas y salidas analógicas y digitales.
- Módulos de función de montaje rápido.
- Posicionamiento de lazo abierto y lazo cerrado.

- Módulos de comunicación para el acoplamiento a redes en bus.

La CPU más potente puede tratar 1024 instrucciones binarias en menos de 0,3 ms. Pero como las instrucciones puramente binarias constituyen más bien la excepción, tenemos que mencionar los tiempos de ejecución de las instrucciones mixtas: 65% de instrucciones con bits y un 35% con palabras, el más rápido de los autómatas puede con 1K en sólo 0,8 ms.

Otro detalle es la simplicidad de diagnóstico. Los datos de diagnóstico de todo el autómata están fijamente almacenados en la CPU (hasta 100 avisos). Estos datos pueden consultarse centralizadamente en la CPU, ya que todos los módulos relevantes son accesibles vía interfases MPI de ésta, lo que permite ahorrarse gastos suplementarios y evita molestas manipulaciones de conectores.

En una configuración de PLC en red, el puesto central de mando puede acceder directamente a cualquier CPU y a cualquier módulo de función, a cualquier panel de operador y a cualquier procesador de comunicaciones de la red, todo ello sin hardware ni software adicional.

2.1.6 INDICADORES DE ESTADO Y ERROR DEL PLC

El sistema de diagnóstico inteligente de la CPU se activa al reemplazar un módulo, se encarga de verificar si la configuración del autómata es aún compatible y evita así funcionamientos anómalos en la instalación (*Ver gráfico 28*).







	SF (rojo). Error de hardware o software.
	BATF (rojo). Error de batería.
	DC5V (verde). Alimentación de 5 VCC para CPU y el bus S7-300 en orden.
	FRCE (amarillo). Orden de forzar activada.
	RUN (verde). CPU en RUN; el diodo parpadea durante el arranque con 1 Hz; en el modo PARADA con 0,5 Hz
	STOP (Amarillo). CPU en STOP o PARADA, o bien arranque; el diodo parpadea al solicitar el borrado total.

Gráfico 28: Indicadores de estado y error del PLC.

Además realiza automáticamente el registro de la hora y la memorización de los fallos, contribuyendo así a un diagnóstico rápido y puntual cuando ya no se manifieste más el defecto o cuando éste sea de naturaleza esporádica.

Si nombramos sus características generales, tenemos:

- Los cinco ofrecen hasta 2048 marcas, 128 temporizadores y 64 contadores.
- Según el tipo de CPU, una parte de ellos o su totalidad puede hacerse remanente, es decir, no volátil.
- La salvaguarda y gestión de datos está asegurada por una memoria especial exenta de mantenimiento y que funciona sin pila (Depende del tipo de CPU en este caso CPU 314).

CPU 314

- Ejecuta el programa al doble de velocidad, es decir, en 0,3 ms. por 1K de instrucciones binarias.
- Tampoco hay peligro de perder datos pues también permite guardar el programa en una Memory Card tipo Flash-EEPROM.

2.2 MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE LOS MÓDULOS

El diseño simple permite que el S7-300 sea flexible y fácil de utilizar.

2.2.1 RIELES DE MONTAJE DIN:

Los módulos son enganchados de la parte superior del riel, ajustándola hasta el tope y luego atornillando arriba y abajo.

En cuanto a la interconexión de módulos se refiera, éstos llevan incorporados el bus posterior (de fondo de panel), lo que significa que no hay mas que enchufar los conectores de bus suministrados en la parte posterior de la carcasa y así, todos los módulos quedarán correctamente interconectados (*Ver gráfico 29*).

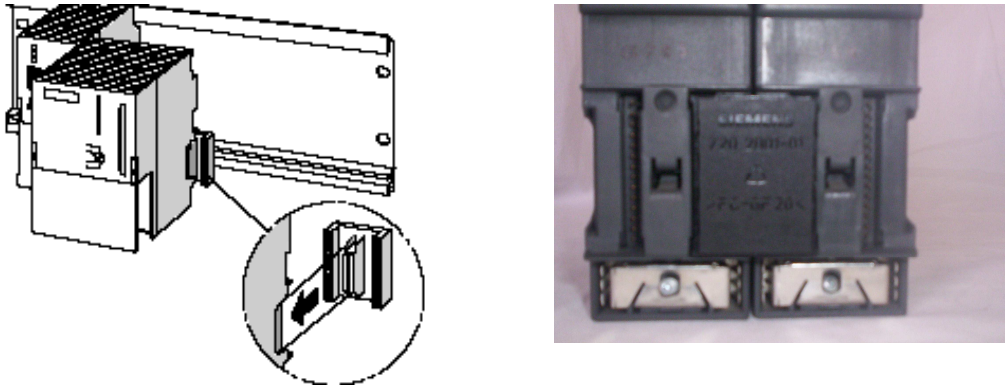


Gráfico 29: Rieles de montaje DIN

Además, si queremos montar una CPU o cambiar solamente un módulo, oprimiendo un pulsador se suelta el conector frontal, quedando a la vista el esquema de conexiones del módulo; por su parte, los conectores frontales están codificados por lo que resulta imposible enchufarlos accidentalmente en un módulo equivocado (Además, el plano de conexiones está situado en la parte interior de la tapa frontal, por lo que siempre estará disponible) y, en posición de montaje, se interrumpe la conexión eléctrica (Ver gráfico 30).

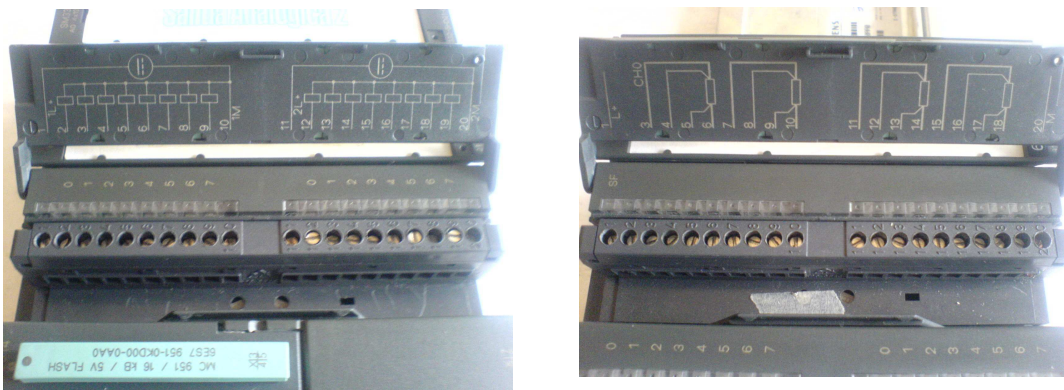


Gráfico 30: Esquema de conexión del módulo

Otra ventaja que tiene el S7-300 es el sistema de precableado (Llamado SITOP) que se compone solamente de elementos pasivos, tales como conectores frontales, cables planos en vaina redonda, bloques de bornes y además el cableado ya viene preparado. Este sistema permite establecer conexiones a 1, 2 ó 3 hilos con toda facilidad y evitar errores en el cableado.

Encaje los módulos (1), desplácelos hasta el módulo izquierdo (2) y abátalos hacia abajo (3) (Ver gráfico 31).

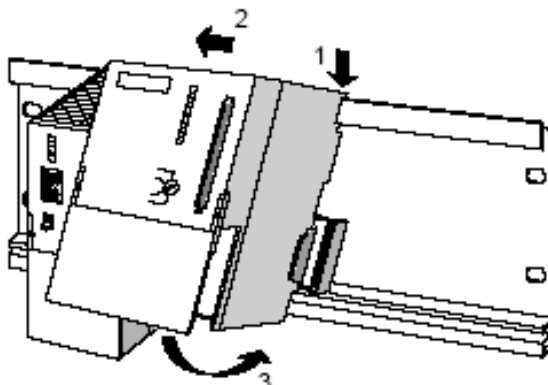


Gráfico 31: Encaje de módulos.

Sujete los módulos, apretando los tornillos con un par de 0,8 a 1,1 Nm (Ver gráfico 32).

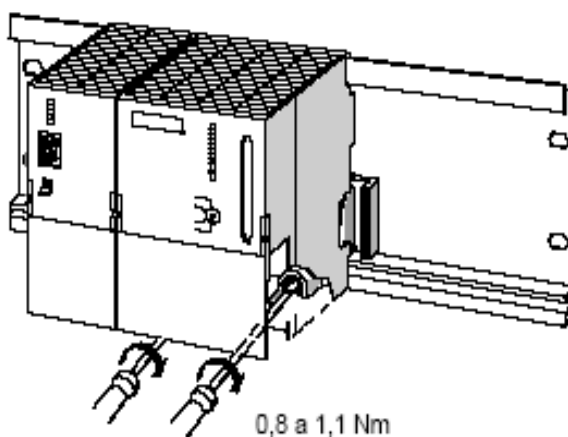


Gráfico 32: Sujeción de los módulos.

2.2.2 ASIGNAR LOS NÚMEROS DE SLOT.

Después del montaje, se asignará a cada módulo un número de slot para facilitar la atribución de los módulos dentro de la tabla de configuración en STEP 7, los respectivos rótulos numeradores de slot se adjuntan a la CPU (Ver gráfico 33).

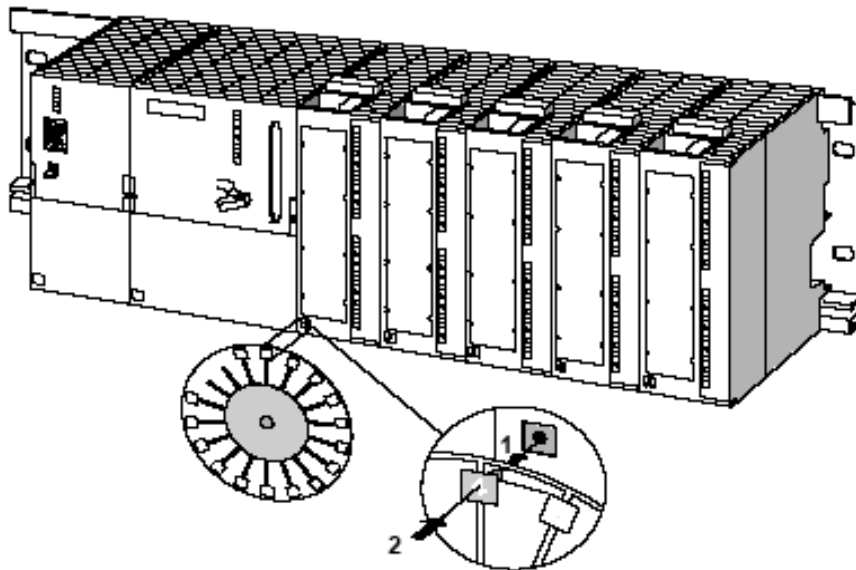


Gráfico 33: Colocar los rótulos numeradores de slot en los módulos.

2.2.3 INSTALAR UN S7-300 CON POTENCIAL DE REFERENCIA PUESTO A TIERRA

Si un S7-300 se instala con potencial de referencia puesto a tierra, las corrientes perturbadoras se derivan al conductor de protección.

- ° En el CPU 314, se derivan a través de un puente colocado entre los bornes M y la tierra funcional
- ° Si usted desea poner a tierra el potencial de referencia, **no** deberá quitar el puente situado entre los bornes M y de tierra funcional de la CPU (Ver gráfico 34).

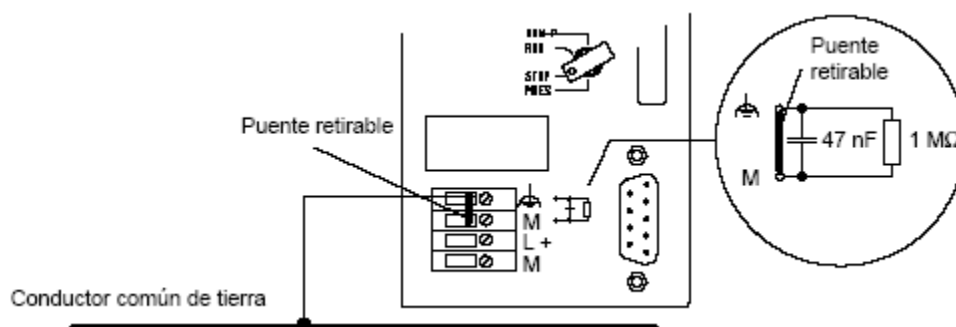


Gráfico 34: Instalación de un S7-300 con potencial de referencia puesto a tierra.

2.2.4 CABLEAR LA ALIMENTACIÓN Y LA CPU.

Cables de conexión a la red.

Para cablear la alimentación, se utilizó conductores sólidos de sección calibre 14 AWG.

Peine de conexión (*Ver gráfico 35*).

Para unir la fuente de alimentación PS 307 con la CPU, se utiliza el peine de conexión suministrado con la fuente de alimentación.

Cableado mediante el peine de conexión

Para interconectar la fuente de alimentación PS 307 y la CPU, proceda como se indica a continuación:

- ° Abra las puertas frontales de la PS 307 y de la CPU.
- ° Suelte la abrazadera antitracción de la PS 307.
- ° Desaisle el cable de conexión a la red (230/120 V) y conéctelo a la PS 307.
- ° Atornille la abrazadera antitracción.
- ° Enchufe el peine de conexión y atorníllelo.
- ° Cierre las puertas frontales.

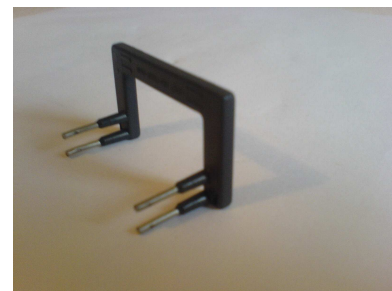
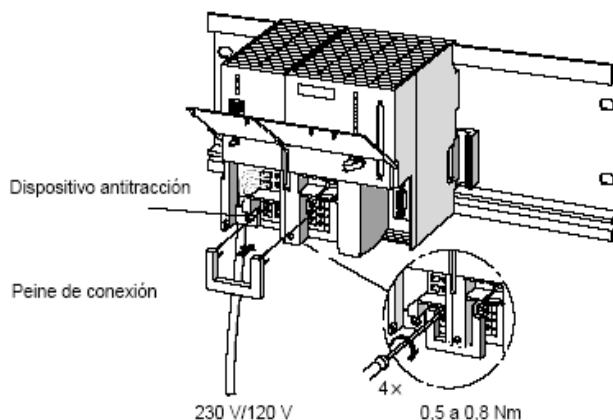


Gráfico 35: Interconectar la fuente de alimentación y la CPU mediante el peine de conexión.

2.2.5 AJUSTAR LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN A LA TENSIÓN DE RED REQUERIDA.

Para ajustar la fuente de alimentación a la tensión de red, se procede de la forma siguiente (Ver gráfico 36):

- Retire la tapa de protección con ayuda de un destornillador.
- Posicione el selector en el valor de la tensión de red local.
- Coloque la tapa de protección de nuevo en la abertura.

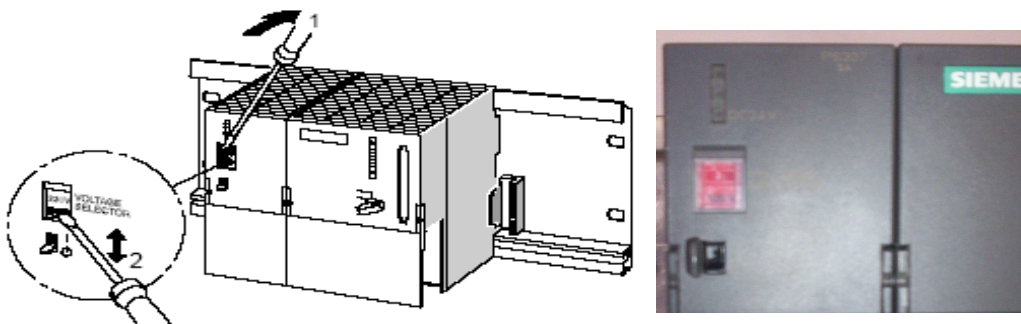


Gráfico 36: Ajustar la tensión de red en la PS 307.

2.2.6 CABLEAR EL CONECTOR FRONTAL

Se siguen los siguientes pasos (Ver gráfico 37):

- Se enhebra en el conector frontal el adjunto dispositivo antitracción para el conjunto de cables.
- Se comienza el cableado por el borne 20 y se sigue 19, 18, hasta 1.
- Apriete la brida antitracción alrededor del mazo de cables. Para aprovechar mejor el espacio para cables, apriete hacia la izquierda y el interior el cierre del dispositivo antitracción.

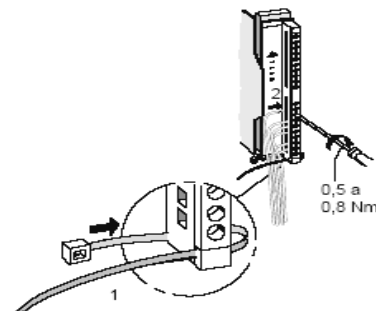


Gráfico 37: Apriete la brida antitracción alrededor del mazo de cables.

2.2.7 MONTAR EL MÓDULO DE SEÑALES PARA EL FUNCIONAMIENTO.

Apriete el botón de desbloqueo situado en la parte superior del módulo y empuje simultáneamente el conector frontal hacia el módulo hasta que alcance la posición de funcionamiento. Cuando el conector frontal esté en la posición de funcionamiento, el botón de desbloqueo retorna a su posición inicial (*Ver gráfico 38*).

- Cierre la puerta frontal.
- Rellene la tira de rotulación para identificar las direcciones de los diferentes canales.
- Deslice dicha tira de rotulación rellena en la puerta frontal.

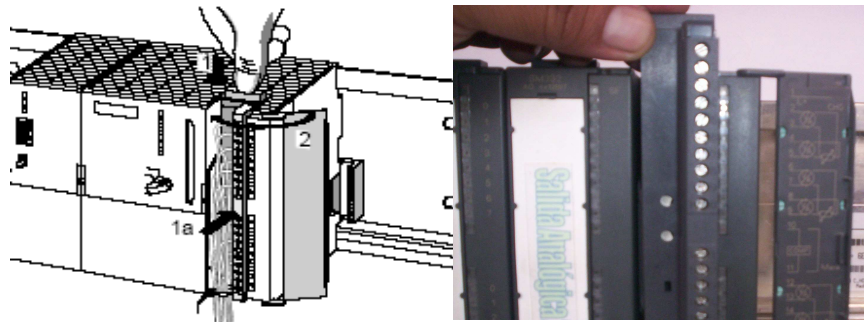


Gráfico 38: Montar el módulo de señales para el funcionamiento.

2.2.8 INSERTAR LA MEMORY CARD EN LA CPU.

Se debe seguir los siguientes pasos (*Ver gráfico 39*):

- Pasar la CPU al estado STOP.
- Enchufe la Memory Card en el receptáculo de la CPU. Al hacerlo, atender a que la marca de inserción de la Memory Card señale hacia la marca en la CPU.

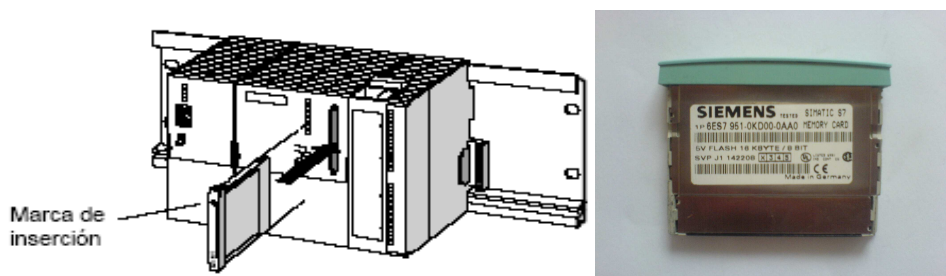


Gráfico 39: Insertar la Memory Card en la CPU.

2.2.9 COLOCAR LA PILA TAMPÓN.

Proceda como sigue (Ver gráfico 40):

- ° Abra la puerta frontal de la CPU.
- ° Enchufe el conector de la pila tapón en el contra conector correspondiente del receptáculo de la pila de la CPU. La muesca en el conector debe señalar a la izquierda.
- ° Coloque la pila tampón en el receptáculo de la CPU.
- ° Cierre la puerta frontal de la CPU.

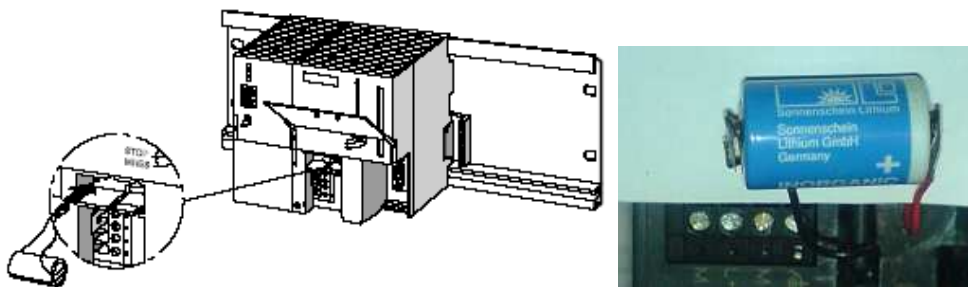


Gráfico 40: Colocar la pila tampón en la CPU 314.

2.2.10 CONECTAR LA COMPUTADORA AL PLC.

Interfase MPI.

La velocidad de transmisión típica (preajustada) es de 187,5 Kbaudios.

Se debe enlazar la computadora con la PC / MPI cable de la CPU a través de los cables 70X y RS 232 (Ver gráfico 41).

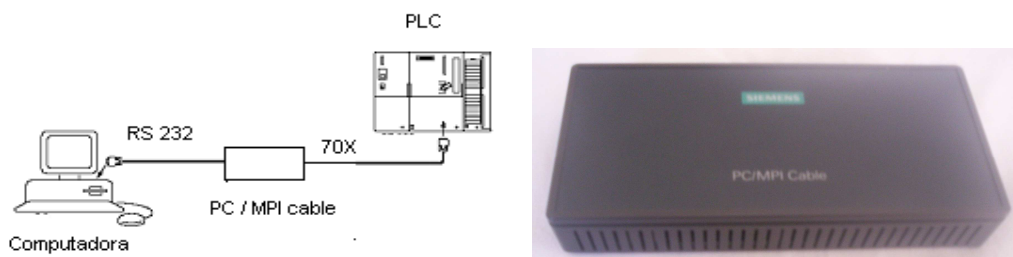


Gráfico 41: Conectar la Computadora al PLC.

2.3 TIPOS DE MÓDULOS DISPONIBLES

Tanto si son analógicas o digitales como si son entradas o salidas, éste autómata trata las señales a medida que se van presentando.

- **Módulos de entradas digitales**

Los módulos de entradas digitales convierten las señales digitales externas del proceso al nivel interno del autómata.

Por ejemplo, si se va a utilizar detectores de proximidad o finales de carreras con una tensión de 24 VDC, se debe elegir el módulo de entrada de 24 V., que le ofrece 16/32 entradas y conecta los sensores con separación galvánica y en grupos de 8 entradas con contacto común.

Para señales de corriente alterna de 120 ó 230 V., existe un módulo de 8 canales que se encarga de traducir las señales para que las pueda leer el autómata.

- **Módulos de salidas digitales**

Los módulos de salidas digitales convierten las señales internas del S7-300 en señales externas adaptadas al proceso.

Por ejemplo, si desea conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas, etc., entonces necesitará un módulo de éste tipo. En lo que respecta a los actuadores de 24 VDC, como por ejemplo contactores y válvulas, el autómata ofrece varias alternativas como ser: desde módulos de 16/32 canales y 0,5 A. con separación galvánica hasta módulos de relé de 8 a 16 canales.

- **Módulos de entradas analógicas**

Este convierte las señales analógicas en señales digitales que autómata procesa internamente. Se puede conectar sensores y emisores de señal de tipo tensión o intensidad, resistencia, así como termopares y termoresistencias y se puede elegir entre módulos que van de los 2 a 8 canales.

- **Módulos de salidas analógicas**

Este módulo convierte las señales digitales del S7-300 en señales analógicas para el proceso. Es una herramienta indispensable para convertidores de frecuencias, regulaciones, etc. además dispone de 2 ó 4 canales y tiene una resolución de 4 bits, con posibilidad de configuración para señales tipo tensión o corriente.

- **Módulos económicos**

Este módulo es especial cuando el factor económico es fundamental. Tiene una resolución de 8 bits, convierte señales analógicas en digitales y viceversa, también está dotado de 4 entradas y 2 salidas.

- **Módulos de función para tareas especiales**

Son módulos de montaje rápido que superan el ámbito de los 100 kHz y son idóneos para medir frecuencias, procesar los valores medidos, medir revoluciones o longitudes, así como para realizar tareas de posicionamiento. Se ofrecen diversos módulos de posicionamiento para controlar tareas de posicionamiento, motores paso a paso, así como para simular controladores de levas y accionamiento de 2 marchas (Lenta/rápida).

- **Módulo de simulación**

Este módulo se utiliza para comprobar el programa de aplicación antes de poner el sistema en marcha, o durante su funcionamiento. Este módulo permite simular señales de sensores mediante interruptores y averiguar los estados de señal de las salidas por medio de indicadores LED. Se monta en lugar de un módulo de E/S digitales.

- **Módulo de suministro de energía**

Este módulo es la fuente de alimentación del autómatas que transforma la tensión externa de suministro en la tensión operativa interna. Las tensiones de alimentación posibles para el S7-300 son: 24 VCC, 115 VCA o 230 VCA.

- **Módulos de interconexión o interfase**

Estos módulos permiten la comunicación entre los distintos racks. Se encuentran IM360, IM361, IM 365.

2.4 APLICACIONES DEL S7-300

Las áreas de aplicación del SIMATIC S7-300 incluyen:

- **Sistemas de transporte:** Gracias a su sencillez, permite programar y monitorear rápidamente aplicaciones como por ejemplo cintas transportadoras. La programación basada en "arrastrar y soltar" ayuda a configurar lógica de marcha/paro para motores con mando por pulsador y permite así mismo seleccionar contadores para supervisar el número de piezas producidas.
- **Controles de entrada y salida:** Gracias a su diseño compacto, permite además una integración fácil en dispositivos de espacio reducido, como por ejemplo en barreras de aparcamientos o entradas. Como por ejemplo se puede detectar un vehículo tanto a la entrada como a la salida, abriendo o cerrando la barrera automáticamente. La cantidad de vehículos estacionados resulta fácil de comprobar programando simplemente un contador.
- **Sistemas de elevación:** El potente juego de instrucciones de un PLC, permite que controle una gran variedad de sistemas de elevación de material. La vigilancia de secuencias de control (Arriba/abajo) así como la capacidad de tomar decisiones eficientes en cuanto a tareas de control complejas son algunas de las tareas asistidas por todas las instrucciones residentes en el PLC.

- Otras aplicaciones: Además de los ejemplos representado arriba, cabe considerar algunas de tantas otras tareas de automatización, para las que este PLC constituye la solución ideal:
 - Líneas de ensamblaje.
 - Sistemas de embalaje.
 - Máquinas expendedoras.
 - Controles de bombas.
 - Mezclador.
 - Equipos de tratamiento y manipulación de material.
 - Maquinaria para trabajar madera.
 - Paletizadoras.
 - Máquinas textiles.
 - Máquinas herramientas.

2.5 COMUNICACIÓN

El SIMATIC S7-300 tiene diferentes interfases de comunicación:

- Procesadores de comunicación CP 343-5, CP 343-1 y CP 343 TCP para conexión al PROFIBUS y sistemas bus de Ethernet Industrial.
- Procesador de comunicaciones CP 340 para conexión a sistemas punto a punto.
- La interfase multipunto (MPI) está integrada al CPU; para conexión simultánea de los mandos de programación, PC, sistemas MMI y sistemas de automatización SIMATIC S7, M7 o C7.

2.5.1 MECANISMOS DE COMUNICACIÓN

El SIMATIC S7-300 tiene varios mecanismos de comunicación:

- Intercambio cíclico del conjunto de datos entre redes de CPU mediante la comunicación global de datos.
- Comunicación de resultados transmitidos por las redes utilizando bloques de comunicación.

Mediante el servicio de comunicación global de datos, las redes de CPU pueden intercambiar datos cíclicamente con cada una de las otras unidades centrales de procesamiento. Esto permite a uno CPU acceder a la memoria de datos de otra CPU. La comunicación global de datos solo puede ser enviada vía interfases multipunto (MPI).

2.5.2 FUNCIONES DE COMUNICACIÓN

El PLC, al ser un elemento destinado a la automatización y control y teniendo como objetivos principales el aumento de la productividad o cadencia y la disminución de los tiempos ciclos, no puede o mejor dicho no es un simple ejecutador de datos almacenados en su memoria para transmitir directivas a sus dispositivos que controla.

Es decir, debe ser un elemento que en cualquier momento sea capaz de cambiar la tarea que realiza con simples cambios en su programación, ésta tarea sería imposible sin la ayuda de otros dispositivos tales como PC & acude's, programadoras o paneles de control, dispositivos de campo, PLC & acude's, etc.

Por lo tanto necesitamos comunicar al PLC. Estos conceptos no son otros en los que se basa la fabricación flexible, y una comunicación eficiente depende esencialmente de la red en la que se encuentra trabajando el PLC. No solamente el PLC sino también los computadores industriales, unidades de programación, etc., que una vez conectados todos a la red, desde cualquier punto es posible acceder a cada uno de los componentes.

En particular el S7-300 de Siemens viene dotado con 3 interfases para trabajar en equipo o red, ellos son:

- El M.P.I. (Interfase Multi Punto)
- El P.P.I. (Interfase Punto por Punto)
- El Profibus-DP

Existen además a nivel industrial otras redes tales como la Profibus-FMS, Industrial Ethernet, etc., pero no intervendrán en nuestro trabajo a pesar de que también puede ser conectado a cualquiera de ellas.

2.5.2.1 Interfase punto por punto (P.P.I)

Esta interfase permite la comunicación de nuestro dispositivo con otros tales como modems, scanners, impresoras, etc., situados a una cierta distancia del PLC. En la parte frontal del módulo de la CPU posee fichas DB 9 o DB 25 para la comunicación serial vía RS 232 y RS 485.

La conexión punto a punto puede ser establecida económicamente y convenientemente por medio del procesador de comunicaciones CP 340. Hay varios protocolos disponibles por debajo de las tres interfases de conexión:

- 20 mA (TTY).
- RS 232 C/V.24.
- RS 422 / RS485.

Los siguientes dispositivos pueden ser conectados:

- Controladores programables SIMATIC S7 y SIMATIC S5.
- Impresoras.
- Robots controladores.
- Modems.
- Scanners, lectores de códigos de barras, etc.

2.5.2.2 Interfase multipunto (M.P.I.)

Todas las CPU (312, 313, 314, 315 y 315 -2DP) lo incorporan desde fábrica. Con éste puerto se puede comunicar fácilmente a distancias reducidas sin requerir módulos adicionales, por ejemplo hacia equipos de M+V (Manejo + visualización), unidades de programación y otros autómatas S7-300 o S7- 400 para probar programas o consultar valores de estado.

Se pueden enviar datos a cuatro distintos aparatos al mismo tiempo y utilizando siempre el mismo puerto a una velocidad de 187,5 Kbits / seg o 187,5 Kbaudios. Para pequeñas redes de comunicación o pequeños volúmenes de datos la CPU ofrece el servicio de datos globales, que permite intercambiar cíclicamente cantidades de datos en paquetes de hasta 22 bytes como máximo.

Distancia máxima entre dos estaciones o nudos de red de MPI adyacentes: 50 metros (Sin repetidores); 1100 metros (Con dos repetidores); 9100 metros (Con más de 10 repetidores en serie); por encima de los 500 Km. (Cable de fibra óptica, con módulos de conexión ópticas).

CAPÍTULO III

DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL.

3.1 MONTAJE Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL MÓDULO PORTÁTIL DE CONTROL COMPUTARIZADO.

3.1.1 DIMENSIONAMIENTO Y DIVISIÓN DE LA MICA.

Este paso se realizara tomando en cuenta el modelo y el dimensionamiento del PLC y los accesorios que se va a colocar en la maleta (*Ver gráfico 42*).



Gráfico 42: Dimensionamiento y división de la mica.

3.1.2 PERFORACIÓN DE LA MICA.

Con un taladro y con la broca indicada se procederá a realizar las perforaciones para poder insertar los elementos que constituyen la maleta, teniendo cuidado al utilizar estas maquinas-herramientas y con las debidas

protecciones, al momento de la perforación se debió tener mucho cuidado ya que puede romperse la mica (Anexo 1) (Ver gráfico 43).



Gráfico 43: Perforación.

3.1.3 COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN LA MICA.

Una vez perforada la mica y ya hecho la distribución eléctrica se procederá a colocar los elementos en la mica tanto en la tapa superior como inferior (Anexo 2) (Ver gráfico 44).



Gráfico 44: Colocación de los elementos en la mica.

3.1.4 CABLEADO DEL CIRCUITO INTERNO DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANALÓGICAS.

Ya perforada y con los elementos en su correcto lugar se procederá a realizar el cableado interno siguiendo el diseño eléctrico ya especificado en el plano (Anexo 3) (Ver gráfico 45).

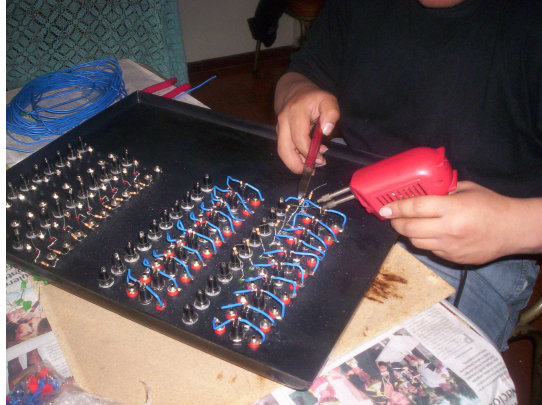


Gráfico 45: Cableado interno.

3.1.5 CABLEADO DE TODAS LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE LA MICA AL PLC.

Después de terminar con el cableado de los elementos tanto de las entradas/salidas digitales y analógicas procedemos a llevar los terminales de los módulos a los terminales (Jack) que se encuentran en la mica (Anexo 4) (Ver gráfico 46).

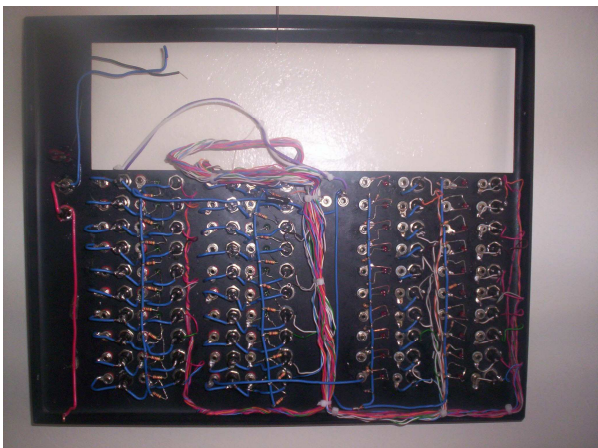


Gráfico 46: Cableado de la mica al PLC.

3.1.6 INSTALACIÓN DE LA BASE PARA EL PLC Y SUS MÓDULOS.

Ya con la maleta confeccionada a las medidas especificadas (*Anexo 5*) se preparara para la instalación de la base en la maleta para eso hay que centrar la mica y el PLC ajustado a la base, luego de esto procedemos a señalar marcando las perforaciones tanto en la base como en la maleta e inmediatamente colocar los tornillos de esta manera se puede ya colocar la base junto con el PLC y los módulos (*Ver gráfico 47*).



Gráfico 47: Instalación de la base con la maleta y el PLC.

3.1.6 CABLEADO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL PLC.

Ya montado el PLC y la base a la maleta se procederá a cablear el mismo para que este pueda tener el suministro de energía eléctrica para su funcionamiento (*Anexo 6*) (*Ver gráfico 48*).



Gráfico 48: Cableado alimentación eléctrica.

3.1.8 ARMADO TOTAL DE LA MALETA JUNTO CON LA MICA Y EL PLC.

Una vez ya fijada la base, el PLC y la maleta se procederá a colocar la mica tanto en la tapa superior como inferior y así concluir el ensamble de este módulo didáctico portátil (*Ver gráfico 49*).



Gráfico 51: Armado de la maleta.

3.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

3.2.1 MATERIALES.

MATERIALES			
#	NOMBRE	CANTIDAD	
1	MICA TAPA	2	uni.
2	MALETA	1	uni.
3	PULSADORES	24	uni.
4	JACK	200	uni.
5	PORTA FUSIBLES Y FUSIBLES	81	uni.
6	POTENCIÓMETROS 1M	16	uni.
7	LED	80	uni.
8	PORTA LED	80	uni.
9	RESISTENCIAS	80	uni.
10	SWITCH DE LLAVE	1	uni.
11	LUZ INDICADORA	1	uni.
12	CABLE AWG 18	50	metros
13	CABLE TELEFÓNICO 10 PARES	10	metros
14	ROLLO DE ESTAÑO	1	uni.
15	POMADA PARA SOLDAR	1	uni.
16	MATERIAL MENUDO	1	uni.

Tabla 8: Materiales.

3.2.2 HERRAMIENTAS.

HERRAMIENTAS		
#	NOMBRE	CANTIDAD
1	TALADRO	1
2	PINZA	2
3	CORTADORA	2
4	PLAYO	2
5	ALICATE	2
6	BROCAS	4
7	REMACHADORA	1
8	DESTORNILLADOR	2
9	CAUTIN	2
10	MULTIMETRO	1
11	PISTOLA DE SILICONA	1
12	FLEXOMETRO	1

Tabla 9: Herramientas.

3.3 MANTENIMIENTO DEL PLC Y EL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL.

3.3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para la realizar este tipo de mantenimiento se propone realizarlo en 4 etapas:

Etapa 1: Limpieza

- Limpieza inicial.
- Identificar anomalías.
- Etiquetar y listar anomalías encontradas.

Etapa 2: Medidas Contra Anomalías

Realizar las mejoras para eliminar las anomalías identificadas durante las actividades diarias ejecutadas por el equipo.

- Eliminar las fuentes de suciedad.
- Eliminar Los sitios de difícil acceso.
- Eliminar las anomalías relacionadas con la seguridad para la operación de mantenimiento.

Etapa 3: Preparación De Estándares Provisionales

Establecer procedimientos básicos de limpieza, inspección de acuerdo con las características de cada equipo.

Etapa 4: Inspección

Conocimientos básicos:

Resumen de los Ítems que precisan ser conocidos para el desarrollo del mantenimiento y las actividades del día.

Ejemplos de problemas:

Resumen de los puntos principales sobre los que debe ser hecho apuntando a la prevención de la reincidencia.

Ejemplos de mejorías:

Resumen del contenido de las mejoras que pueden ser implementadas visualizando principalmente el acceso para la inspección y eliminación de fuentes generadoras de suciedad.

Profundizar el proceso de detección de fallas del equipo a través de la capacitación de los operadores y de la realización de inspecciones rutinarias.

3.3.1.1 Elementos del módulo:

A continuación describimos todos los elementos que contiene el módulo didáctico de control computarizado (*Ver tabla 10*):

ITEM	PARTES DEL MODULO DIDACTICO PORTATIL	CANTIDAD
1	PLC S7 300 CPU 314	1
2	FUENTE 110AC 24 DC	1
3	MICA	2
4	CABLE DE COMUNICACIÓN PC-MPI	1
5	MEMORIA	1
6	LLAVE ACCIONAMIENTO PLC	1
7	PILA TAMPON	1
8	LLAVA ACCIONAMIENTO ALIMENTACION	1
9	LUZ INDICADORA	1
10	LED	80
11	PULSADORES	24
12	POTENCIOMETROS	16
13	PORTAFUSIBLES Y FUSIBLES	162
14	SWITCH DE LLAVE	1
15	MALETA	1

Tabla 10: Elementos que componen el módulo de control automático PLC.

3.3.1.2 Diagramas

En esta etapa va referirse a todos los planos del módulo los cuales se encuentran en los anexos de la tesis.

3.3.1.3 Operaciones

En esta etapa se va a describir todas las operaciones que se tienen que cumplir tanto el operador del equipo como el personal a cargo del laboratorio.

El mantenimiento del PLC se realiza en los siguientes componentes:

a) *Salvaguardar el sistema operativo en memory card (Ver tabla 11).*

Paso	Operaciones necesarias	Reacción de la CPU
1.	Enchufe la ("nueva") Memory Card en la CPU.	La CPU solicita un borrado total.
2.	Lleve la llave del conmutador a MRES y manténgala aquí.	–
3.	Desconecte/conecte la red y mantenga la llave aún unos 5 s en la posición MRES.	Parpadean los diodos STOP, RUN y FRCE.
4.	Lleve la llave a STOP.	–
5.	Lleve la llave a MRES y a continuación de nuevo a STOP.	Lucen todos los diodos, y mientras tanto es cargado el sistema operativo en la Memory Card.
–	–	Cuando ya sólo parpadea el diodo STOP, ha concluido la salvaguardia.
6.	Extraiga la Memory Card.	La CPU solicita un borrado total.

Tabla 11. Salvaguardar el sistema operativo en memory card.

b) *Actualizar el sistema operativo a través de la memory card.*

La actualización del sistema operativo se realizara tras efectuar ampliaciones de funciones (compatibles) o tras corregir errores en el sistema operativo, se puede ampliar éste a la versión más reciente.

Para actualizar el sistema operativo en la CPU se realiza de la siguiente manera:

- Retire la pila tapón de la CPU.
- Conmute a power OFF en la fuente de alimentación.
- Enchufe en la CPU la memory card preparada con la actualización del sistema operativo.
- Conmute a power ON en la fuente de alimentación.

- El sistema operativo es transferido desde la memory card a la FLASH-EPROM interna (Durante este tiempo lucen todos los diodos de señalización en la CPU).
- La actualización del sistema operativo concluye al cabo de unos 2 minutos, reconociéndose ello por parpadear lentamente el diodo STOP en la CPU.

Nota: Si demanda de borrado total procedente del sistema.

Conmute a power OFF en la fuente de alimentación y enchufe eventualmente la Memory Card prevista para el servicio.

Conmute a power ON en la fuente de alimentación. La CPU ejecuta automáticamente un borrado total. Si la CPU solicita nuevamente el borrado total por la sustitución de un módulo, confirme el borrado total mediante el conmutador a llave. La CPU queda entonces lista para el servicio.

Enchufe la pila tapón nuevamente en la CPU.

c) Sustituir la pila tampón.

Para evitar la pérdida de datos en la memoria de aplicación interna y para que no se quede parado el reloj de la CPU, la pila tampón sólo deberá sustituirse prendido el PLC.

Es recomendable sustituir la pila tampón al cabo de un año

Nota: Si se sustituye la pila tampón con el PLC apagado, se pierden los datos contenidos en la memoria de aplicación interna.

Pasos para sustituir la pila tampón (Ver gráfico 50):

- Abra la puerta frontal de la CPU.
- Con ayuda de un destornillador, saque la pila tampón de su compartimiento.
- Enchufe el conector de la nueva pila tapón en su contraconector correspondiente.
- Coloque la nueva pila tampón en el compartimiento de la CPU.
- Cierre la puerta frontal de la CPU.

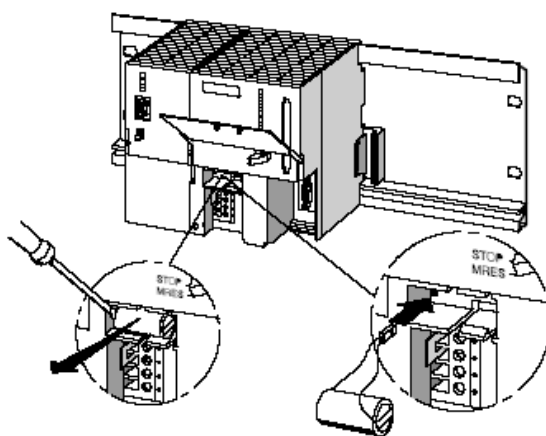


Gráfico 50: Sustitución de la pila tampón en la CPU 314.

Almacenaje de las pilas tampón.

- Almacenar las pilas en recintos frescos y secos.
- Las pilas tampón pueden almacenarse hasta 5 años.

Nota: Las pilas tampón pueden inflamarse o explotar, existiendo grave peligro de quemaduras en el caso de que se calienten o dañen.

Durante la manipulación de pilas tampón pueden producirse lesiones y daños materiales.

Las pilas tampón no deberán nunca:

- Cargarse.
- Calentarse.
- Quemarse.
- Taladrarse.
- Aplastarse.
- Cortocircuitarse.

d) Sustitución de los módulos.

Precaución:

Si se extrae o inserta un módulo del PLC durante la transmisión de datos a través de la MPI, podrían falsearse datos por causa de impulsos perturbadores. Durante la transferencia de datos vía MPI no deberá sustituirse ningún módulo del PLC si no se estuviera seguro, desenchufe el conector en la MPI.

- *Reglas para el montaje y el cableado.*

A la hora de cablear, desmontar y montar los módulos del PLC se debe seguir los siguientes pasos (*Ver tabla 12.*)

Reglas para	... fuente de alimentación	... CPU	... SM/FM/CP
Ancho de la hoja del destornillador	3,5 mm (forma cilíndrica)		
Pares de apriete:			
Fijación del módulo sobre el perfil soporte	de 0,8 a 1,1 Nm		de 0,8 a 1,1 Nm
Conexión de cables	de 0,5 a 0,8 Nm		–
RED DESC. al sustituir el/la ...	sí		no
Modo de operación del S7-300 al sustituir el/la ...	–		STOP
Tensión de carga desconectada al sustituir el/la ...	sí		sí

Tabla 12. Reglas para el montaje y el cableado

- *Desmontar un módulo (SM / FM / CP).*

Forma de proceder para desmontar el módulo:

- Conmute la CPU a STOP con el selector de modo (llave).
- Desconecte la tensión de carga para el módulo.
- Saque la tira de rotulación del módulo.
- Abra la puerta frontal.
- Desenclave el conector frontal y sáquelo.

Para ello apriete con una mano el botón de desbloqueo (5) y saque con la otra mano el conector frontal tirando de las superficies correspondientes (5a) (*Ver gráfico 51*).

- Suelte el (los) tornillo(s) de fijación del módulo.
- Extraiga el módulo del perfil soporte.

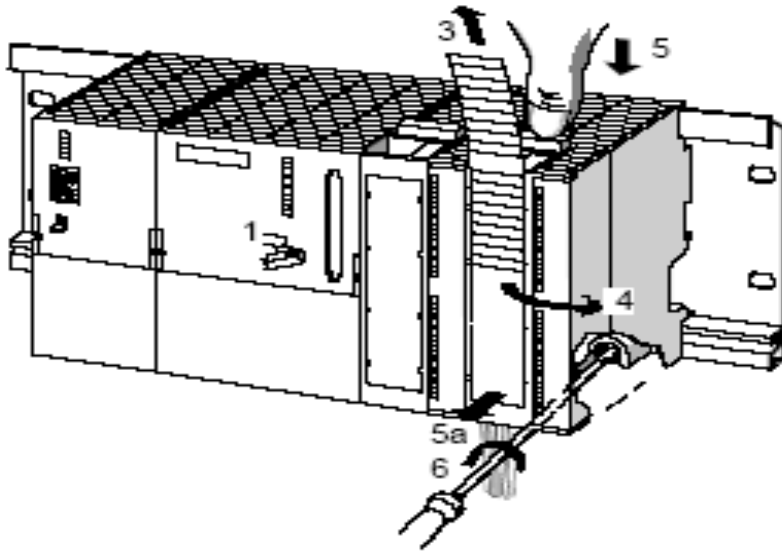


Gráfico 51: Desmontaje del módulo.

- *Montaje de un nuevo módulo.*

Forma de proceder para montar un nuevo módulo (Ver gráfico 52):

- Encaje sobre el perfil un módulo del mismo tipo y apriételo hacia abajo.
- Fije el módulo con el tornillo correspondiente.
- Abra la puerta frontal.
- Lleve el conector frontal nuevamente a la posición de funcionamiento.
- Enchufar el conector frontal.
- Cierre la puerta frontal.
- Inserte la tira de rotulación del módulo desmontado en el módulo recién montado.

- Reconecte la tensión de carga.
- Conmute la CPU nuevamente al modo RUN.

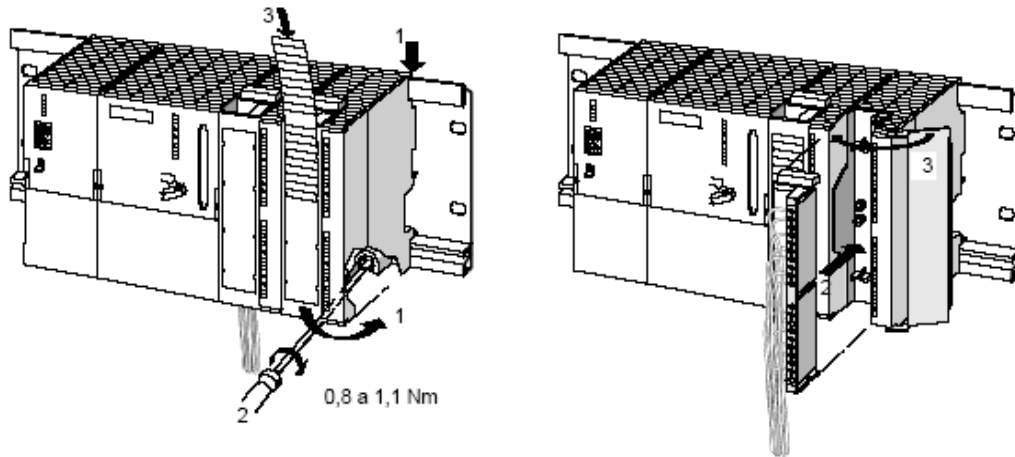


Gráfico 52: Montaje y puesta en funcionamiento de un nuevo módulo.

- *Comportamiento del CPU tras la sustitución de un módulo.*

De no existir fallos, tras la sustitución de un módulo la CPU retorna al modo RUN. Si la CPU permanece en el modo STOP, puede visualizarse la causa del error mediante STEP 7.

e) *Limpieza de la maleta*

- Revisar la limpieza.
- Revisar el estado de los fusibles.
- Revisar el estado de las luces de señalización.

El encargado del equipo debe cumplir la siguiente rutina de mantenimiento y en caso de encontrar alguna anomalía proceder a su respectivo cambio o

arreglo de la parte afectada, cabe recalcar que todos los cambios o reparaciones realizadas se deben registrar en la hoja de vida del módulo de control automático.

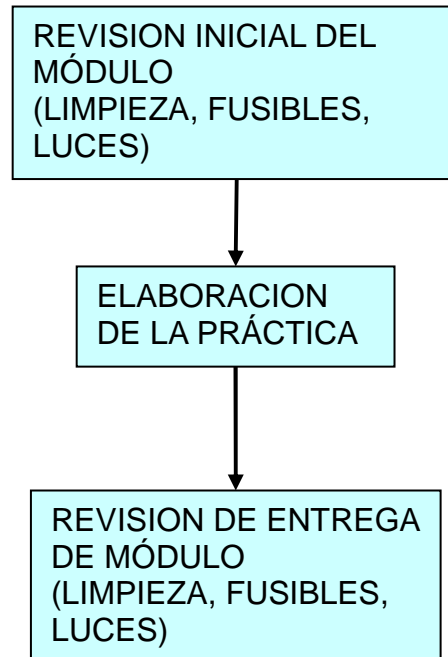
f) Rutinas de mantenimiento:

- Rutina de reajuste de bornes y tortillería.
- Rutina de revisión de soldaduras.
- Revisión de continuidad de las bananas.
- Revisión y limpieza de la memoria del PLC.
- Revisión del cable de comunicación de PC y PLC.

3.3.1.4 Diagramas de procesos de mantenimiento preventivo.

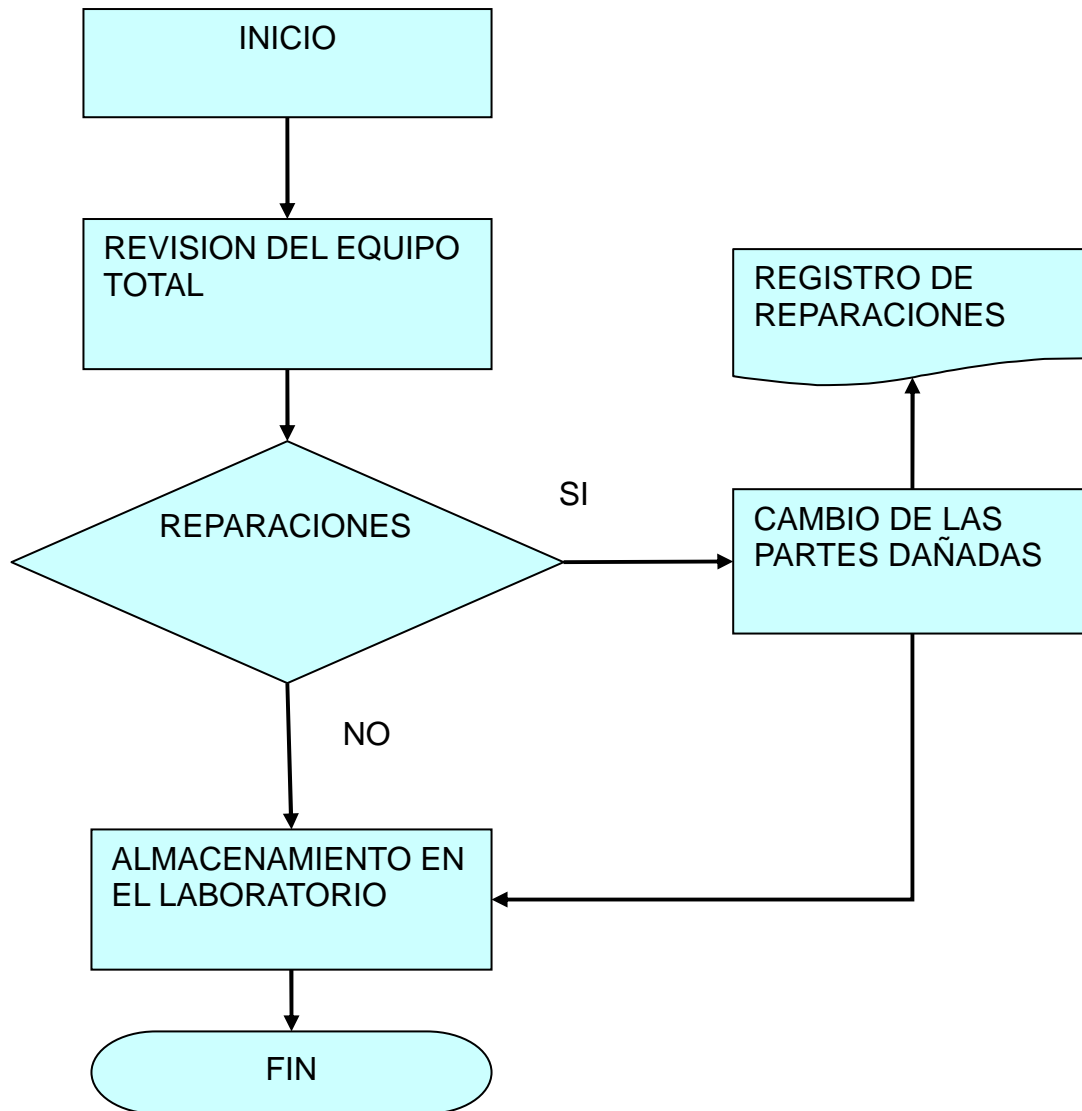
3.3.1.4.1 Diagrama de proceso para el operador o estudiante.

Diagrama Nº 1



3.3.1.4.2 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo.

Diagrama N° 2



CAPÍTULO IV

PROGRAMACIÓN EN EL ENTORNO STEP 7.

4.1 INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN.

4.1.1 HARDWARE Y SOFTWARE NECESARIOS PARA LA PROGRAMACIÓN EN EL ENTORNO STEP 7.

Para proceder a la programación en el entorno STEP 7 se requiere cumplir con los requisitos básicos de HARDWARE Y SOFTWARE que continuación se detalla:

- Pc, sistema operativo Windows 95/98/2000/me/nt 4.0.
- Con mínimo: 133mhz y 64mb ram.
- Aprox. 65 mb de espacio libre en disco duro.
- Óptimo: 500mhz y 128mb ram, aprox. 65 mb de espacio libre en disco duro.
- Software step 7 v 5.x.
- Interfase mpi para pc (p.e. Pc- adapter).
- Plc simatic s7-300 con al menos un módulo de entradas/salidas.

Ejemplo de configuración:

- Fuente de Alimentación: PS 307 2ª.
- CPU: CPU 314.
- Entradas Digitales: DI 16x DC24V.
- Salidas Digitales: DO 16x DC24V / 0.5 A.

4.2 ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN.

Para programar los PLC's se disponen de dos elementos básicos:

Los Operandos.

Los operandos identifican los diferentes tipos de variables de un programa, cuyos estados son almacenados en la memoria de datos. Estas variables corresponden a: puntos de entrada y salida, relés lógicos internos, memorias de temporizadores y contadores constantes, etc.

Algunos fabricantes, identifican a los operandos simplemente como archivos de datos, los que a su vez contienen elementos de memoria.

Las Instrucciones.

Son comandos de programa que permiten acceder, o alterar el estado de los operandos.

En forma general las instrucciones más comunes empleadas para programar a los controladores son:

Instrucciones lógicas:

En el diagrama de escalera estas funciones se representan de la siguiente forma (Ver gráfico 53).

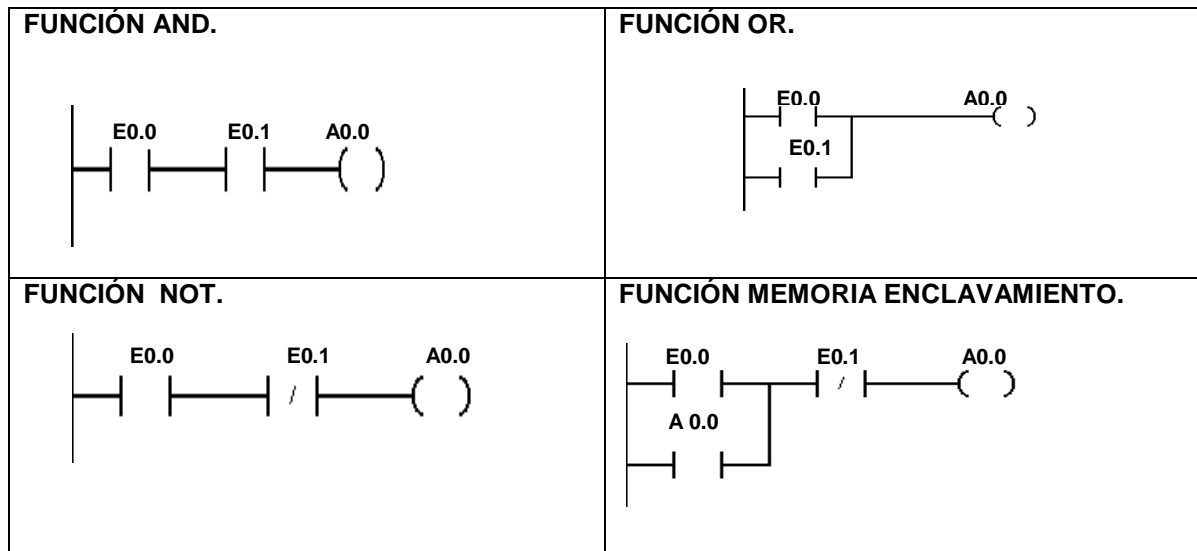


Gráfico 53: Instrucciones lógicas.

Instrucciones de módulos de programación:

- Temporizadores.
- Contadores.
- Comparadores.
- Etc.

Instrucciones de control:

- Control de arranque.
- Saltos condicionales.
- Forzado de etapas.
- Etc.

Instrucciones matemáticas:

- Suma.
- Resta.
- Multiplicación.
- División.

4.2.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.

El STEP 7 permite representar y programar un programa con los bloques de programación en tres clases diferentes:

4.2.1.1 Esquema de contactos KOP.

El esquema de contactos es la representación gráfica de las tareas de control con símbolos, tiene muchas similitudes con los esquemas de corriente, pero sin embargo esta representación no se ordena en sentido vertical, si no que se ordena en sentido horizontal.

Los elementos básicos de este lenguaje son (*Ver gráfico 54*):

Contactos: que representan interruptores por los que circula la corriente cuando está cerrado; lo que implica que existen dos tipos de contacto normalmente abiertos (N / A) y normalmente cerrados (N / C).

Bobinas: que representan relés que se excitan cuando se aplica voltaje.

Cuadros: que representan una función que se ejecuta cuando la corriente circula por él. Un cuadro puede representar, por ejemplo: un contador, un temporizador, etc.

Segmentos: que constituyen un circuito completo. La corriente circula desde la barra de alimentación ubicada a la izquierda pasando por los contactos cerrados para excitar las bobinas o cuadros.

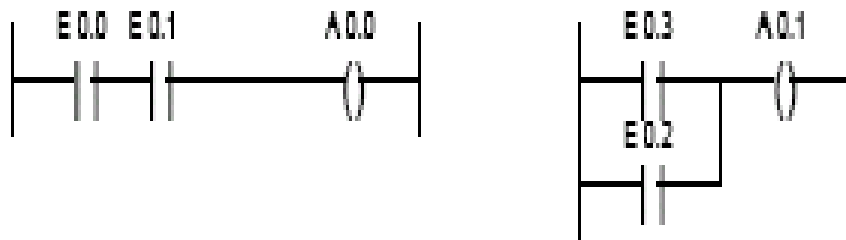


Gráfico 54: Esquema de contactos KOP.

4.2.1.2 Diagrama de funciones FUP.

El diagrama de funciones es la representación gráfica de las tareas de control con símbolos, las funciones individuales se representan a través de un símbolo con una función característica. En la parte izquierda del símbolo se ordenan las entradas y en la parte derecha las salidas (Ver gráfico 55).



Gráfico 55: Diagrama de funciones FUP.

4.2.1.3 Lista de instrucciones AWL.

En la lista de instrucciones se describe la tarea de control con instrucciones individuales de control, las instrucciones de control (operación y operando) representan la tarea con mnemónicos de las designaciones de las funciones (Ver gráfico 56).

Parte de la operación:	Parte del operando:	
	Característica	Parámetro
U	E	0.0
U	E	0.1
=	A	4.0
O	E	0.2
O	E	0.3
=	A	4.1

Gráfico 56: Lista de instrucciones AWL.

Cada clase de representación contiene propiedades específicas y determinadas limitaciones, el control de programas que se programan en KOP o en FUP se pueden traducir normalmente a lista de instrucciones AWL.

En la memoria de programa de los aparatos se guarda siempre el programa en AWL (Realmente en código máquina).

4.3 CONFIGURAR.

Por "configurar" se entiende en STEP 7 la disposición de los bastidores, de los módulos, de los aparatos de la periferia descentralizada y de los submódulos interfase en la ventana de un equipo. Los bastidores se representan en una tabla de configuración que puede acoger un número determinado de módulos enchufables, del mismo modo que los bastidores "reales".

4.4 ¿CUÁNDO ES NECESARIO "CONFIGURAR EL HARDWARE"?

Las propiedades de los sistemas de automatización S7 y de los módulos están preajustadas de tal forma que normalmente el usuario no necesita configurar.

Es indispensable configurar:

Para cambiar los parámetros predeterminados de un módulo.

Para configurar enlaces de comunicación.

En el caso de utilizar equipos con periferia descentralizada (PROFIBUS- DP),

4.5 PASOS FUNDAMENTALES PARA CONFIGURAR UN EQUIPO.

1. La herramienta central en STEP 7 es el Administrador SIMATIC, el cual es abierto haciendo doble click en el icono (→ **Administrador SIMATIC**) (Ver gráfico 57).



Gráfico 57: Icono administrador.

2. Los programas de STEP 7 se administran en proyectos. Tales como el que vamos a crear ahora (→ **Archivo** → **Nuevo**) (Ver gráfico 58).

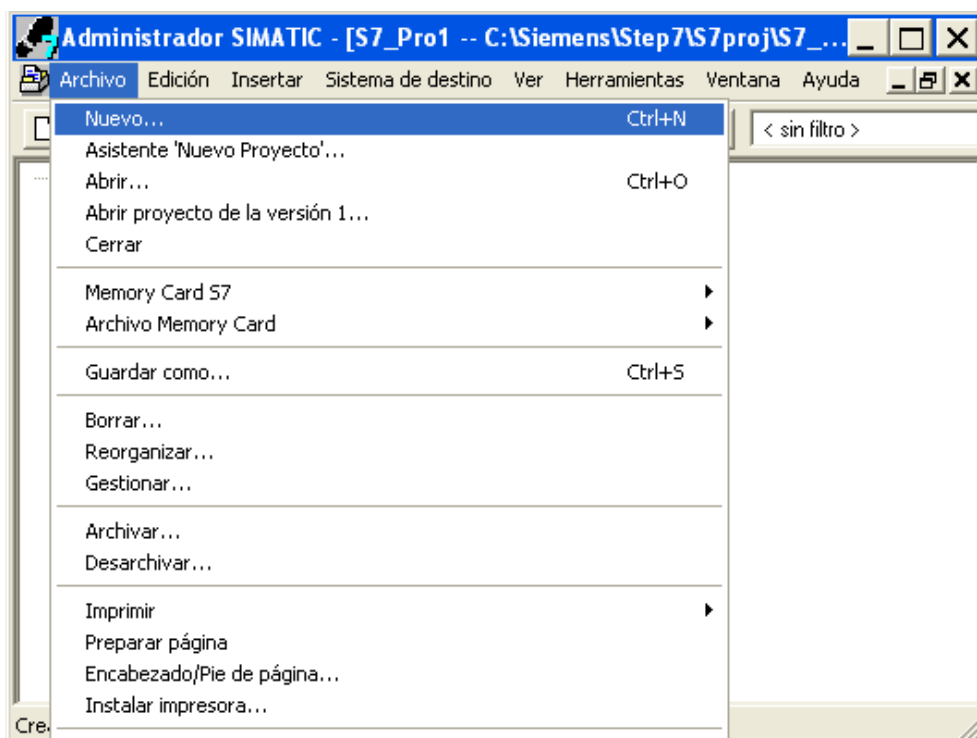


Gráfico 58: Ventana proyecto nuevo.

3. Dar al proyecto el nombre de **PLC 1** (→ **PLC 1** → **Aceptar**) (Ver gráfico 59).

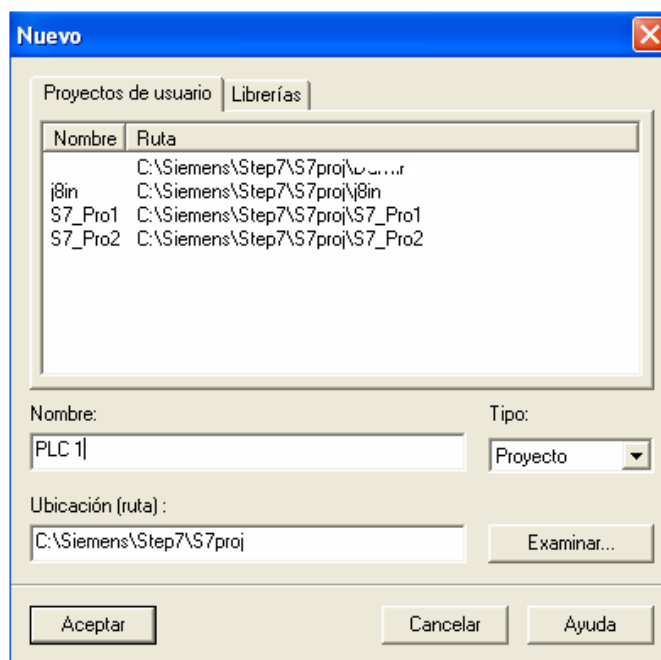


Gráfico 591: Ventana nombre del proyecto.

4. Pinchar en el proyecto e insertar una **Subred MPI** (→PLC 1→ Insertar → Subred → MPI) (Ver gráfico 60).

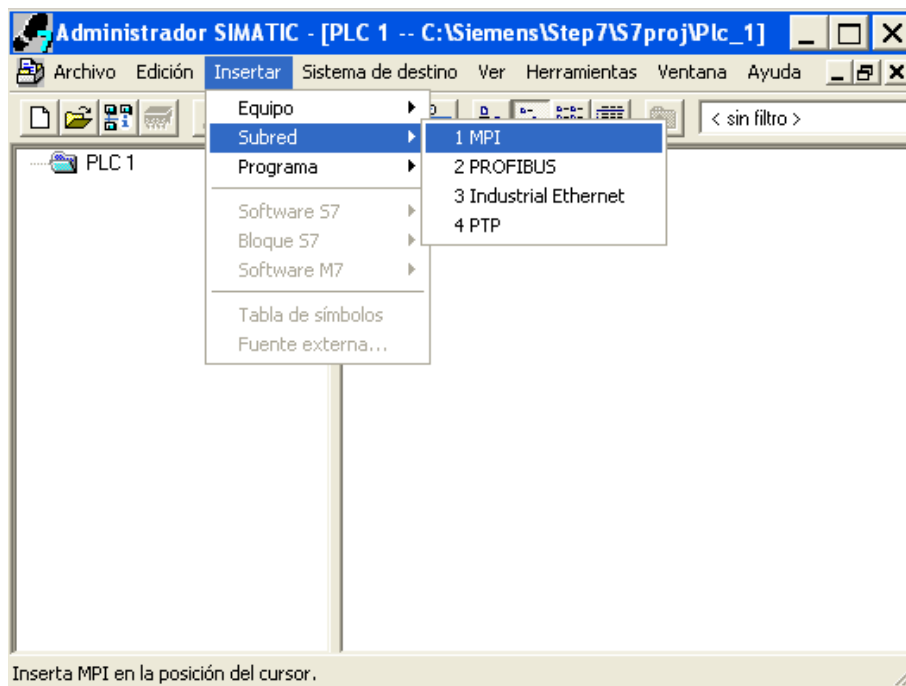


Gráfico 60: Ventana subred.

5. Pinchar en el proyecto e insertar ahora un **Equipo SIMATIC 300** (→ Insertar → Equipo → Equipo SIMATIC 300) (Ver gráfico 61).

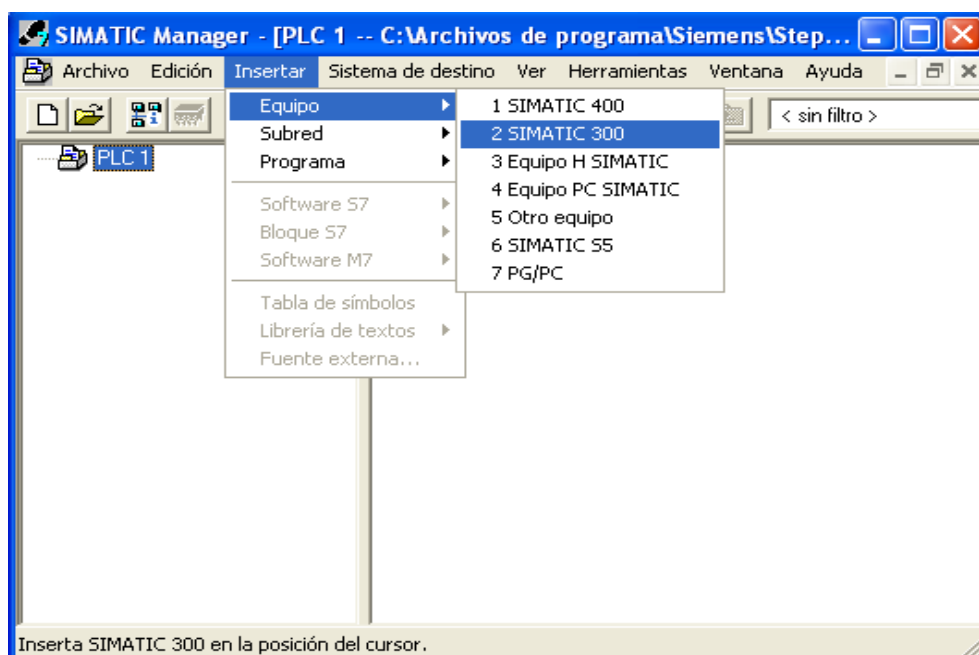


Gráfico 61: Ventana insertar equipo.

6. Pinchar en el proyecto e insertar ahora un **Programa** (→ **Insertar** → **Programa** → **Programa S7**) (Ver gráfico 62).

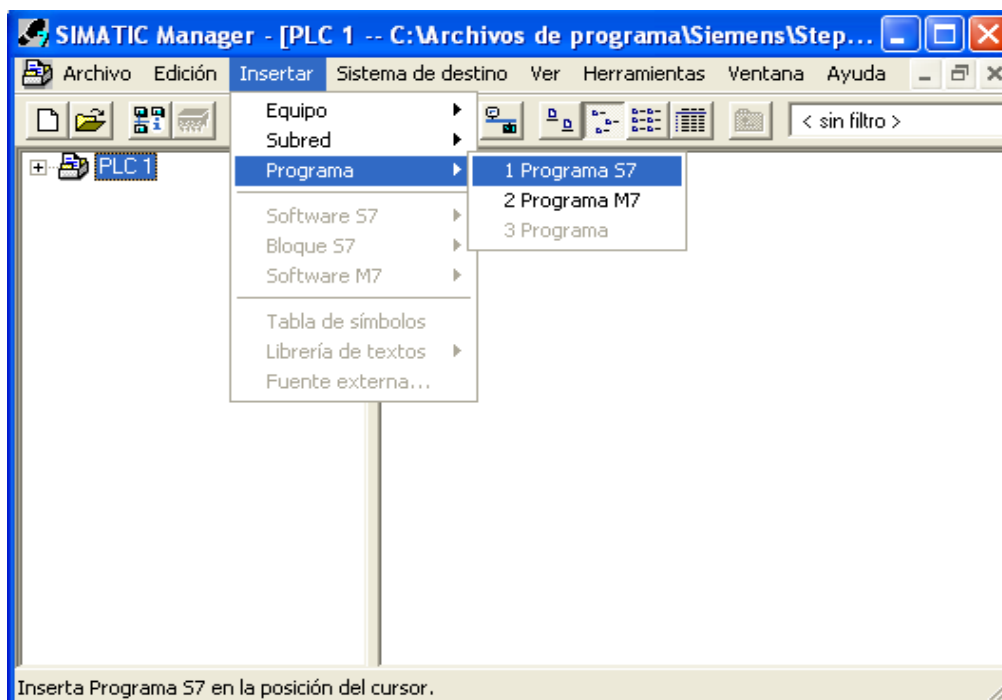


Gráfico 62: Ventana insertar programa.

7. Pinchar el equipo SIMATIC 300 y hacer doble click en el icono de **Hardware** (→ **Hardware**) (Ver gráfico 63).

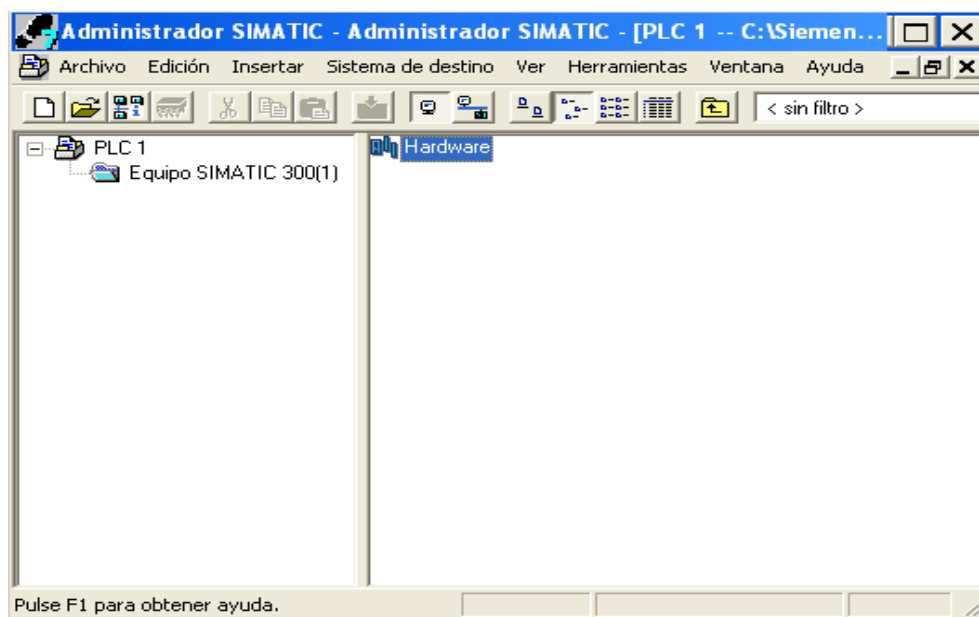



Gráfico 63: Ventana hardware.

8. Abrir el catálogo hardware, haciendo click en el icono (→ ).

Veremos que los directorios se hallan divididos en lo siguiente:

PROFIBUS-DP, SIMATIC 300, SIMATIC 400 y SIMATIC PC Based Control 300/400,

Se dispondrá de todos los bastidores, módulos y módulos de interfase desde este momento, para llevar a cabo la configuración hardware.

Insertamos un **Perfil Soporte** con un doble click (→ **SIMATIC 300** → **Bastidor 300** → **Perfil Soporte**) (Ver gráfico 64).

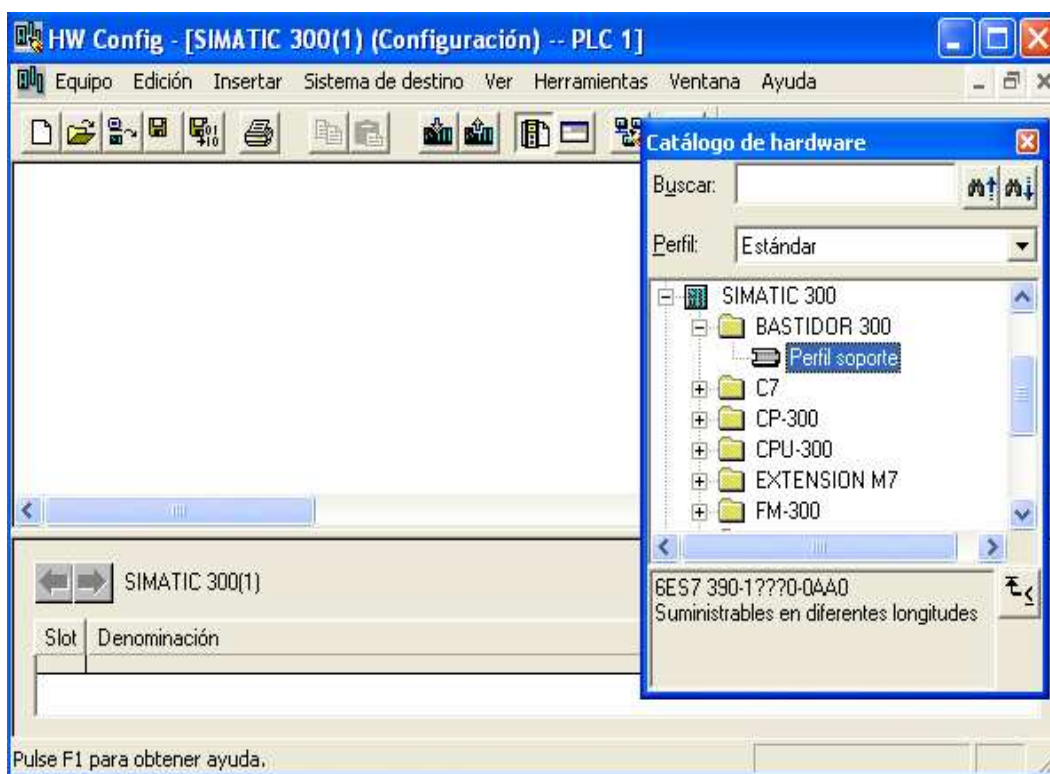


Gráfico 64: Ventana perfil soporte.

Tras haber insertado el perfil soporte, aparece automáticamente una tabla de configuración para el primer bastidor (Bastidor 0) (Ver gráfico 65).

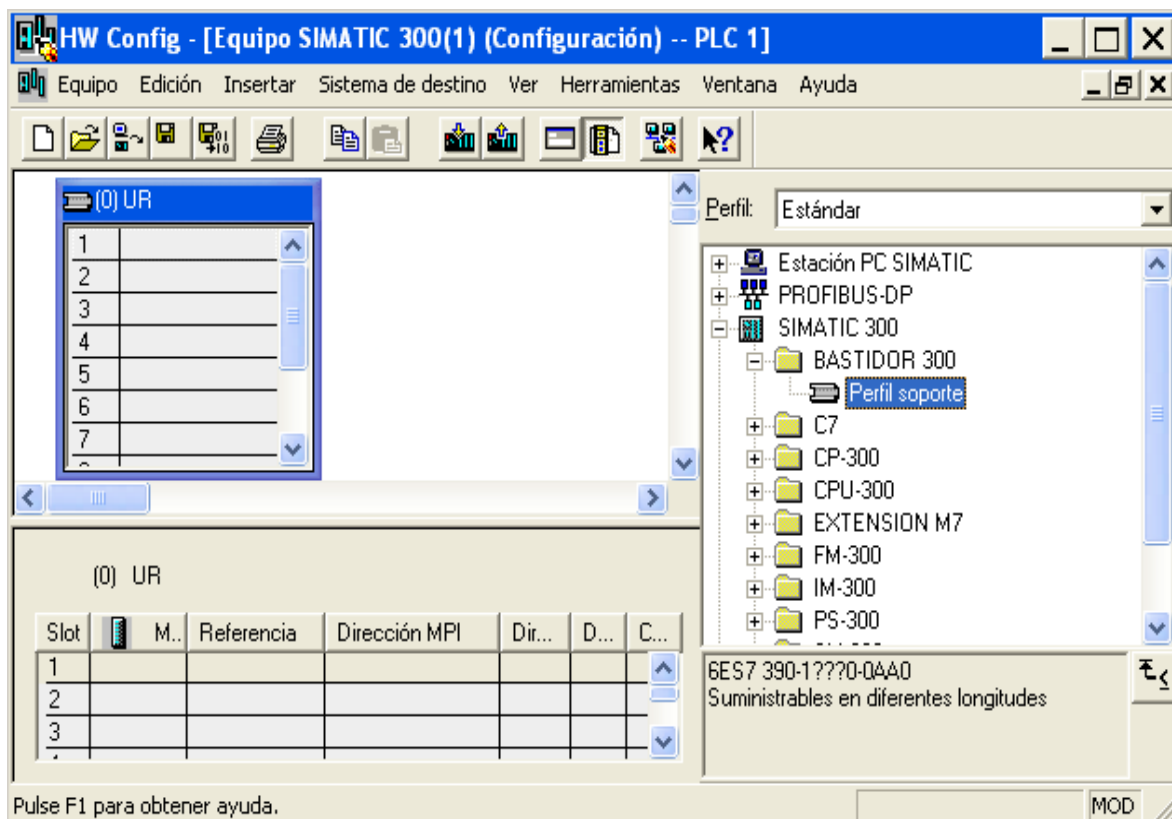


Gráfico 65: Ventana con tabla de configuración bastidor.

9. Ahora se pueden seleccionar todos los módulos en el catálogo hardware e insertarlos en la tabla de configuración.

Para insertar un elemento, se hará click en el módulo deseado y se arrastrará con el ratón a su correspondiente posición en el bastidor (Con el botón izquierdo del ratón pulsado). Comenzaremos con la fuente de alimentación **PS 307 2A** (→ **SIMATIC 300** → **PS-300** → **PS 307 2A**) (Ver gráfico 66).

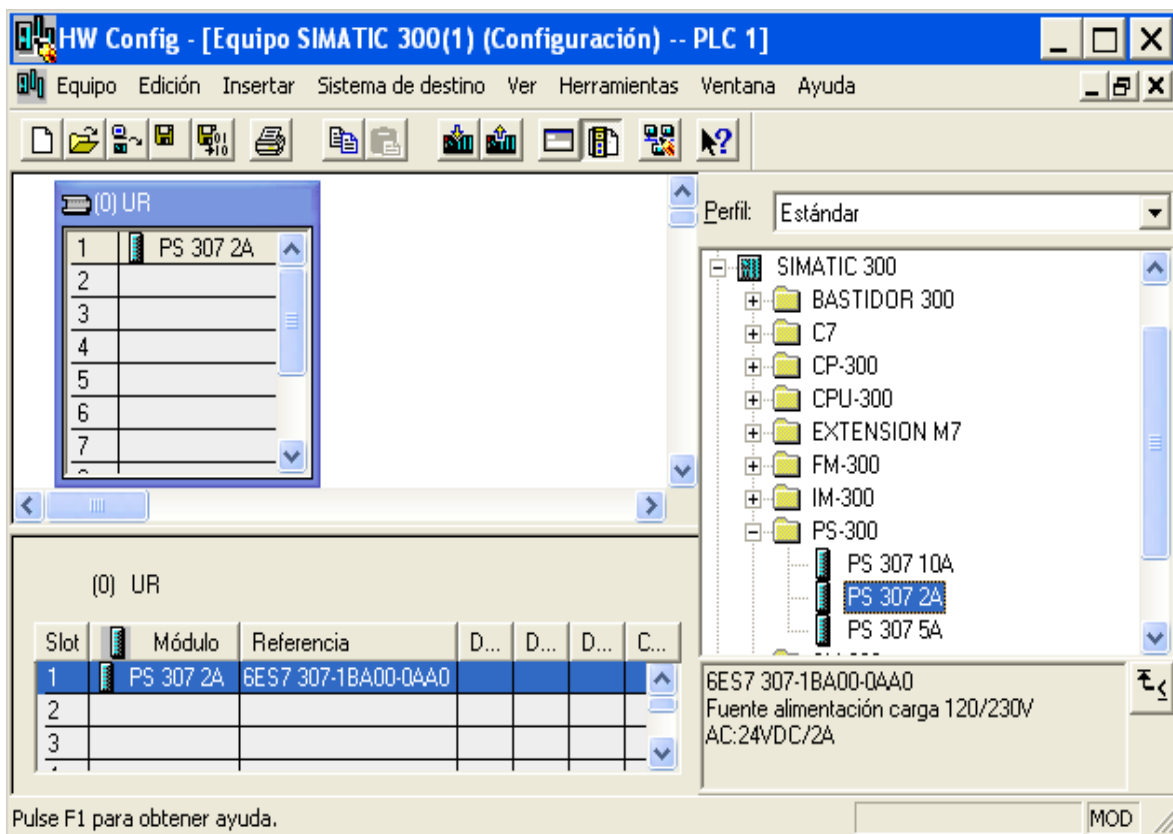


Gráfico 66: Inserción de fuente

Nota: Si su hardware difiere con lo arriba mostrado, se seleccionarán los módulos que estén acorde con su hardware real. Las referencias de los módulos se muestran al pie del catálogo y en el frontal del módulo físico.

Ambos deben ser iguales.

10. En el paso siguiente, arrastrar la CPU 314 en el segundo puesto del bastidor. Esto permite, poder leer la referencia y la versión de dicha CPU (→ **SIMATIC 300 → CPU-300 → CPU 314 → 6ES7 314-1AE01-0AB0**) (Ver gráfico 67).

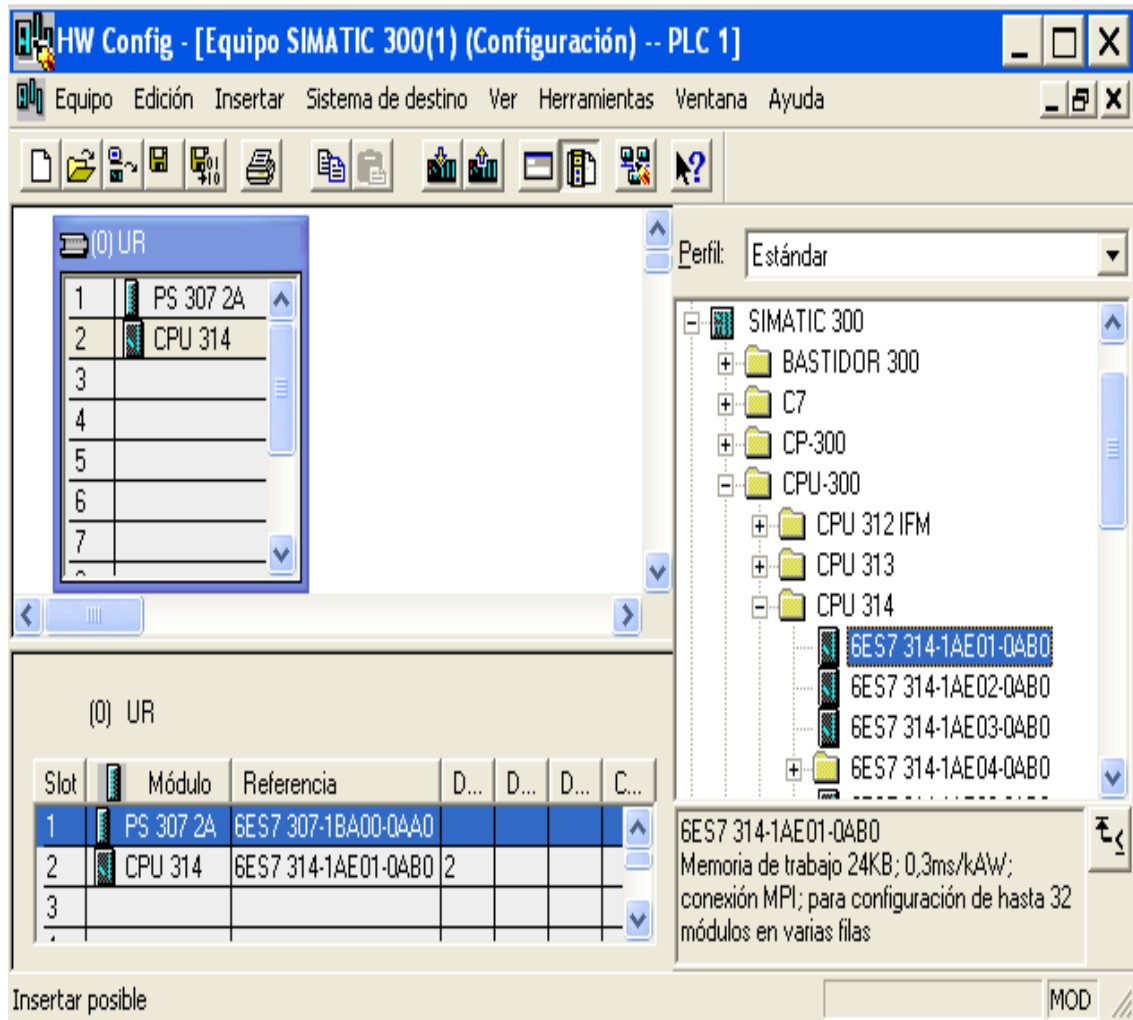


Gráfico 67: Inserción de CPU.

11. En el paso siguiente, arrastrar la Entrada Digital en el cuarto puesto del bastidor. Esto permite poder leer la referencia y la versión de dicha Entrada digital. (→ **SIMATIC 300** → **SM** → **DI** → **6ES7 321-1BH01-0AA0**) (Ver gráfico 68).

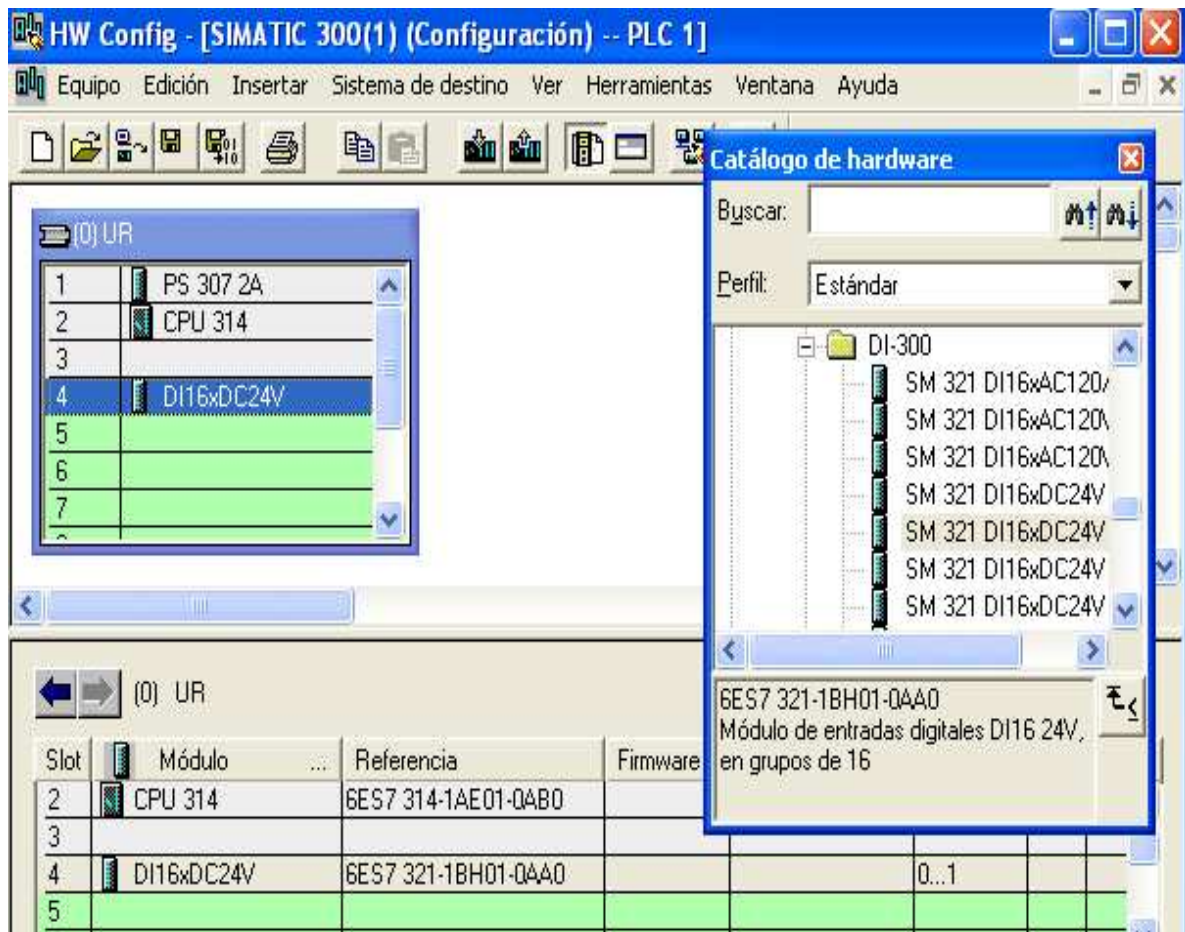


Gráfico 68: Inserción de la entrada digital.

12. Ahora podremos modificar las direcciones de las entradas / salidas analógicas y digitales. Esto lo haremos haciendo doble click en el correspondiente módulo de entrada / salida analógicas y digitales en el campo **Direcciones** (Ver gráfico 69).

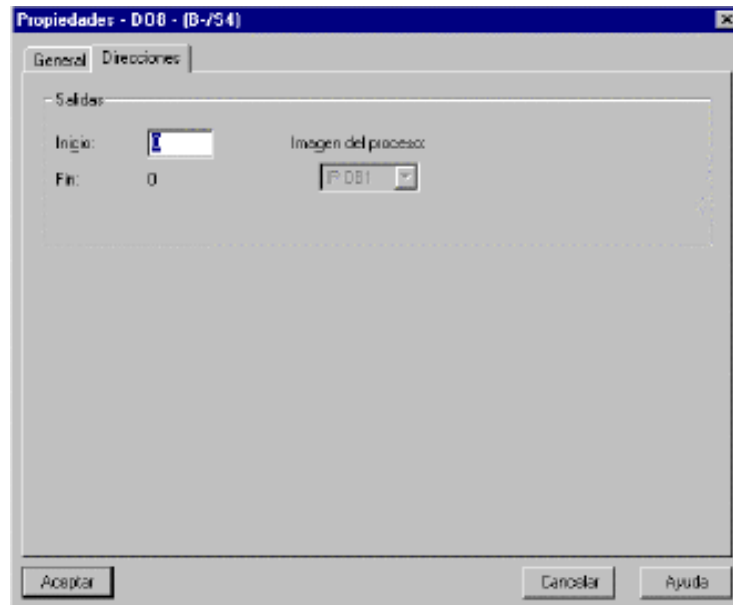


Gráfico 69: Modificaciones de las entradas y salidas.

13. La tabla de configuración deberá ser compilada y guardada con



y posteriormente cargada al PLC



con

El selector de modos del PLC deberá estar en STOP (Ver gráfico 70)

(→  → ).

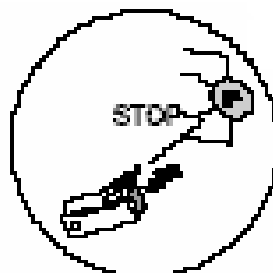


Gráfico 70: Selector de modos

14. Abrir el bloque **OB1** en el **Administrador SIMATIC** con un doble click (→ OB1) (Ver gráfico 71).

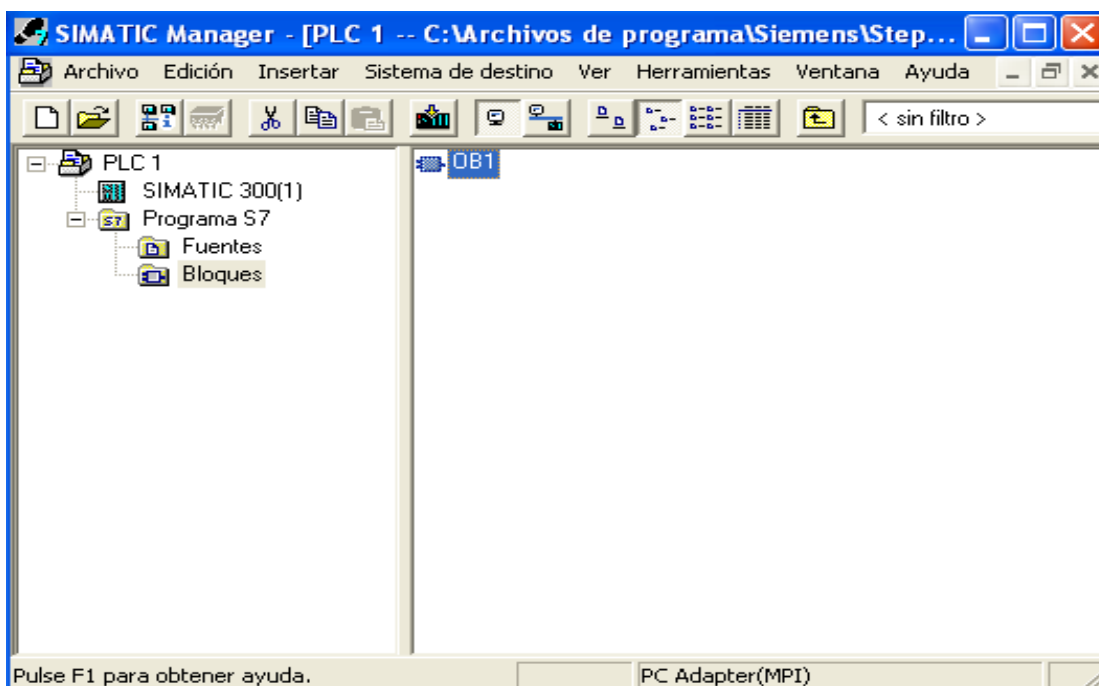


Gráfico 71: Bloque OB1.

15. **Opcional:** Introducir las propiedades del OB1, para tema de documentación, y pulsar **Aceptar** (→ Aceptar) (Ver gráfico 72).

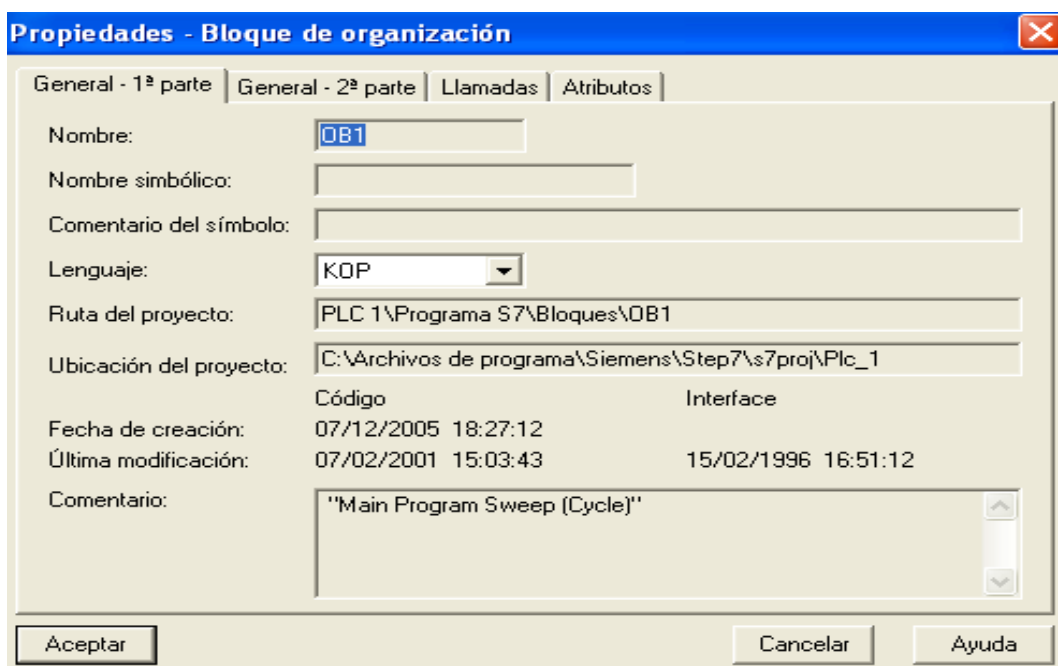


Gráfico72: Propiedades OB1

16. Con el **Editor de Programas: KOP, AWL, FUP**, se dispone de una herramienta con la que se puede generar nuestro programa STEP 7 (Ver gráfico 73).

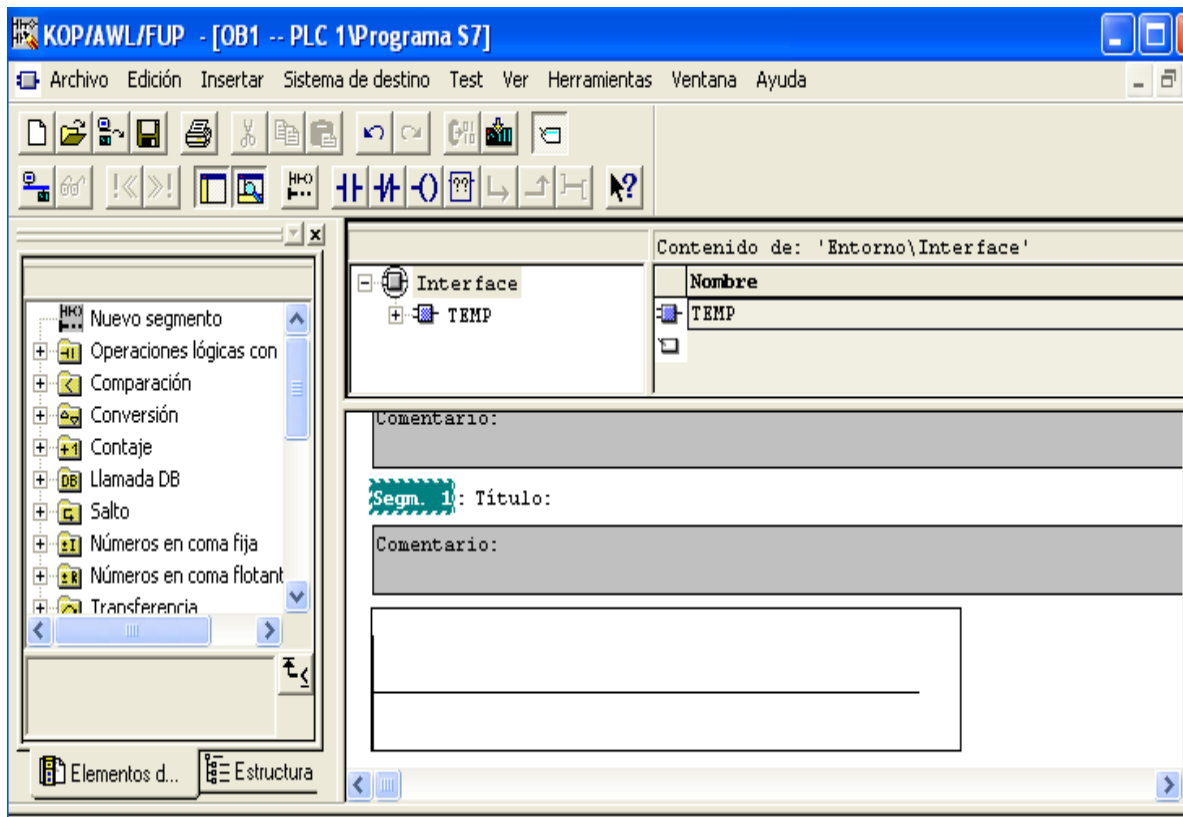



Gráfico 73: Editor de programas



Aquí, el bloque de organización muestra su primer segmento. Para poder llevar a cabo nuestra primera operación lógica, primero se debe resaltar el segmento. Ahora es cuando podemos empezar a escribir el programa. Muchos programas STEP 7 se dividen en segmentos. Abra un nuevo segmento haciendo click en el icono




17. El programa deberá ser comprobado ahora en el PLC.


Los pasos a seguir son: salvar el programa en el disco duro con 

y cargarlo en el PLC con . El selector de modos del PLC deberá

estar en STOP (→  → ).

18. Al pasar el selector de modos a RUN, el programa es

inicializado, y tras hacer click en el icono , el programa

contenido en el **OB1** puede ser ahora monitorizado (→ ).

4.6 PARA CREAR UN NUEVO PROYECTO SE PUEDE UTILIZAR EL ASISTENTE DE STEP 7

4.6.1 A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE CUALES SON LOS PASOS A SEGUIR:

1. **Arranque el programa** pinchando en el icono **Administrador Simatic** del escritorio de windows o bien a través del menú de inicio mediante la secuencia **Inicio->Programas- >Simatic->STEP7->Administrador SIMATIC** (el camino puede variar – consulte a su profesor).

2. **Siga las instrucciones del Asistente de STEP 7** para crear nuevos proyectos. Al arrancar el programa STEP 7 se lanza de forma automática la ventana **Asistente de STEP 7: 'Nuevo proyecto'** (Ver gráfico 74). Haga clic en **'Siguiente'**.

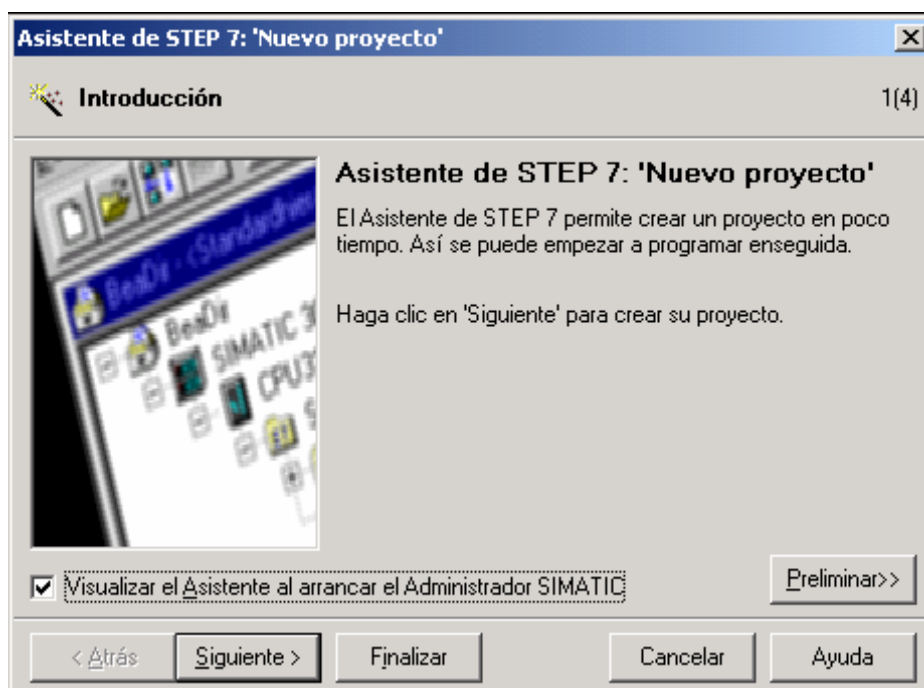


Gráfico 74: Asistente de STEP 7 para crear nuevos proyectos.

En caso de no arrancar o para volverlo arrancar para un nuevo proyecto se puede lanzar desde el menú superior del programa STEP 7 (**Archivo->Asistente 'Nuevo Proyecto'**).

3. **Seleccionar CPU.** Para crear un nuevo proyecto el primer paso es informar al asistente el tipo de PLC a utilizar. Al hacer clic en **'Siguiente'** en el paso anterior habrá aparecido la ventana de selección de CPU (*Ver gráfico 75*). Seleccione en dicha ventana la **CPU 314**. Por desgracia no aparece en el menú la CPU 314IFM. Más adelante se le indicará como abrir un proyecto con dicha CPU.

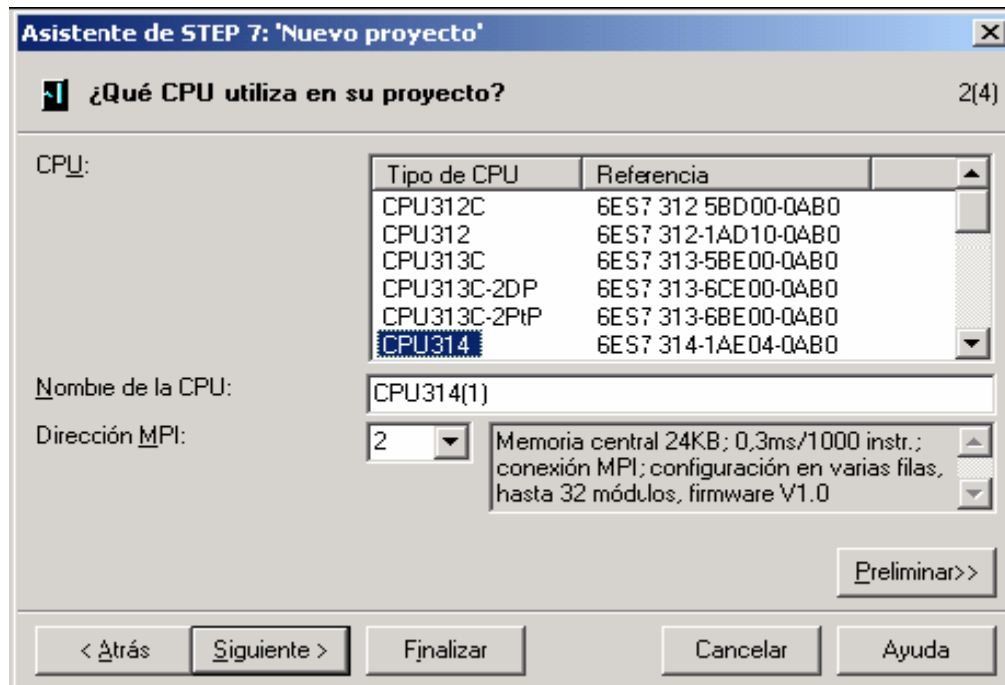


Gráfico 75: Figura Selección de CPU en el asistente

Asegúrese que el campo dirección **MPI** marca **2**. La red MPI es una red propia de Siemens que permite conectar PLCs y otros dispositivos entre sí para que compartan información.

Cada dispositivo debe tener una dirección diferente de red. Cuando hay un solo PLC en la red MPI es común asignarle la dirección 2. El programa STEP 7 programa a través de la red MPI el PLC. Para ello existe un adaptador de comunicaciones dentro del bastidor del PLC que adapta la red MPI al cable serie que va al ordenador. Esta filosofía permite desde un mismo ordenador programar varios PLCs conectados a la red MPI.

4. **Seleccionar bloque OB1 y lenguaje de programación KOP.** Al pulsar clic en 'Siguiente' en la ventana (Ver gráfico 76 a) aparece la ventana para selección de los bloques de programación y el lenguaje de programación (Ver gráfico 76 b). Seleccione OB1 si no está seleccionado y **KOP**.

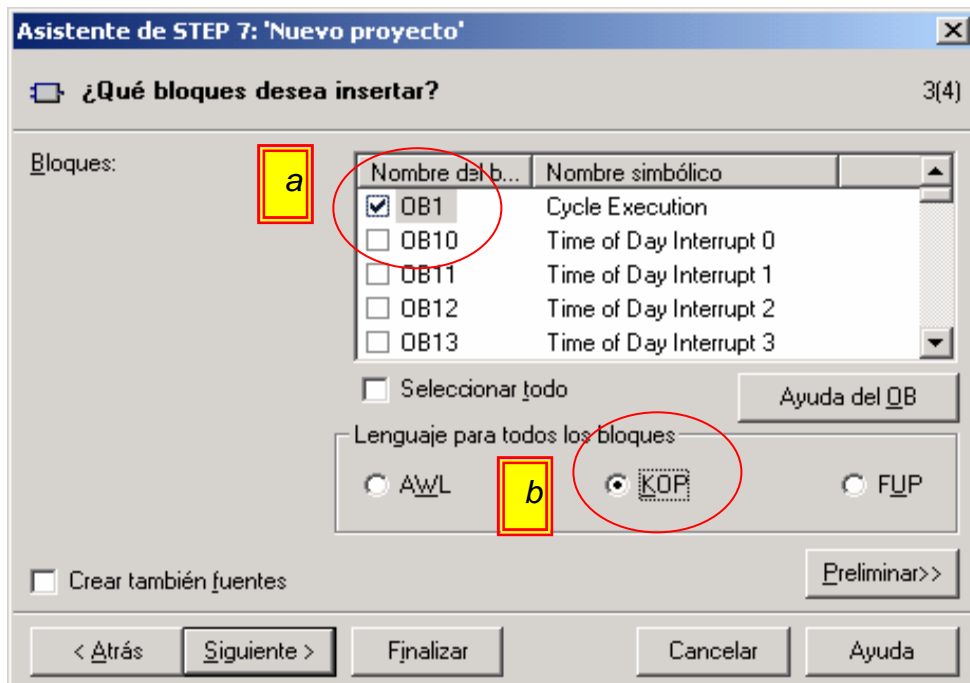


Gráfico 76: Selección de bloque OB1 y de lenguaje de programación

En el PLC de Siemens los programas se dividen en diferentes bloques en función de sus necesidades. En el bloque OB1 se programa la tarea cíclica (la vista en clase). Por tanto, en nuestros programas programaremos siempre el bloque OB1. El resto de bloques tiene cada uno una función determinada. Por ejemplo: el bloque 10 ejecuta un programa previamente introducido cada cierto periodo de tiempo (hora, día, semana, etc); el bloque OB80 permite lanzar un programa cuando surge un error en la CPU (ejemplo: cuando se ha excedido el tiempo de ciclo).

El STEP 7 permite programar el PLC en tres lenguajes: AWL (lista de instrucciones), KOP (diagrama de contactos) y FUP (bloques lógicos). Como inicio se utilizará KOP por ser el más sencillo.

5. Seleccionar nombre del proyecto.

Al pulsar clic en siguiente de la ventana anterior aparecera la nueva ventana (Ver gráfico 77) aparece la ventana para seleccionar el nombre del proyecto (Ver gráfico 77 a). Utilice la nomenclatura

Curso-Grupo-Día de la semana-Número de grupo-Nombre abreviado del práctica-apartado (Ejemplo: 4BL7PLC). Se recomienda no utilizar más de 8 letras en el nombre. Una vez introducido el nombre pulse en **Finalizar** (Ver gráfico 77 b).

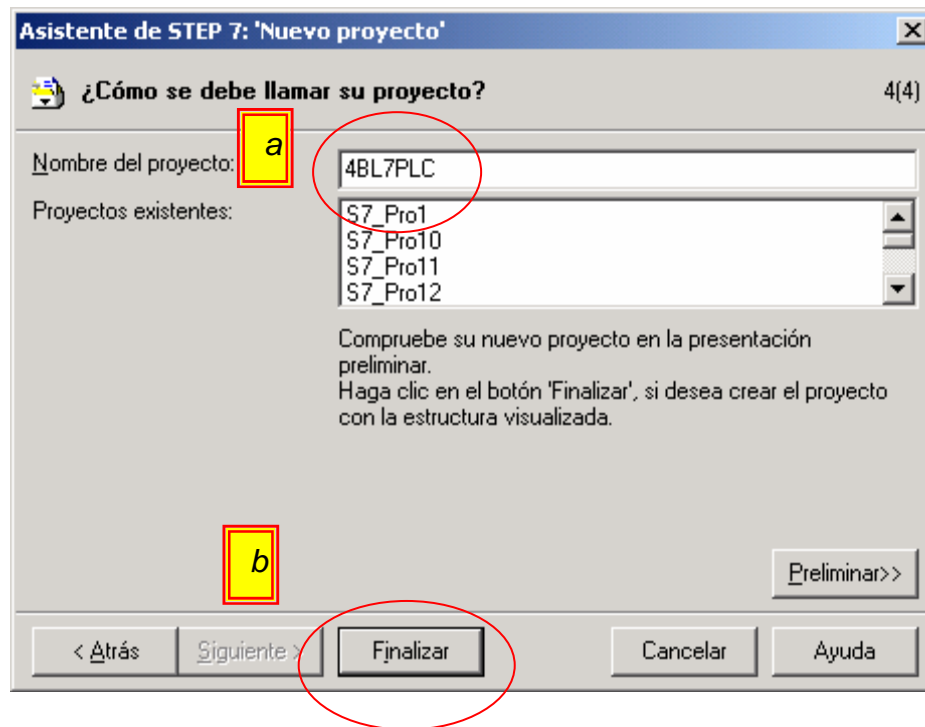


Gráfico 77: Ventana para nombrar el proyecto.

Al pulsar finalizar aparece la ventana general del Simatic Manager con la ventana del nuevo proyecto (Ver gráfico 78). En dicha ventana se representa la información de un proyecto de forma jerárquica:

- Nombre del proyecto
- Familia de PLCs que se están utilizando en el proyecto: en nuestro es la familia 300.
- PLC (o PLCs) que se están utilizando en el proyecto: 314
- Organización de los programas dentro de cada PLC (Programa S7). Por un lado aparecen los bloques (Bloques) y por otro lado las fuentes (Fuentes). Nosotros programaremos directamente los Bloques (OB1 en concreto).

Como estos se guardan en un formato interno de Siemens, está la opción de visualizarlos como texto. En este caso el programa aparecería también bajo Fuentes.

Mediante – y + y señalando en los niveles se puede navegar a través de la estructura jerárquica del proyecto.

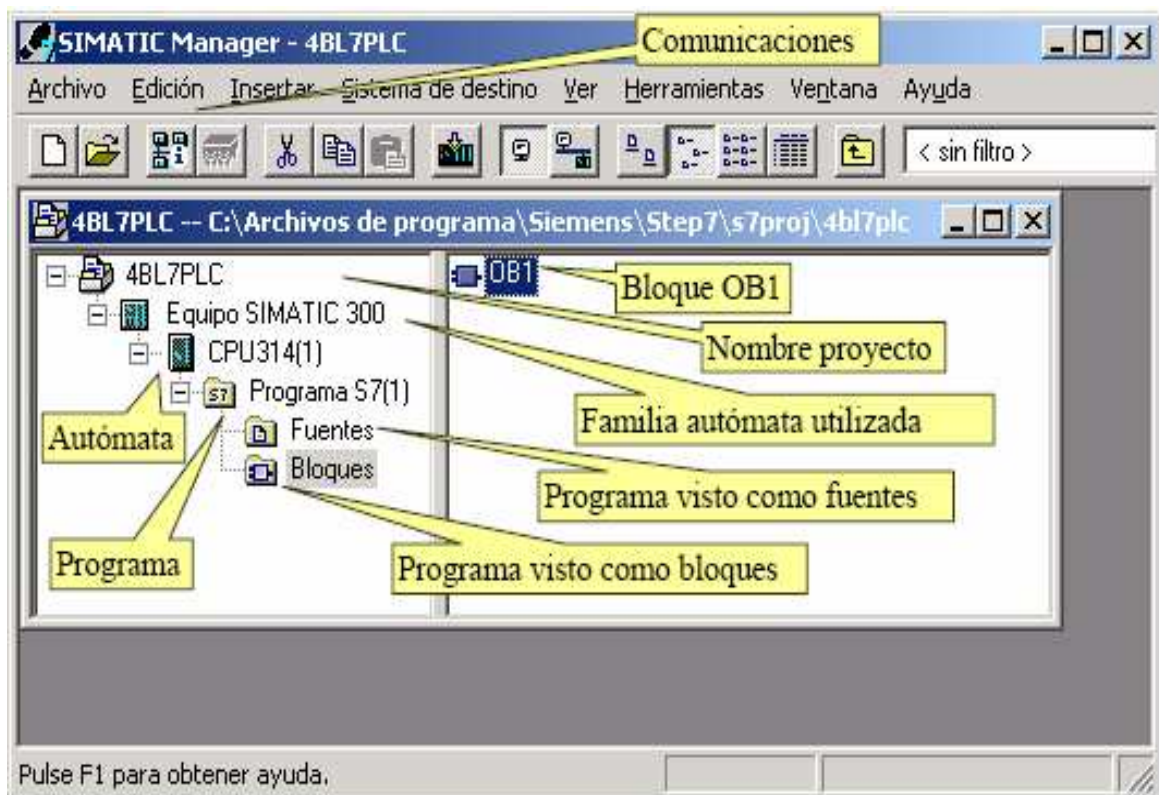


Gráfico 78: Administrador general de simatic con nuevo proyecto.

4.6.2 COMPROBAR LA COMUNICACIÓN CON EL PLC

- **Encienda el autómeta.**

Para ello hay 2 interruptores: uno en la fuente de alimentación del autómeta y otro en la trasera del bastidor. Espere a que se enciendan los leds de estado de la CPU del autómeta (*Ver gráfico 79*).

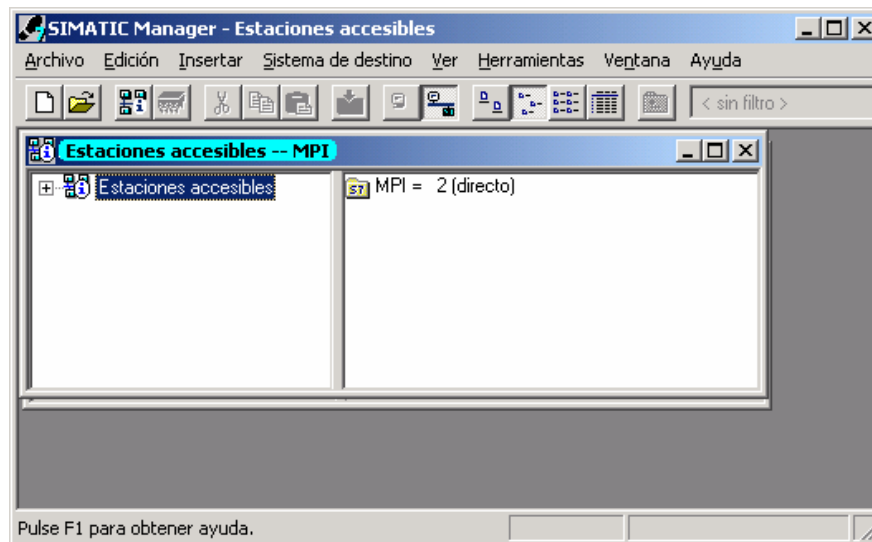


Gráfico 79: Ventana de comprobación de comunicaciones

- **Compruebe la conexión con el autómeta.**

Para comprobar que el autómeta está correctamente conectado al ordenador pulse el botón de comunicaciones (*Ver gráfico 79*).

Debe aparecer el autómeta en la dirección MPI=2. En caso de aparecer en otra dirección avise al profesor para realizar el cambio de dirección.

En caso de no aparecer ningún autómeta en la ventana o de aparecer una ventana de error de comunicaciones compruebe que el autómeta está encendido y que el cable serie está conectado al puerto COM1. Si persiste la avería consulte al profesor

- **Cierre la ventana 'Estaciones accesibles'.**

4.7 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DIDÁCTICO PORTÁTIL.

PRIMERA PARTE

- **Tema:** “Realizar el semáforo en el módulo didáctico portátil de control computarizado”
- **Objetivo:** Permitir que el estudiante se familiarice con el software que se utiliza en el laboratorio y afianzar los conocimientos adquiridos en el aula.
- **Materiales y equipos:**

Módulo didáctico portátil de control computarizado.

Software administrador simatic.

- **Procedimiento:**

Realizamos todos los pasos fundamentales para configurar un equipo del capítulo cuatro.

Ir creando paso a paso el esquema de contactos que necesitamos para simular un semáforo.

Una vez creado el programa, realizamos la compilación del mismo para observar si no habido errores.

Por último transferir los datos al PLC mediante el cable de interconexión conectado en los puertos indicados.

El programa deberá ser comprobado ahora en el PLC.

Los pasos a seguir son: salvar el programa en el disco duro con



y cargarlo en el PLC con



. El selector de modos del PLC deberá estar en STOP.

Al pasar el selector de modos a RUN, el programa es inicializado, y tras

hacer click en el ícono

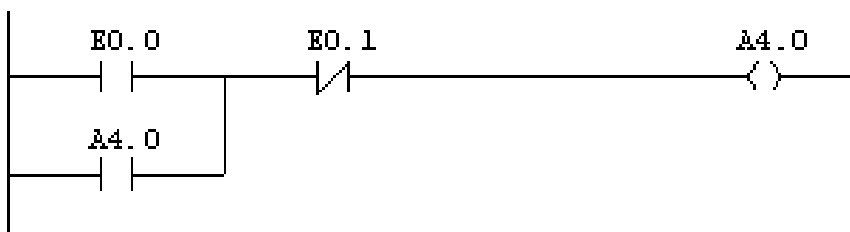


el programa contenido en el **OB1**

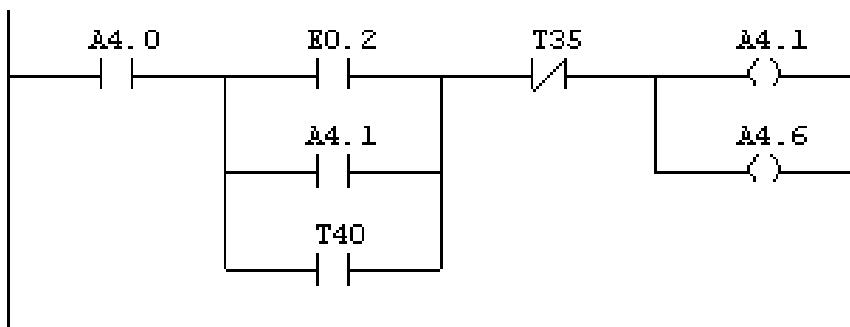
puede ser ahora monitorizado..

- **Esquema:**

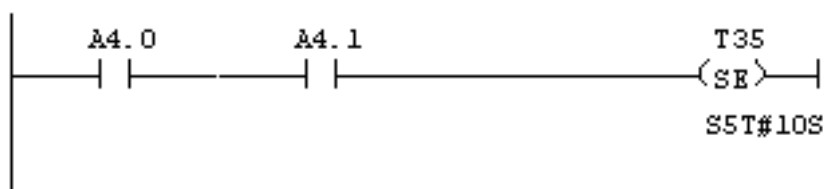
Segm. : 1



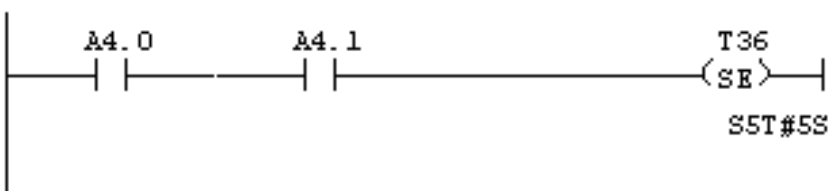
Segm. : 2



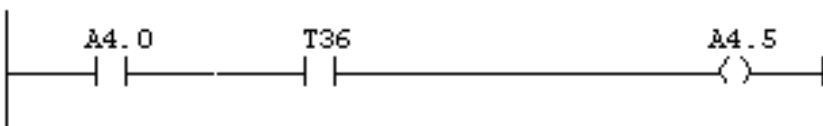
 Segm. : 3



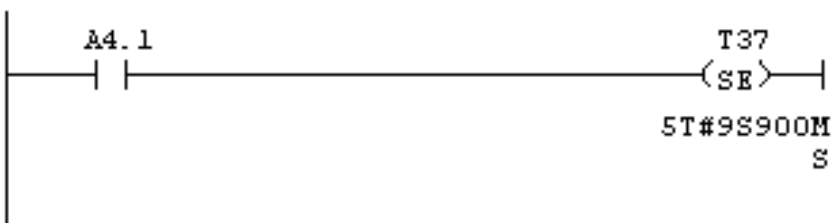
 Segm. : 4



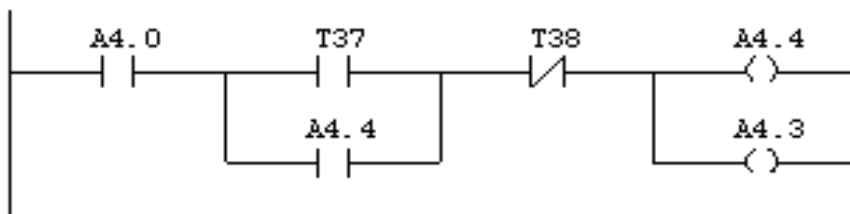
 Segm. : 5



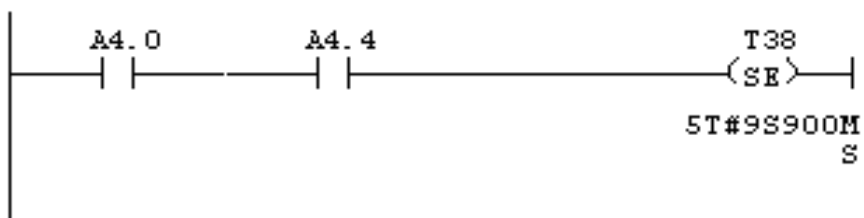
 Segm. : 6



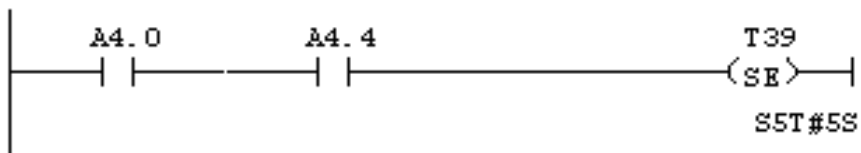
Segm. : 7



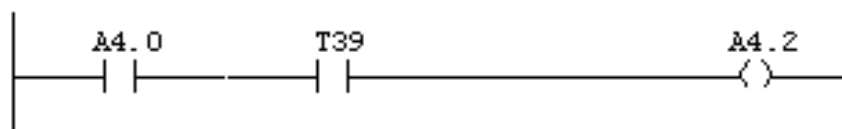
Segm. : 8



Segm. : 9



Segm. : 10



- **Conclusiones:**

Se puede transferir datos desde el PC al PLC y viceversa ya que existe esa posibilidad dentro de las opciones que brinda el software.

El software utilizado es óptimo para el aprendizaje, ya que se puede observar como va funcionando el esquema realizado.

El software trabaja con lenguaje KOP, AWL, FUP.

- **Recomendaciones:**

Revisar todos los pasos fundamentales para configurar un equipo del capítulo cuatro.

Realizar previamente un bosquejo del diseño del programa en papel y luego transcribirlo al programa.

Antes de transferir los datos al PLC se realiza una compilación, para verificar si existen errores en algún segmento.

Verificar siempre que las conexiones para transferencia de datos ya sea desde el PLC al PC o viceversa estén realizadas correctamente para evitar contratiempos.

SEGUNDA PARTE

- **Tema:** “Conexiones en el módulo didáctico portátil ”
- **Objetivo:** realizar correctamente todas las conexiones en el módulo didáctico portátil para un óptimo funcionamiento del mismo.

- **Materiales y equipo:**

Todos los elementos del módulo didáctico portátil .

Cables para conexión.

Luces.

- **Procedimiento:**

Mirar cuantas entradas y salidas se va a utilizar basándose en el diseño realizado en el Administrador Simatic.

Realizar las respectivas conexiones en las entradas y salidas del módulo didáctico portátil.

Energizamos al módulo didáctico portátil.

Para energizar el PLC, esto se lo realiza mediante el interruptor del.

Para poner a funcionar el PLC se lo realiza moviendo la llave del PLC a la posición RUN.

Para ejecutar la operación del PLC debemos accionar los pulsadores.

- **Conclusiones:**

Se puede energizar al PLC con 120 VCA (Lleva incorporada una fuente de 24 VDC), para el funcionamiento.

Para este programa se ha utilizado tres entradas digitales y seis salidas digitales.

El tiempo que se demora los temporizadores en cambiar de estado hay que irlo regulando cuando se crea el programa.

En las salidas se tiene un voltaje 12 VDC, la cual encienden a nuestras luces de la simulación del semáforo.

El PLC funciona correctamente y realiza lo que se deseaba.

- **Recomendaciones:**

Realizar las conexiones con debido cuidado, ya que de no hacerlo se puede causar daños al equipo.

Verificar que los implementos a utilizar se encuentren en buenas condiciones para prevenir riesgos.

Seguir los esquemas de entradas y salidas que existen en el módulo didáctico portátil.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto de titulación se ha podido establecer las siguientes conclusiones:

El objetivo general propuesto en el presente proyecto de titulación se ha logrado cumplir, es decir se ha conseguido diseñar, instalar, implementar, el módulo didáctico portátil de control computarizado, el cual cumple con todos los requisitos necesarios para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas en las asignaturas relacionadas.

En este proyecto se han cumplido otros objetivos, los pasos fundamentales para configurar un equipo y las pruebas para verificar el buen funcionamiento del módulo didáctico portátil de control computarizado.

Debido a que la tecnología esta en constante evolución, se debe considerar cual es el software y el hardware más moderno para aplicarlos a un automatismo.

El módulo didáctico portátil de control computarizado construido permite simular de una manera óptima todas las conexiones que se deben realizar en un PLC para el funcionamiento del mismo.

Para el diseño del módulo didáctico portátil de control computarizado, se debió realizarlo por partes para evitar confusiones durante la construcción.

El proyecto realizado ayudo para profundizar los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

5.2 RECOMENDACIONES

Con la realización de este proyecto de titulación se ha podido establecer las siguientes recomendaciones:

Se recomienda al estudiante realizar su proyecto de titulación cuando se encuentre realizando las prácticas profesionales, ya que estas le ayudan a tener una idea de lo que en la industria se aplica, y que es lo que estas necesitan.

Como recomendación importante para el montaje del módulo didáctico portátil de control computarizado se debe tener mucho cuidado al momento de realizar las perforaciones en la mica ya que esta es frágil corriendo el riesgo de romperse.

Para la utilización del módulo didáctico portátil de control computarizado se lo recomienda hacerlo con cuidado ya que el equipo es muy sensible.

Se recomienda que para la comunicación del PLC con el computador se debe tener muy en cuenta su licencia ya que esta es muy indispensable.

También este proyecto puede ser usado como una base para una mejora en un futuro, ya que se demostró que si se puede realizar.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes de las clases de control computarizado	Escuela Politécnica Nacional
Controladores Lógicos Programables (PLC)	Fipetrol Tecno Lat.
Curso Básico para PLC's	Centro de capacitación Coporsuper
Instrumentación Industrial	Creus A.
Manual de Mantenimiento Industrial	Mc Graw Hill
Manual del usuario	Siemens Simatic S7 300 Manual/siemens/archivos pdf
Sensores y Analizadores	Harry Norton
Técnicas de Automación Industrial	Horta Santos José

ANEXOS